MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO PASO LAGARTO

EXTRACCIÓN DE MATERIALES PÉTREOS

Índice General

Ubicación de los Archivos enel drive 1

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1

I.1 Datos del Proyecto 1

I.1.1 Nombre del Proyecto 1

I.2 Datos del Promovente 1

I.2.1 Nombre o Razón Social 1

I.3 Datos del Responsable técnico de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 1

1.3.1 Responsable de la Elaboración del Estudio: 1

I.3.2 Nombre del responsable técnico 1

I.3.3 Correo electrónico 1

I.3.4 Declaración bajo protesta de decir verdad 3

I.4 Ubicación del Proyecto 4

I.4.1 Entidad federativa 4

I.4.2 Municipio 4

I.4.3 Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable 4

I.5 Descripción Específica de las Obras y Actividades 6

I.5.1 Obras temporales previstas 6

I.5.2 Tipos de obras o actividades conforme al artículo 5 del Reglamento 6

I.5.3 Costos de inversión, costos de medidas ambientales, costo total. 7

I.5.4 Duración estimada del proyecto por etapas (Preparación del sitio, Operación/Mantenimiento, Cierre y abandono) 10

I.7 Superficies Generales del Proyecto 17

I.7.1 Superficie del predio o total para el desarrollo del proyecto 17

I.7.2 Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones proyectadas 18

I.7.3 Superficie a intervenir sin construcciones definitivas existente y por afectar

(campamentos, bodegas, etc.) 18

I.7.4 Superficie total de vegetación existente y por afectar 19

I.7.5 Superficie de incidencia en cuerpos de agua y Zonas Federales (ZFM_T).....19

CAPÍTULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 23

II.1 Disposiciones y restricciones aplicables así como análisis de congruencia y cumplimiento con los siguientes Instrumentos Jurídicos:.....23

II.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) 23

II.1.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental 25

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico (General, Regional, Local y Marino) 29

II.1.4 Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano.....41

II.1.5 Decretos y Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) o ADVC 42

II.1.6 Normas Oficiales Mexicanas (NOM).....49

II.2 Población Indígena y Comunidades Afromexicanas.....51

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA.....55

III.1 Delimitación, Descripción, Caracterización y Diagnóstico de la Región Ecológica 55

III.1.1 Criterios y métodos de delimitación (UAB, UGA, hidrografía, microcuencas, etc.) 55

III.1.2 Superficie y plano georreferenciado de la Región Ecológica 55

III.2 Uso de Suelo y Vegetación (Cartografía INEGI vs. Confirmación en campo) 67

III.3 Especies de flora y fauna identificadas en campo en categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010 / Lista Roja UICN / CONABIO) 67

III.3.1 Listado completo de individuos por especie que se pretenden afectar 67

III.4 Índices de diversidad biológica de flora y fauna (Shannon-Wiener, Simpson, Valor de Importancia) 70

III.5 Análisis de los Componentes Ambientales al Interior de la Región Ecológica 71

III.5.1 Componente Biótico.....71

III.5.2 Componente Abiótico 79

Viento 97

III.5.2.1 Análisis hidrológico e hidráulico del Río Tonameca 103

III.5.3 Componente Socioeconómico 108

IV. 3.1.4 Paisaje 114

III.6 Diagnóstico Ambiental y Problemáticas Existentes 117

III.7. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su Área de Influencia (AI) 122

III.7.2 Incidencia en Áreas de Importancia Ambiental (ANP, Ramsar, manglares, etc.) Análisis: De acuerdo a los instrumentos de política ambiental revisados: 125

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 131

IV.1 Metodología Empleada para la Evaluación de Impactos 131

IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales. 131

IV.2 Impactos Ambientales Existentes en la Región Ecológica 136

IV.3 Impactos Ambientales del Proyecto y Medidas Ambientales 138

IV.3.1 Desglose por Etapa, Obra, Componente y Subcomponente afectado 138

IV.3.2 Caracterización de impactos (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos directos/indirectos) 139

IV.4 Resumen de Impactos Significativos, Acumulativos, Sinérgicos y Residuales 154

IV.5 Clasificación de Medidas (Prevención P, Mitigación M, Compensación C, Restauración R) 155

IV.5.1 Indicadores y parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia 155

IV.6 Medidas de Compensación y/o Restauración Ambiental Específicas 159

IV.6.1 Ubicación y polígonos georreferenciados de las superficies de compensación/restauración 160

IV.6.2 Programas de reforestación conforme a manuales técnicos de SEMARNAT y valoración económica 160

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN 164

- Listado de Archivos Editables de la MIA 164

- Documentación Legal 164
- Imágenes y Otros Anexos Visuales.....164
- Imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas, planos, croquis, fotografías y videos 168
- Estudios Específicos (Muestreos de flora, fauna, etc.) 168
- Memorias de Cálculo 168
- Bibliografía y Referencias.....168

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

I.1 Datos del Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Proyecto Paso Lagarto

El proyecto corresponde a la actividad de extracción de materiales pétreos denominada Paso Lagarto, misma que se pretende ejecutar al margen del Rio Tonameca cercano a la comunidad de Paso Lagarto, municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca.

El proyecto la extracción de materiales pétreos del margen del rio de acuerdo a los volúmenes que autorice CONAGUA, para el proyecto se tiene contemplado utilizar una retroexcavadora y camión de volteo de 6 metros cúbicos así como una criba para la separación de grava y arena respectivamente, teniendo un espacio para almacenar los materiales pétreos extraídos del rio, asimismo se encuentra una edificación que servirá como bodega, el proyecto no contempla construcción de caminos, ya que esta ubicado a un costado del camino de terraceria al Municipio de Santa Maria Tonameca.

I.2 Datos del Promovente

I.2.1 Nombre o Razón Social

Promovente: Oscar Avendaño Pedro.

I.3 Datos del Responsable técnico de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

1.3.1 Responsable de la Elaboración del Estudio:

I.3.1 Nombre o Razón Social

Sergio Gómez Callejas

I.3.2 Nombre del responsable técnico

Sergio Gómez Callejas

[redacted]

I.3.3 Correo electrónico

[redacted]

Lo testado corresponde al domicilio, teléfono y correo electrónico datos personales con fundamento en el primer párrafo del artículo 115 y 120 de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

I.3.4 Declaración bajo protesta de decir verdad

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

_____

M.C. Sergio Gómez Callejas
Cedula profesional: 9617495

Nota: La responsabilidad respecto del contenido del presente documento corresponderá a quien lo elabore. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.

I.4 Ubicación del Proyecto

I.4.1 Entidad federativa

Oaxaca

I.4.2 Municipio

Santa María Tonameca

I.4.3 Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable

Camino a Santa María Tonameca s/n



Figura I.1 Ubicación del proyecto Paso Lagarto



Figura I.2 Plano de batimetría y topografía del proyecto

Anexo I levantamiento topográfico y batimétrico

I.5 Descripción Específica de las Obras y Actividades

I.5.1 Obras temporales previstas

Para la ejecución del proyecto Paso Lagarto, no será necesaria la instalación de obras temporales que permitan el adecuado desarrollo de las actividades constructivas, procurando ocupar únicamente la superficie indispensable y evitando afectaciones innecesarias al entorno.

Las obras provisionales estarán integradas por una bodega temporal para el almacenamiento de materiales, herramientas y equipo menor; el sitio cuenta con una construcción de casa habitación con un patio suficientemente grande para maniobras y almacenaje. Asimismo, se delimitarán las áreas de trabajo mediante señalización preventiva y elementos de seguridad, y se establecerán zonas específicas para el almacenamiento temporal de residuos sólidos durante la operación.

En esta área ya está habilitado el servicio de energía eléctrica y red de agua potable.

I.5.2 Tipos de obras o actividades conforme al artículo 5 del Reglamento

El proyecto Paso Lagarto consiste la extracción de materiales pétreos para su comercialización ubicado a 2 kilómetros de la Cabecera municipal de Santa María Tonameca, municipio del mismo nombre.

"Con fundamento en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en relación con el Artículo 5, Fracción VII, incisos a), b) y c) del Reglamento de la LGEEPA en materia de Impacto Ambiental, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental para la extracción de materiales pétreos (arena y grava), por tratarse de una actividad que se ubica en el cauce del rio

De conformidad con el artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, el proyecto corresponde a la extracción de materiales pétreos, por lo que requiere autorización en materia de impacto ambiental.

El diseño del proyecto aprovecha el cauce del rio y las condiciones topográficas donde se asientan los materiales pétreos por erosión natural y trasporte de partículas por el cauce del rio, depositando estos materiales a los costados del rio principalmente

El retiro de materiales pétreos se realizará por medios mecánicos con el objeto de central de utilizar los materiales pétreos para la construcción, rellenos y otros la extracción debido a los volúmenes que se requiere mover se realizará mediante equipos mecanizados esto es utilizando máquinas de diferentes tipos y capacidades

I.5.3 Costos de inversión, costos de medidas ambientales, costo total.

Cuadro I.1. Desglose parcial de la inversión requerida proyecto Paso Lagarto

Concepto	Cantidad / Especificación	Costo Total
1. MAQUINARIA Y EQUIPO		
Retroexcavadora	1 unidad (para extracción y carga)	$1,200,000
Camiones de volteo (7 m³)	2 unidades	$800,000
Criba vibratoria	1 unidad (para separar arena y grava)	$500,000
Subtotal Maquinaria		$2,500,000
2. ADECUACIÓN DEL TERRENO (400 m²)		
Nivelación	400 m²	$20,000
Base de piso (compactación con material)	400 m²	$80,000
Subtotal Adecuación		$100,000
3. ADECUACION DE OBRAS CIVILES COMPLEMENTARIAS		
Bardas o cerco perimetral (opcional)	80 ml lineales	$120,000
Caseta de vigilancia / oficina (20 m²)	Construcción sencilla	$120,000
Subtotal Obras Civiles		$240,000
4. GASTOS DE OPERACIÓN INICIAL		
Combustible (primer mes)	Diesel	$20,000
Mantenimiento preventivo (1er mes)		$15,000
Subtotal Operación		$35,000

De acuerdo a los conceptos el concentrado de inversión

Concepto	Rango de Inversión (MXN)
Maquinaria y Equipo	$2,500,000
Adecuación del Terreno (400 m²)	$100,000
Obras Civiles Complementarias	$240,000
Gastos de Operación (Iniciales)	$35,000
TOTAL	**$2,875,000**

Asimismo, dentro del presupuesto general del proyecto se contemplan los recursos necesarios para la implementación de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento ambiental establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Dichas medidas incluyen el manejo integral de residuos sólidos, el control de emisiones de polvo y ruido durante la etapa operación, la protección del suelo y de la vegetación conservada, el mantenimiento preventivo de la maquinaria

Descripción de servicios requeridos

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto cuenta con acceso mediante caminos y vialidades existentes de terracería, que permiten la comunicación con la infraestructura urbana disponible en la zona. El área presenta condiciones básicas de conectividad todo el camino principal esta pavimentado desde la carretera federal 175 hasta la cabecera municipal de Paso Lagarto

Agua

El abastecimiento de agua potable para el proyecto será proporcionado mediante la red municipal existente y, de manera complementaria.

Desagüe

El proyecto cuenta actualmente con una casa habitación el cual tiene un sanitario conectado a un biodigestor para garantizar un adecuado control de descargas y prevenir afectaciones al entorno.

Las aguas grises provenientes de regaderas, lavabos y fregaderos serán conducidas a una cisterna de almacenamiento para su tratamiento, purificación y reutilización en actividades que no requieran agua potable; en caso de excedentes, éstos serán conducidos a un pozo de absorción diseñado para tal fin.

Por su parte, las aguas negras generadas en sanitarios serán dirigidas a un biodigestor con trampa de lodos, mediante el cual se realizará el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, contemplando mantenimiento periódico para asegurar su correcto funcionamiento.

Energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica se encuentra habilitado conectado a la red pública existente, contemplando.

Servicios de apoyo

No se dispone actualmente de servicio de telefonía fija en el área del proyecto; sin embargo, existe cobertura de telefonía móvil en la zona. De manera complementaria, se contempla la posibilidad de utilizar servicio de internet satelital como alternativa para garantizar conectividad, en caso de no contar con acceso a red telefónica convencional.

Asimismo, la comunidad dispone de servicio de recolección de residuos sólidos urbanos, el cual opera a través del esquema establecido por las autoridades locales, realizando las cuotas o pagos correspondientes para la prestación de dicho servicio.

El desarrollo del proyecto se contempla en cuatro etapas principales: preparación del sitio,

operación y mantenimiento, y abandono, las cuales integran el ciclo de vida previsto para la obra.
1. Preparación del sitio. En esta etapa se llevarán a cabo las actividades preliminares necesarias para acondicionar el terreno para el inicio de las actividades, incluyendo limpieza del predio, así como trabajos de trazo y nivelación conforme a las áreas definidas para la operación.
2. Operación de extracción de materiales pétreos y mantenimiento. Una vez concluida la etapa de preparación del sitio y puesta en marcha la infraestructura, el proyecto entrará en operación. Durante esta etapa se realizarán actividades periódicas de mantenimiento preventivo y correctivo, orientadas a conservar en condiciones óptimas la infraestructura, instalaciones y áreas comunes del proyecto.
4. Abandono del proyecto. Se estima una vida útil del proyecto de 6 años, la cual estaría dividida en 1 año de trámites de la concesión y 5 años para la extracción de materiales pétreos

El costo de inversión de las medidas ambientales de prevención, mitigación y restauración contempladas en el proyecto son las siguientes:

1. Etapa Preliminar: Estudios y Trámites (La Base Legal)

Antes de ejecutar cualquier medida, se requiere la autorización de SEMARNAT (debido a la cercanía con el mar y remoción de vegetación).

- Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-Particular): $220,000 MXN (pago a consultoría ambiental).
- Derechos de recepción y evaluación de SEMARNAT: ~$48,333 MXN (Tarifa oficial).

2. Medidas de Prevención

Son las acciones para *evitar* impactos antes y durante la fase de construcción.

- Delimitación y Cercado de la Zona del proyecto: Colocación de malla ciclónica para evitar que roedores o reptiles se acerquen al sitio.
    - *Costo estimado:* $20,000 MXN.
- Ahuyentamiento de Fauna Silvestre: Inspección previa a la limpieza del terreno para mover reptiles, aves o pequeños mamíferos hacia zonas seguras.
    - *Costo estimado:* $20,000 MXN (pago a biólogo por jornadas de rescate).

3. Medidas de Compensación y restauración

Acciones obligatorias para *resarcir* el daño ambiental residual, principalmente por la remoción de parte de la vegetación arbustiva.

- Programa de Reforestación Local e Paisajismo Endémico: en las áreas circundantes para replantar ejemplares de los mismos arbustos bajos nativos o plantas de la región.
    - *Costo estimado:* $20,000 MXN (adquisición de plantas de vivero local, sustrato y mantenimiento inicial).

Cuadro II.2. Montos de inversión de medidas ambientales

Concepto	**Costo Máximo (MXN)**
Estudios y Derechos (MIA)	$313,333.00
Medidas de Prevención	$40,000.00
Medidas de Compensación y restauración	$20,000.00
TOTAL ESTIMADO	$373,333

I.5.4 Duración estimada del proyecto por etapas (Preparación del sitio, Operación/Mantenimiento, Cierre y abandono)

Programa de trabajo

El proyecto Paso Lagarto se estima desarrollar en un periodo aproximado de 5 años**,** de acuerdo con el programa general de trabajo y en función de las actividades requeridas para la ejecución de cada una de sus etapas. Dicho periodo considera desde la preparación del sitio e inicio de operación de la extracción de materiales petreos.

La ejecución del proyecto dará inicio una vez que se cuente con la autorización en materia de impacto ambiental y demás permisos aplicables.

Programa de extracción a 5 años por zonas

Proyecto: Paso Lagarto, Oaxaca

1.- Volúmenes de extracción (cálculo a partir de los planos).

2.- Distribución de volúmenes por año y zona (considerando lluvias y estiaje).

3.- Capacidad de extracción verificada (con la maquinaria disponible).

4.- Cronograma detallado de extracción por año (tabla mensual).

1. Cálculo de Volúmenes de Extracción (por Zona)

Para calcular el volumen, utilizamos el método de Área promedio entre secciones consecutivas (método de las secciones transversales), que es el estándar en bancos de material. La distancia entre secciones es de 10 metros (según la escala de tus planos y las secciones A-B y C-D).

Datos extraídos de tus planos (secciones):

- Sección 1 (Inicio de Zona 1): Área ≈ 64.16 m²
- Sección 2 (Entre Zona 1 y 2): Área ≈ 54.91 m²
- Sección 3 (Entre Zona 2 y 3): Área ≈ 59.03 m²
- Sección 4 (Final de Zona 3): Área ≈ 67.48 m²

Aplicando la fórmula: volumen – (Area1+Area2)/2 *Distancia

Cuadro I.3. Volumen de Extracción

Zona	Ubicación (coordenadas aproximadas)	Área promedio (m²)	Longitud (m)	Volumen calculado (m³)	% respecto al total
Zona 1 (Etapa 1)	Entre vértices 2-B-C-3	(64.16 + 54.91)/2 = 59.54	175.6	10,452	30%
Zona 2 (Etapa 2)	Entre vértices D-E-C-B	(54.91 + 59.03)/2 = 56.97	178.2	10,152	29%
Zona 3 (Etapa 3)	Entre vértices D-1-4-E	(59.03 + 67.48)/2 = 63.26	180.9	11,443	41%
TOTAL				32,047 m³	100%

(Nota: Los volúmenes son aproximados basados en las secciones. El área superficial total del polígono topográfico es de ~4,794 m², pero el volumen real extraído depende de la profundidad del banco, que de acuerdo a los perfiles alcanza hasta 1.5 m en promedio).

2. Distribución de Volúmenes por Año y Temporada

Consideración climática:

- Temporada de lluvias (Mayo a Octubre): Se reduce la actividad al 50% (operación solo en días sin lluvia, con control de erosión). Se suspende la extracción en el cauce activo.
- Temporada de estiaje (Noviembre a Abril): Se opera a plena capacidad (100%). Es la época óptima.

- Estrategia de avance: Se trabajará de Oeste a Este (de Zona 1 a Zona 3) para no obstruir el flujo natural del río y permitir el desazolve progresivo.

Cuadro I.4. Volumen de Extracción por año

Año	Zona a extraer	Volumen estimado (m^3)	Temporada de operación	Observaciones
Año 1	Zona 1 (Etapa 1)	10,452 m^3	Estiaje (Nov-Abr) + 50% Lluvias (May-Oct)	Desmonte y preparación inicial.
Año 2	Zona 1 (restante) + Zona 2 (inicio)	8,500 m^3	Estiaje (Nov-Abr) + 50% Lluvias (May-Oct)	Avance hacia Zona 2.
Año 3	Zona 2 (mayor parte)	10,152 m^3	Estiaje (Nov-Abr) + 50% Lluvias (May-Oct)	Operación a plena capacidad.
Año 4	Zona 2 (final) + Zona 3 (inicio)	8,500 m^3	Estiaje (Nov-Abr) + 50% Lluvias (May-Oct)	Inicio de Zona 3.
Año 5	Zona 3 (restante)	11,443 m^3	Estiaje (Nov-Abr) + 50% Lluvias (May-Oct)	Clausura y restauración.

3. Capacidad de Extracción Verificada (Con la Maquinaria)

Basado en la maquinaria:

- Retroexcavadora: 1 unidad (cap. cucharón ~ 0.8 m^3). Rendimiento práctico: 30 m^3/hora (considerando maniobras y tiempos muertos).
- Camiones de volteo: 2 unidades de 7 m^3 cada una.
- Criba vibratoria: 1 unidad (para separar arena y grava).

Cálculo de capacidad mensual:

- Jornada diaria: 8 horas (con 1 hora de mantenimiento y descansos = 7 horas efectivas).
- Producción diaria: 30 m^3/hora × 7 horas = 210 m^3/día.
- Días laborables al mes (considerando domingos y días festivos) ≈ 22 días.
- Capacidad mensual verificada: 210 m^3/día × 22 días = 4,620 m^3/mes.
- Capacidad anual estimada: 4,620 m^3 × 10 meses efectivos (descontando lluvias extremas y paros técnicos) ≈ 46,200 m^3/año.

Conclusión: La maquinaria disponible tiene una capacidad de extracción muy superior al volumen requerido (32,047 m³ en 5 años). Esto permite que el programa sea holgado y se pueda realizar sin prisas, incluso reduciendo la jornada en temporada de lluvias.

4. Cronograma Detallado de Extracción por Año

El siguiente cronograma muestra la planificación mensual, respetando las temporadas climáticas. R = Lluvias (actividad reducida al 50%), E = Estiaje (actividad al 100%).

Cuadro I.5. Cronograma de extracción

Año	Mes	Zona de trabajo	Actividad principal	% de avance mensual	Volumen estimado (m³)	Temporada
Año 1	**Noviembre**	**Zona 1**	**Desmonte, trazo y nivelación**	**5%**	**500**	**E**
Diciembre	Zona 1	Extracción de grava gruesa	10%	1,000	E	
Enero	Zona 1	Extracción de arena	10%	1,000	E	
Febrero	Zona 1	Extracción y acopio	15%	1,500	E	
Marzo	Zona 1	Extracción y acopio	15%	1,500	E	
Abril	Zona 1	Extracción y acopio	10%	1,000	E	
Mayo	Zona 1	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Junio	Zona 1	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Julio	Zona 1	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Agosto	Zona 1	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Septiembre	Zona 1	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Octubre	Zona 1	Preparación para estiaje	4%	400	R	
Subtotal Año 1				100%	10,000	
Año 2	**Noviembre**	**Zona 1 (resto) + Zona 2 (inicio)**	**Extracción y acopio**	**10%**	**850**	**E**
Diciembre	Zona 2	Extracción de grava	12%	1,000	E	
Enero	Zona 2	Extracción de arena	12%	1,000	E	
Febrero	Zona 2	Extracción y acopio	15%	1,300	E	
Marzo	Zona 2	Extracción y acopio	15%	1,300	E	
Abril	Zona 2	Extracción y acopio	10%	850	E	
Mayo	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	
Junio	Zona 2	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	250	R	
Julio	Zona 2	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	250	R	
Agosto	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	

Año	Mes	Zona de trabajo	Actividad principal	% de avance mensual	Volumen estimado (m^3)	Temporada
Septiembre	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	
Octubre	Zona 2	Preparación para estiaje	5%	400	R	
Subtotal Año 2				100%	8,400	
Año 3	**Noviembre**	**Zona 2**	**Extracción y acopio**	**10%**	**1,000**	**E**
Diciembre	Zona 2	Extracción de grava	12%	1,200	E	
Enero	Zona 2	Extracción de arena	12%	1,200	E	
Febrero	Zona 2	Extracción y acopio	15%	1,500	E	
Marzo	Zona 2	Extracción y acopio	15%	1,500	E	
Abril	Zona 2	Extracción y acopio	10%	1,000	E	
Mayo	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Junio	Zona 2	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Julio	Zona 2	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Agosto	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Septiembre	Zona 2	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Octubre	Zona 2	Preparación para estiaje	5%	500	R	
Subtotal Año 3				100%	10,000	
Año 4	**Noviembre**	**Zona 2 (final) + Zona 3 (inicio)**	**Extracción y acopio**	**10%**	**850**	**E**
Diciembre	Zona 3	Extracción de grava	12%	1,000	E	
Enero	Zona 3	Extracción de arena	12%	1,000	E	
Febrero	Zona 3	Extracción y acopio	15%	1,300	E	
Marzo	Zona 3	Extracción y acopio	15%	1,300	E	
Abril	Zona 3	Extracción y acopio	10%	850	E	
Mayo	Zona 3	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	
Junio	Zona 3	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	250	R	
Julio	Zona 3	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	250	R	
Agosto	Zona 3	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	
Septiembre	Zona 3	Extracción controlada (días secos)	5%	400	R	
Octubre	Zona 3	Preparación para estiaje	5%	400	R	
Subtotal Año 4				100%	8,400	
Año 5	**Noviembre**	**Zona 3**	**Extracción y acopio**	**10%**	**1,100**	**E**
Diciembre	Zona 3	Extracción de grava	12%	1,300	E	
Enero	Zona 3	Extracción de arena	12%	1,300	E	
Febrero	Zona 3	Extracción y acopio	15%	1,700	E	
Marzo	Zona 3	Extracción y acopio	15%	1,700	E	
Abril	Zona 3	Extracción y acopio	10%	1,100	E	
Mayo	Zona 3	Extracción controlada (días	5%	500	R	

Año	Mes	Zona de trabajo	Actividad principal	% de avance mensual	Volumen estimado (m^3)	Temporada
		secos)				
Junio	Zona 3	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Julio	Zona 3	Mantenimiento / Extracción mínima	3%	300	R	
Agosto	Zona 3	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Septiembre	Zona 3	Extracción controlada (días secos)	5%	500	R	
Octubre	Zona 3	Preparación para estiaje	5%	500	R	
Subtotal Año 5				100%	11,300	
TOTAL 5 AÑOS					**32,100 m^3**	**(Volumen total + margen de seguridad)**

Utilización de explosivos

El proyecto no requerirá de uso de explosivos.

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

Los residuos generados durante la operación serán clasificados en orgánicos e inorgánicos y recolectados por el servicio municipal de limpia, conforme a los días y rutas establecidas. Se promoverá la separación básica y el adecuado almacenamiento temporal en contenedores destinados para tal fin.

Cuadro I.6. Descripción del manejo y disposición de los residuos por etapa.

ETAPA	TIPO	RESIDUO	MANEJO	DISPOSICIÓN
Preparación del sitio	Sólidos	Material vegetativo	Apilados en el terreno para su disposición.	Utilizar como abono.
		Basura orgánica e inorgánica	Recolectados en bolsas negras, dentro de botes de plástico.	Se enviará con el camión recolector de basura.
	Líquidos	Aguas residuales	Limpieza con desinfección con tabletas de hipoclorito	La empresa contratada dispondrá de los residuos y
	Atmosféricos	Partículas de tierra. Emisiones de CO_2 y ruido de la maquinaria.	Mantenimiento periódico de la maquinaria. Se realizaran los movimientos de tierra mínimos para reducir las emisiones.	Dispersados por el viento
Operación de extracci	Sólidos	Basura	Depositados en depósitos separados por tipo: orgánica, inorgánica, reciclable.	Se enviará con el camión recolector de basura.

ón de materiales petreos y mantenimiento	Líquidos	Aguas residuales	Tratados en biodigestores	Aguas grises reutilizadas para el riego y sanitarios. Separación de lodos para uso como abono natural después de 1 año de secado.
	Atmosféricos	No aplica	No aplica	No aplica

Duración Estimada del Proyecto (cronograma):

Etapa	**Duración**
Preparación del sitio	4 meses
Operación y/o mantenimiento	5 años
Cierre y abandono de sitio	5 meses

Cuadro I. 7 Cuadro resumen de características del proyecto.

CONCEPTO		Preparación del sitio (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica		50 kWh/mes	50 kWh/mes
Consumo de agua		1.2 m^3/mes	1.2 m^3/mes
Emisiones de gases de efecto invernadero		7.99 t CO_2e durante la operación	3.69 t CO_2e/mes
Aprovechamiento de otros recursos naturales		Material pétreos	
Generación de residuos	Peligrosos	10 kg/mes (aceites usados, filtros, estopas y envases contaminados)	5 kg/mes (aceites de mantenimiento
	Manejo Especial		
	Sólidos Urbanos	1 kg/día	1825 kg/5 años
Descargas de agua residual y/o de proceso (Georreferenciación de descarga)		No existen descargas	0.04 m^3/día (80 % del consumo de agua), tratadas mediante biodigestor y sistema de reutilización de aguas grises; el excedente será dispuesto conforme al diseño sanitario del proyecto, sin descargas directas a cuerpos de agua superficiales.
Otros en su caso (especificar)		Emisión temporal de polvo, ruido controladas mediante riego del terreno y mantenimiento preventivo de maquinaria	Mantenimiento preventivo de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, alberca, bombas, cisterna y áreas comunes

* Anexo I Memoria de Cálculo de características del proyecto de Extracción de Materiales Pétreos.

I.7 Superficies Generales del Proyecto

I.7.1 Superficie del predio o total para el desarrollo del proyecto

El proyecto Paso Lagarto se desarrollará sobre un predio con una superficie total de 14,382.754 m^2, a un costado del lecho del rio, de acuerdo al programa de extracción que se está solicitando a la autoridad de Conagua la concesión..

Cuadro I.8 Cuadro polígono total de extracción.

POLÍGONO ÁREA DE EXTRACCIÓN						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	1,741,320.31	761,344.72
1	2	N 70°10'56.56" W	89.954	2	1,741,350.80	761,260.09
2	3	S 19°d44'07.24" W	173.133	3	1,741,187.84	761,201.63
3	4	S 64°40'40.16" E	72.905	4	1,741,156.66	761,267.53
4	1	N 25°15'08.37" E	180.94	1	1,741,320.31	761,344.72
SUPERFICIE = 14,382.754 m2						

La superficie del terreno se distribuye de la siguiente manera:

De acuerdo al as etapas programadas de extracción se presentan los cuadros de construcción de cada una de las etapas de extracción

Cuadro I.9. Polígono del área de extracción proyecto Paso Lagarto

POLÍGONO ETAPA DE EXTRACCIÓN 1						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				2	1,741,350.80	761,260.09
2	B	S 70°10'56.56" E	29.2	B	1,741,340.90	761,287.56
B	C	S 2051'23.04" W	175.645	C	1,741,176.77	761,225.03
C	3	N 64°40'40.16" W	25.886	3	1,741,187.84	761,201.63
3	2	N 19°44'07.24" E	173.133	2	1,741,350.80	761,260.09
SUPERFICIE = 4,794.251 m2						

POLÍGONO ETAPA DE EXTRACCIÓN 2						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				D	1,741,331.72	761,313.06
D	E	S 20°51'23.04" W	178.253	E	1,741,165.14	761,249.59
E	C	N 64°40'40.16" W	27.176	C	1,741,176.77	761,225.03
C	B	N 20°51'23.04" E	175.645	B	1,741,340.90	761,287.56
B	D	S 70°10'56.56" E	27.098	D	1,741,331.72	761,313.06
SUPERFICIE = 4,794.251 m2						

POLÍGONO ETAPA DE EXTRACCIÓN 3						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				D	1,741,331.72	761,313.06
D	1	S 70°10'56.56" E	33.656	1	1,741,320.31	761,344.72
1	4	S 25°15'08.37" W	180.94	4	1,741,156.66	761,267.53
4	E	N 64°40'40.16" W	19.842	E	1,741,165.14	761,249.59
E	D	N 20°51'23.04" E	178.253	D	1,741,331.72	761,313.06
SUPERFICIE = 4,794.251 m2						

Anexo II Cuadros de construcción en formato de excel

I.7.2 Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones proyectadas

I.7.3 Superficie a intervenir sin construcciones definitivas existente y por afectar (campamentos, bodegas, etc.)

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se intervendrán áreas temporales destinadas a la instalación de infraestructura provisional necesaria para la ejecución de la obra, tales como bodega de materiales, almacén de herramientas, sanitarios portátiles, zonas de acopio de materiales, áreas de maniobra para maquinaria y espacios para almacenamiento temporal de residuos de construcción.

Estas instalaciones ocuparán únicamente la superficie indispensable dentro del predio y serán retiradas al concluir el acondicionamiento, restituyendo dichas áreas conforme al diseño final del proyecto. No se prevé la ocupación permanente de estas superficies, ya que su utilización será exclusivamente temporal durante la ejecución de las obras.

I.7.4 Superficie total de vegetación existente y por afectar

El proyecto ha sido diseñado para minimizar la afectación sobre la vegetación y el cauce activo, extrayendo únicamente en las terrazas aluviales y el lecho mayor del río (donde el material ya está expuesto en temporada de estiaje).

1. Superficie de Vegetación Existente a Afectar (Cálculo real)

Para calcular la vegetación, no uso el área total del predio, sino que utilizo la huella de las secciones transversales y la imagen satelital de localización que viene en tu archivo.

Superficie total del predio: 4,794.251 m² (0.48 hectáreas).

Análisis visual del terreno: La imagen satelital y las curvas de nivel muestran que la Zona 1 (lado oeste, junto al río) y la parte central de la Zona 2 son prácticamente suelo desnudo (gravas y arenas expuestas) sin vegetación arbórea significativa.

Vegetación real a afectar: Solo se encuentra vegetación secundaria arbustiva y arbórea en la Zona 3 (lado este) y en los bordes del perímetro (franja de 4 metros de ancho mencionada en el plano: "Colinda con callejón de 4 m de ancho").

Cálculo estimado de la vegetación a afectar:

No se va a deforestar el predio completo. La maquinaria operará en el lecho de gravas. La vegetación real a remover corresponde a los arbustos y árboles dispersos en el 30% del área (principalmente en la Zona 3 y los bordes).

Superficie de vegetación a afectar: 4,794.251 m² × 30% = 1,438.27 m² (0.14 hectáreas).

Conclusión: La vegetación a afectar es mínima (0.14 ha) y corresponde a vegetación secundaria, no a bosque primario. Además, el plano indica que la "Colinda con Estero Piedra de los 80 y 90 m" (franja riparia) no será tocada.

I.7.5 Superficie de incidencia en cuerpos de agua y Zonas Federales (ZFM_T)

2. Superficie de Incidencia de Cuerpos de Agua (Cauce del Río Tonameca)

Aquí es donde el plano es crucial. La extracción NO se hará dentro del agua fluyendo, sino en el lecho mayor (gravas que quedan expuestas en temporada de estiaje).

Área de contacto con el cauce (Incidencia directa): El plano topográfico muestra el "Límite oeste

río Tonameca". Si tomamos las coordenadas de la Zona 1, los vértices 2, B y 3 están sobre ese límite. La sección transversal de esta zona muestra que se extraerá hasta una cota de 14.91 m s.n.m., mientras que el cauce activo está por debajo (cota 12.5 m).

Cálculo de la superficie de incidencia directa: El área donde la maquinaria estará en contacto con la orilla del río es una franja de aproximadamente 7 metros de ancho (según la escala de las secciones) a lo largo de los 89.954 metros del lado 1-2 (cerca del río).

Superficie de incidencia directa (agua): 7 m × 89.954 m = 629.68 m² (0.063 hectáreas).

Conclusión: La incidencia sobre el cuerpo de agua es extremadamente baja (< 0.07 hectáreas). La extracción se realiza en el lecho de gravas (fuera del agua), y el cauce activo solo es tocado en la orilla para acceder al material. No se modifica el cauce, solo se extrae el material acumulado.

Cuadro I.10. Superficies afectadas por el proyecto

Concepto	**Superficie (m²)**	**Superficie (hectáreas)**	**% respecto al predio (4,794.25 m²)**	**Observaciones (Extraído del plano y secciones)**
Superficie total del predio (Polígono Etapa 1)	4,794.251 m²	0.48 ha	100%	Área autorizada para extracción (según cuadro de construcción).
Vegetación existente a afectar (arbustiva y arbórea)	1,438.27 m²	0.14 ha	30%	Solo en Zona 3 y bordes perimetrales. El 70% del predio es grava expuesta.
Superficie de suelo desnudo (gravas y arenas)	3,355.98 m²	0.34 ha	70%	Corresponde a las Zonas 1 y 2 (lecho mayor seco en estiaje).
Incidencia directa sobre cauce activo (agua)	629.68 m²	0.063 ha	13%	Franja de contacto con la orilla del río (lado oeste). No se extrae dentro del agua.
Vegetación riparia protegida (No se afecta)	---	---	---	Se respeta el "Estero Piedra de los 80 y 90 m" y el límite natural.

"De acuerdo con las secciones transversales del levantamiento topográfico a escala 1:500, el polígono de extracción cuenta con una superficie de 4,794.25 m². Sin embargo, la vegetación a remover se limita a 1,438.27 m² (0.14 hectáreas), correspondiente a vegetación secundaria arbustiva y arbórea localizada en la Zona 3 y los bordes del predio, ya que las Zonas 1 y 2 (70% del área) se encuentran naturalmente desprovistas de vegetación al estar ocupadas por gravas y arenas aluviales expuestas. Por otro lado, la incidencia sobre el cuerpo de agua del Río Tonameca se restringe a una franja de 629.68 m² (0.063 hectáreas) en el límite oeste del predio, donde la maquinaria opera en la orilla del cauce durante la temporada de estiaje, sin modificar la sección hidráulica del río ni afectar el flujo de agua."

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

II.1 Disposiciones y restricciones aplicables así como análisis de congruencia y cumplimiento con los siguientes Instrumentos Jurídicos:

II.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

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.1. Vinculación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente con el proyecto.

Articulo	**Fracción aplicable**	**Vinculación con el proyecto**	**Forma de cumplimiento**
Sección V: Evaluación del Impacto Ambiental			
ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: Párrafo reformado DOF 23-02-2005	Extracción de materiales petreos	Se requiere autorizacion	A través de un documento se solicitará autorización en materia de impacto ambiental a la secretaria del medio ambiente y recursos naturales.
ARTÍCULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.		Vinculante al proyecto al tratarse de un Extracción de materiales petreos	A través de un documento que se presentara a la secretaria y de acuerdo a la guía particular para su autorización.
ARTÍCULO 34.- Una vez que la Secretaría reciba una manifestación de impacto ambiental e integre el expediente a que se refiere el artículo 35, pondrá ésta a disposición del público, con el fin de que pueda ser consultada por cualquier persona.	I.- La Secretaría publicará la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental en su Gaceta Ecológica. Asimismo, el promovente deberá publicar a su costa, un extracto del proyecto de la obra o actividad en un periódico de amplia circulación en la entidad federativa de que se trate, dentro del plazo de cinco días contados a partir de la fecha en que se presente la manifestación de impacto ambiental a la Secretaría	Es vinculante porque se debe cumplir con el requisito de publicar con la finalidad de darla a conocer, para las observaciones que considere pertinentes algún ciudadano.	Se Publicará un extracto del proyecto en un periódico de circulación estatal.
ARTÍCULO 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) elaboran la manifestación de impacto ambiental del proyecto	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-P
Capítulo II Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera			
ARTÍCULO 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	Vinculable con el proyecto al requerir el uso de maquinaria ligera durante la etapa de construcción.	Durante la etapa de construcción el contratista deberá verificar que su maquinaria ligera tenga en mantenimiento

	la población y el equilibrio ecológico.		adecuado para prevenir emisiones contaminantes a la atmósfera.
CAPÍTULO III Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos			
ARTÍCULO 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 durante la construcción del proyecto es necesario el uso de agua.	El contratista dispondrá de un sanitario móvil durante la etapa de construcción, asimismo durante la etapa de operación, el proyecto contempla un sistema de biodigestión para el tratamiento de aguas residuales, y poder utilizarlas para el riego de áreas verdes.
	II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo		Se contratará el servicio de pinas de agua para suministrar en la etapa constructiva, durante la operación de proyecto se proyecta contar con sistema de captación de agua de lluvia
ARTÍCULO 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.		Vinculante con el proyecto por el personal que estará laborando en las diferentes etapas del proyecto	El uso de sistemas de tratamiento de aguas residuales durante la operación permitirá evitar descargas de aguas residuales que no cumplan con los limites permisibles.
CAPÍTULO IV Prevención y Control de la Contaminación del Suelo			
ARTÍCULO 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:	II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	Vinculante con el proyecto, en las diferentes etapas del proyecto se generan residuos sólidos.	Durante la etapa de construcción el contratista implementara contenedores con su señalética correspondiente para depositar los residuos generados en esta etapa, así mismo se ocupará el servicio municipal de recolección de residuos sólidos para su disposición final.

II.1.2 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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.2. 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			
Artículo 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:	q) Desarrollos Inmobiliarios Que Afecten los ecosistemas costeros	c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.	Se solicitará a la SEMARNAT realice la evaluación en materia de impacto ambiental, para ello se ingresará el presente manifiesto
Capítulo III Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental			

Artículo	Fracción	Vinculación con el proyecto	Forma de cumplimiento
Artículo 9o.- 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 al proyecto porque se presentarán los impactos del proyecto en sus diferentes etapas	Se ingresará la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular ante la Secretaría, como se indica en este artículo.
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:	I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	Vinculante con el proyecto	Se ingresará la Manifestación de Impacto Ambiental como se indica en este artículo respecto al contenido en su modalidad particular ante la Secretaría, como se indica en este artículo.

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, derivado del análisis de la ubicación la cual se encuentra inmerso en la microcuenca hidrológica

Cuadro II.3. 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			
ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los 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, en las diferentes etapas del proyecto se generarán residuos sólidos, aun cuando no se encuentren cuerpos de agua próximos al proyecto.	Para cumplir con este artículo, se prohibirá la disposición de cualquier tipo de residuo en los Cuerpos de agua cercanos al proyecto, 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.

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales.

Cuadro II.4. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales.

Artículo	Vinculación y forma de cumplimiento
ARTICULO 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 a las corrientes de agua y sus zonas federales.

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.5. 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			
Artículo 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, conforme a las siguientes facultades:	III. Controlar los residuos sólidos urbanos y, en coordinación con las entidades federativas, aprovechar la materia orgánica en procesos de generación 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.	III. Controlar los residuos sólidos urbanos colocar contenedores durante cada una de las etapas y solicitar el servico de recoleccion municipal

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.

Ley federal de responsabilidad ambiental

Artículo 1o.- La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental.

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales.

La vinculación con dicha ley radica en el hecho del promovente de presentar este estudio para obtener las autorizaciones correspondientes

Programa Nacional de Desarrollo Urbano

El Programa Nacional de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano 2021-2024 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.

Respecto del Desarrollo Económico y Turístico, la inversión en infraestructura, fomenta mejoras en transporte, servicios básicos y conectividad para hacer más accesibles los Pueblos Mágicos, impulsa la economía local durante todas las etapas del proyecto, así mismo ofrece una oferta más al turismo nacional y extranjero, con el enfoque sustentable del proyecto

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

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMART), derivado del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, contribuirá con los objetivos establecidos 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.

II.1.3 Programas de Ordenamiento Ecológico (General, Regional, Local y Marino)

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Istmo de Tehuantepec (POERTEO)

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 proyecto se encuentra inmerso la Región Ecológica 18.15 y la Unidad Ambiental Biofísica Número 144 Costas Sur del Estado de Oaxaca, con política ambiental de Protección, asociados del desarrollo: Agricultura- Minería-Turismo, como se aprecia en la siguiente figura, y esta regulado por la UGA 001 del POETO estatal y por la UGA11 POEL Municipal

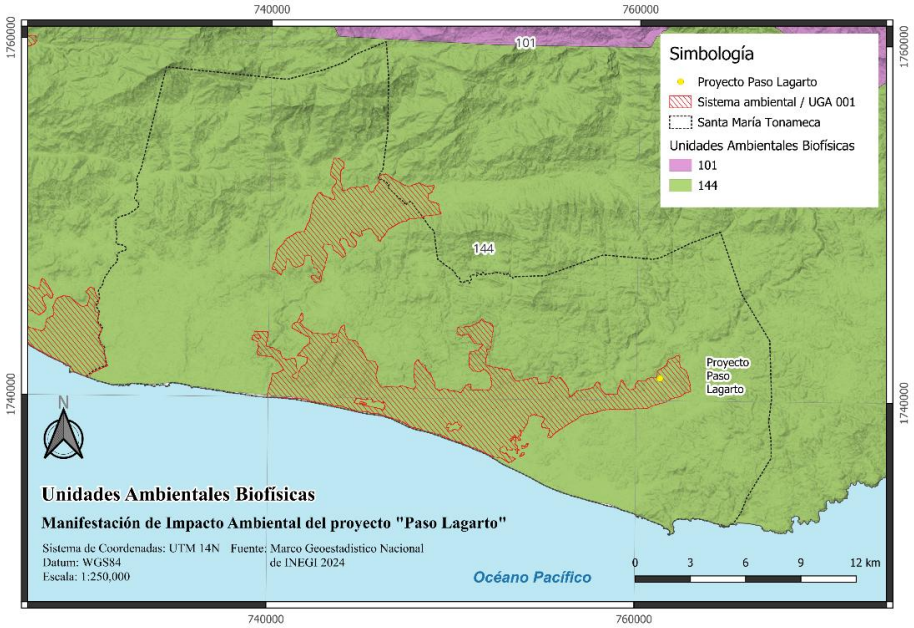


Figura II.1. Unidad Ambiental Biofísica en la que se encuentra inmerso el proyecto.

La UAB Costas Sur del Estado de Oaxaca, cuenta con una superficie en km^2 de 4,231.84, su población en 2008 fue de 247,875 habitantes incluyendo población indígena. En el cuadro siguiente se desglosan las características de la UAB 144.

Cuadro II.6. Características de la UAB Costas Sur del Estado de Oaxaca.

Estado del medio ambiente en el año 2008	Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Baja. El uso de suelo es de Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial: Sin información. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 13.7. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:	Muy crítico				
Política ambiental:	Restauración y aprovechamiento sustentable.				
Prioridad de atención:	Alta				
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interes**	**Estrategias sectoriales**
144	Desarrollo Social - Preservación de Flora y Fauna	Ganadería - Poblacional	Agricultura - Minería - Turismo	SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Estrategias. UAB 144	
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	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de los 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. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).

Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.
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.
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.
Infraestructura y 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
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 Costas Sur del Estado de Oaxaca, el proyecto no contraviene la política ambiental de restauración y aprovechamiento sustentable, con mejores relaciones consumo – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional), siendo el objetivo del presente proyecto. Por otra parte, a fin de lograr o contribuir con las estrategias del segundo grupo, dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana en aspectos de preservación y protección de los recursos naturales, se implementarán programas de restauración (reforestación con especies propias de la región y obras de conservación de suelo y agua) a fin de conservar los ecosistemas y la biodiversidad.

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 001 con política de Aprovechamiento Sustentable, los sectores recomendados son asentamientos humanos, con una superficie total de 521,596.28 ha, con una biodiversidad alta, nivel de riesgo medio, nivel de presión bajo esto se puede apreciar en el mapa siguiente:

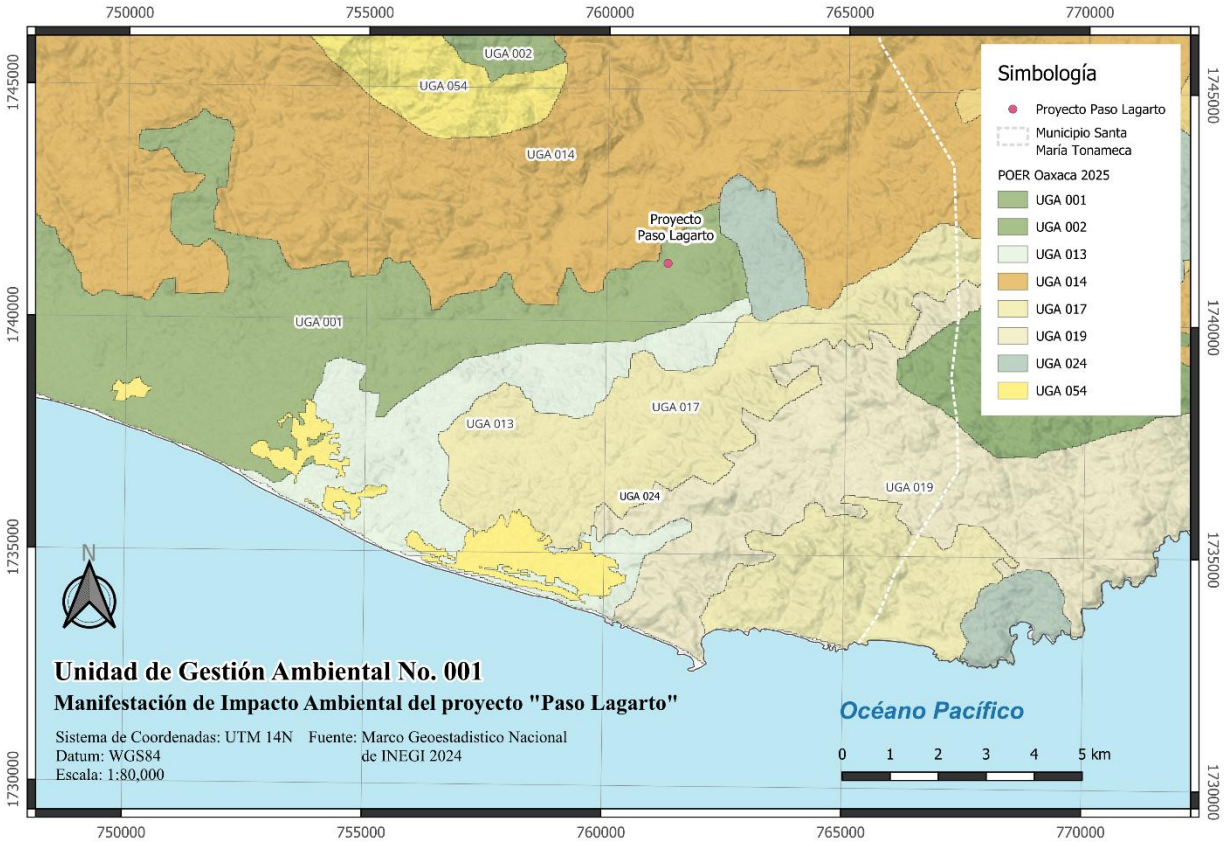


Figura II.2. Unidad de Gestión Ambiental en la que se ubica el proyecto.

Cuadro II.7. Características de la UGA 001, POERTEO, Estatal

CLAVE UGA	POLITICA	USO RECOMENDADO O PREDOMINANTE	USOS CONDICIONADOS	SIN APTITUD O USOS INCOMPATIBLES	USOS NO RECOMENDADOS	Biodiversidad	Nivel de riesgo	Nivel de presion	SUPERFICIE (ha)
UGA 001	Aprovechamiento Sustentable	Agrícola, Acuícola, Ganadería	Industria, Minería, Industria eólica, Asentamientos humanos	Forestal	Apícola, Ecoturismo, Turismo	Alta	Medio	Bajo	521,596.28

Cuadro II.7. Características de la UGA 11 POEL Tonameca

USO PREDOMINANTE:	Agricultura	USOS CONDICIONADOS:	Asentamientos Humanos, Infraestructura
POLÍTICA:	Aprovechamiento sustentable	CLAVE UGA:	11
SUPERFICIE (ha):	1828.05	Shape_Length:	95852.57431
USOS COMPATIBLES:	Pecuario, Pesca	Shape_Area:	18399550.62

A continuación, se realizó la vinculación del proyecto con los criterios de regulación de la UGA 001, UGA 11

Cuadro II.8. Criterio de regulación ecológica de la UGA 001,(Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca) y UGA 11(Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Santa María Tonameca)

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto	Vinculación con criterios de la UGA 001 (POETO Estatal)	Vinculación con criterios de la UGA 11 (POEL Municipal)
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Art. 27: Cauces y materiales pétreos son propiedad de la Nación; requieren concesión federal.	Cumplimiento: Se gestionará la concesión de extracción ante CONAGUA en el cauce del río Tonameca.	Compatibilidad: La extracción se realizará sin modificar el régimen hidrológico (C-013 y C-014).	Compatibilidad: El proyecto se alinea con la política de "Aprovechamiento Sustentable" de la UGA 11.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	- Art. 28: Obligación de presentar MIA. - Art. 117 y 121: Prevención de contaminación del agua. - Art. 134: Control de residuos sólidos.	Cumplimiento: Se presenta MIA-P ante SEMARNAT. Se implementará un biodigestor para aguas residuales y contenedores señalizados para residuos.	Compatibilidad: Se protege la integridad del Sistema Ambiental 001 (mapa 25) con estrictas medidas de control de contaminantes.	Vinculación directa: Se cumplen los criterios L5 (Prevención y control de contaminación de cuerpos de agua) y Ah8 (Infraestructura para el acopio de residuos sólidos urbanos).
Ley de Aguas Nacionales (LAN)	- Art. 13, Fracc. VI: Extracciones en cauces requieren concesión. - Art. 86 Bis 2: Prohíbe arrojar residuos a cuerpos receptores.	Cumplimiento: Se gestionará la concesión. Se prohibirá la disposición de residuos en el cauce y se respetará una franja de vegetación riparia de 50 m.	Compatibilidad: El proyecto respeta los criterios C-013 (Preservación de zonas riparias) y C-014 (Evitar modificación de cauces).	Vinculación directa: Se cumple el criterio If11 (Respetar una franja de amortiguamiento) y If12 (Mantener sin alteración los canales de comunicación entre cuerpos de agua).
Reglamento de la LGEEPA en Materia de EIA	Art. 5, Fracc. VII: Extracción de materiales pétreos en cauces requiere autorización ambiental.	Cumplimiento: La actividad se encuentra en el supuesto del Art. 5, Fracc. VII (cauce y ribera).	Vinculación: La MIA-P justifica que el polígono de extracción no afectará los componentes críticos de la UGA 001.	Vinculación: Se cumple el criterio Mi1 (La explotación de bancos de material pétreo debe realizarse fuera de centros de población y cumplir con la MIA federal).
Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca (POETO)	Políticas para UGA 001: Sistema Ambiental de alta fragilidad. Aplica C-013, C-014 y C-015.	Cumplimiento: El proyecto se ubica dentro de la UGA 001. No se modificará el cauce natural y se mantendrá una franja de 50 m de vegetación riparia.	Vinculación directa: El aprovechamiento se alinea con la política de sustentabilidad, respetando los criterios de C-015 (Mantener vegetación riparia) como corredor biológico.	Compatibilidad: El programa de restauración final del proyecto incluye reforestación con vegetación nativa, cumpliendo con el criterio If9 (Incorporar vegetación nativa a las áreas verdes de los proyectos).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto	Vinculación con criterios de la UGA 001 (POETO Estatal)	Vinculación con criterios de la UGA 11 (POEL Municipal)
Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Santa María Tonameca (POEL)	Políticas para UGA 11: Aprovechamiento Sustentable.	Cumplimiento: El proyecto se alinea con el uso de suelo permitido para la extracción de materiales bajo un esquema regulado.	Compatibilidad: Las medidas de mitigación propuestas previenen la erosión del suelo, lo cual es consistente con la conservación de la UGA 001.	Vinculación directa: El proyecto está en estricto apego a los criterios Mi1 (Extracción de material pétreo con MIA) y Mi2 (Cumplir con las condicionantes y el plan de restauración de la MIA).
NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-003-SEMARNAT-1997	Límites de contaminantes en descargas y reúso de aguas residuales.	Cumplimiento: No se generarán descargas directas al río. El agua tratada se reutilizará para riego y control de polvo.	Compatibilidad: Protege las aguas superficiales de la UGA 001 que fluyen hacia el Océano Pacífico.	Vinculación directa: Se cumple el criterio Ag10 (Las aguas residuales utilizadas para riego deberán ser tratadas y cumplir con los límites permisibles).
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de especies de flora y fauna en categorías de riesgo.	Cumplimiento: No se encontraron especies enlistadas en la NOM-059 en el área de extracción directa.	Compatibilidad: Se respetará la franja riparia (C-015) como corredor biológico para la fauna local.	Compatibilidad: El proyecto contribuye a no afectar la viabilidad de especies, alineándose con el criterio P2 (No afectar especies de la NOM-059 y endémicas).
NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Clasificación de residuos peligrosos y límites de hidrocarburos en suelos.	Cumplimiento: Los residuos peligrosos serán almacenados en un área impermeabilizada y entregados a un gestor.	Compatibilidad: Se evita la contaminación del Sistema Ambiental 001, sensible a la infiltración de hidrocarburos.	Vinculación directa: Se cumple con el criterio If6 (Mantener una plataforma impermeabilizada para el mantenimiento de maquinaria que evite la infiltración de materiales peligrosos al subsuelo).
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Art. 117: Prohíbe el cambio de uso de suelo en terrenos forestales sin autorización.	Cumplimiento: El polígono de extracción se ubica en zona de cauce y ribera (depósitos aluviales), no en terrenos forestales.	Compatibilidad: El proyecto no invade las áreas de conservación definidas dentro de la UGA 001.	Compatibilidad: La extracción no afecta las Áreas Prioritarias para la Conservación mencionadas en los criterios Ah7 y If7, ya que se realiza en el cauce.
Plan Municipal de Desarrollo Sostenible de Santa María Tonameca	Busca armonizar la dimensión social, económica y ambiental.	Cumplimiento: Se generarán empleos locales y materiales para construcción con acciones de cuidado ambiental.	Compatibilidad: El proyecto está diseñado para no comprometer los servicios ambientales de la UGA 001.	Compatibilidad: El plan de restauración incluye reforestación con especies nativas, cumpliendo con el criterio L12 (Desarrollo rural sustentable).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto	Vinculación con criterios de la UGA 001 (POETO Estatal)	Vinculación con criterios de la UGA 11 (POEL Municipal)
Lineamientos de Infraestructura (If) y Asentamientos Humanos (Ah) del POEL	Criterios: If11 (amortiguamiento), If12 (alteración de cauces), Ah5 (manejo de aguas residuales).	Cumplimiento: Se respetará la franja de amortiguamiento. No se alterarán los cauces naturales. Se manejarán las aguas residuales con biodigestor.	Compatibilidad: Se protege la integridad ecológica del sistema riparia de la UGA 001.	Vinculación directa: Se cumplen al 100% los criterios If11, If12, If13 (Evitar desarrollo urbano en orillas de cauces) y Ah5 (Sistemas alternativos para el manejo de aguas residuales).
Ley General de Cambio Climático	Art. 8: Obliga a incorporar criterios de mitigación y adaptación al cambio climático en los proyectos.	Cumplimiento: Se realizará un programa de mantenimiento preventivo para optimizar el consumo de combustible y reducir las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero).	Compatibilidad: Se reduce la huella de carbono en un sistema ambiental sensible (UGA 001).	Compatibilidad: Se alinea con las políticas municipales de desarrollo sostenible mencionadas en el Plan Municipal.
Ley Minera	Art. 1, Párrafo 2: Excluye de su aplicación la extracción de materiales pétreos para uso directo en construcción cuando se realice en cauces.	Cumplimiento: La actividad se rige por la Ley de Aguas Nacionales y no por la Ley Minera, ya que la extracción se realiza en un cauce para uso en construcción.	Compatibilidad: El proyecto no requiere concesión minera, solo la concesión de CONAGUA.	Compatibilidad: El proyecto se encuentra en el supuesto de exclusión de la Ley Minera, alineado con el criterio Mi1.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de emisiones de ruido de vehículos automotores y maquinaria.	Cumplimiento: La maquinaria contará con mantenimiento preventivo para reducir las emisiones de ruido, cumpliendo con los límites establecidos.	Compatibilidad: Se protege la fauna silvestre de la UGA 001, evitando estrés por ruido excesivo.	Compatibilidad: Se evitan molestias a los asentamientos humanos de San Antonio y Santa María Tonameca (criterio If11).
NOM-054-SEMARNAT-1993	Procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos.	Cumplimiento: Los residuos peligrosos (aceites, solventes, estopas) serán almacenados en contenedores separados para evitar reacciones químicas peligrosas.	Compatibilidad: Se evita la contaminación del suelo y subsuelo del sistema ambiental riparia.	Compatibilidad: Se cumplen los criterios de manejo de residuos establecidos en el POEL (criterio If6).
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos.	Cumplimiento: Los residuos sólidos urbanos (basura doméstica) serán recolectados y dispuestos en el sitio autorizado por el municipio.	Compatibilidad: Se evita la acumulación de basura en el cauce del río (UGA 001).	Compatibilidad: Se cumple con el criterio municipal Ah8 (Infraestructura para el acopio de residuos sólidos urbanos).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto	Vinculación con criterios de la UGA 001 (POETO Estatal)	Vinculación con criterios de la UGA 11 (POEL Municipal)
NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007	Especificaciones técnicas sobre el uso del fuego para la eliminación de vegetación en terrenos agrícolas.	Cumplimiento: El proyecto NO utilizará fuego para la eliminación de vegetación.	Compatibilidad: Se respeta el criterio C-017 del POETO Estatal que prohíbe la quema.	Compatibilidad: Se protege la calidad del aire en la UGA 11.
Reglamento de Construcción del Municipio de Santa María Tonameca (Corregido)	Establece requisitos para obras de construcción y extracción de materiales.	Cumplimiento: Se obtendrán los permisos municipales correspondientes para la adecuación del terreno y la operación del proyecto.	Compatibilidad: Las obras se realizarán conforme a la normatividad local, respetando los criterios de la UGA 001.	Vinculación directa: Se cumplen los lineamientos de infraestructura (If1 a If9) establecidos en el POEL Municipal.

Tras el análisis exhaustivo del marco normativo aplicable, se concluye que el proyecto "Paso Lagarto", destinado a la extracción de materiales pétreos en el cauce del río Tonameca, municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, se encuentra en plena congruencia y cumplimiento con la legislación federal, estatal y municipal vigente.

El proyecto ha sido diseñado para atender estrictamente lo dispuesto en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento, al presentar la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular (MIA-P) ante la SEMARNAT, así como la solicitud de concesión ante CONAGUA. En materia de ordenamiento ecológico, las actividades propuestas se alinean con la política de Aprovechamiento Sustentable de la UGA 001 del POETO Estatal y de la UGA 11 del POEL Municipal, respetando los criterios de preservación de zonas riparias (C-013, C-014, If11) y la conservación de la vegetación riparia. Asimismo, se cumplen las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en materia de descargas (NOM-001 y NOM-003), residuos peligrosos (NOM-052 y NOM-138), ruido (NOM-045) y protección de especies (NOM-059). La implementación de medidas de mitigación, como el tratamiento de aguas residuales, el manejo adecuado de residuos y un plan de restauración con especies nativas, garantiza la viabilidad ambiental del proyecto, contribuyendo al desarrollo sustentable de la región.

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.1.4 Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano

En el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, se menciona que el gobierno de México está comprometido a impulsar el Desarrollo Sustentable "tiene como base el impulso de un desarrollo sustentable, es decir, lograr un equilibrio entre desarrollo económico, social y ambiental que preserve el medio ambiente y evite un daño irreversible, al tiempo que busca evitar que se agoten los recursos naturales y permitir su disfrute a las generaciones futuras. La justicia social debe ir acompañada de una justicia ambiental, de un modelo de sociedad que disminuya su huella ecológica y respete los ciclos naturales de reproducción de la vida", *en este sentido, el proyecto En su eje* de Desarrollo Sustentable: Establece la conservación de ecosistemas, la protección de cuencas e hídrica, y la transición hacia la economía circular. Toda actividad extractiva debe garantizar el uso racional de los recursos sin degradar el entorno. Infraestructura y Consumo de Insumos: El PND contempla metas de infraestructura masiva (carreteras, trenes y vivienda social). Esto genera una alta demanda indirecta de agregados pétreos, pero la operación de los bancos de material se rige por las autorizaciones ambientales de impacto y normatividades de mitigación correspondientes a nivel estatal o federal.

Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028

EL PROYECTO, tiene estrecha relación con el eje 5 del Plan Estatal de Desarrollo por el apartado de vivienda, constituyen los elementos básicos para el desarrollo económico y mejoramiento de las condiciones de vida de las personas y las comunidades. *El proyecto considera el eje transversal de desarrollo sostenible y cambio climático, al establecer las medidas para mitigar los efectos del proyecto.*

Plan Municipal de Desarrollo Sostenible de Santa Maria Tonameca2022-2024

Se realizó la vinculación del proyecto con el Plan Municipal de Desarrollo Sostenible, que supone armonizar la dimensión social, económica y ambiental en todos los niveles del diseño estratégico asegurando que el logro de los objetivos de una dimensión genere los menores impactos negativos sobre otras dimensiones del desarrollo. Por lo que el municipio se

compromete en buscar y adoptar los métodos necesarios para proteger los recursos naturales y garantizar su conservación para las futuras generaciones,

Con el desarrollo del proyecto, se espera contribuir con el desarrollo económico considerando las acciones que ayuden a fortalecer el cuidado del medio ambiente, en la localidad de Paso Lagarto.

II.1.5 Decretos y Planes de Manejo de Áreas Naturales Protegidas (ANP) o ADVC

Decretos y programas de conservación y manejo de áreas naturales protegidas

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.

En México existen 232 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, suman una extensión aproximada de 98,000,719 hectáreas (alrededor de 980,000 km^2), las cuales se distribuyen de la siguiente manera: Superficie terrestre: 23,096,563 ha (representa el 11.76% del territorio terrestre nacional).Superficie marina: 74,904,155 ha (representa el 23.78% de la superficie marina del país).

En el estado de Oaxaca existen 16 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de carácter federal, además de una red masiva de conservación comunitaria a través de las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Área Natural Protegida Federal	**Categoría de Manejo**	**Extensión Aproximada (ha)**	**Ecosistema / Características**
Cuicatlán - Tehuacán (Compartida con Puebla)	Reserva de la Biosfera	296,272.00 ha (Total)	Cactáceas, matorral xerófilo y biodiversidad árida única.
Lagunas de Chacahua	Parque Nacional	14,896.07 ha	Sistemas lagunares, manglares y fauna marina.
Huatulco	Parque Nacional	11,890.98 ha	Selva baja caducifolia y zonas marinas arrecifales.

Boquerón de Tonalá	Área de Protección de Flora y Fauna	3,912.32 ha	Cañón y bosque tropical caducifolio en la Mixteca.
Benito Juárez	Parque Nacional	2,591.52 ha	Bosques de pino-encino en los Valles Centrales.
Bajos de Coyula II (Decreto reciente)	Área de Protección de Flora y Fauna	2,633.49 ha	Conectividad de selvas secas y vegetación costera.
Huatulco II y Tangolunda (Nuevos parques)	Parques Nacionales	≈2,348 ha	Protección de selvas y faja costera de la costa oaxaqueña.
Yagul	Monumento Natural	1,076.06 ha	Valor ecológico, histórico y arqueológico (matorral xerófilo).
Santuarios Playa Escobilla, Morro Ayuta, Chacahua	Santuarios (Playas)	>800 ha	Zonas clave de anidación masiva de tortuga marina.

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.

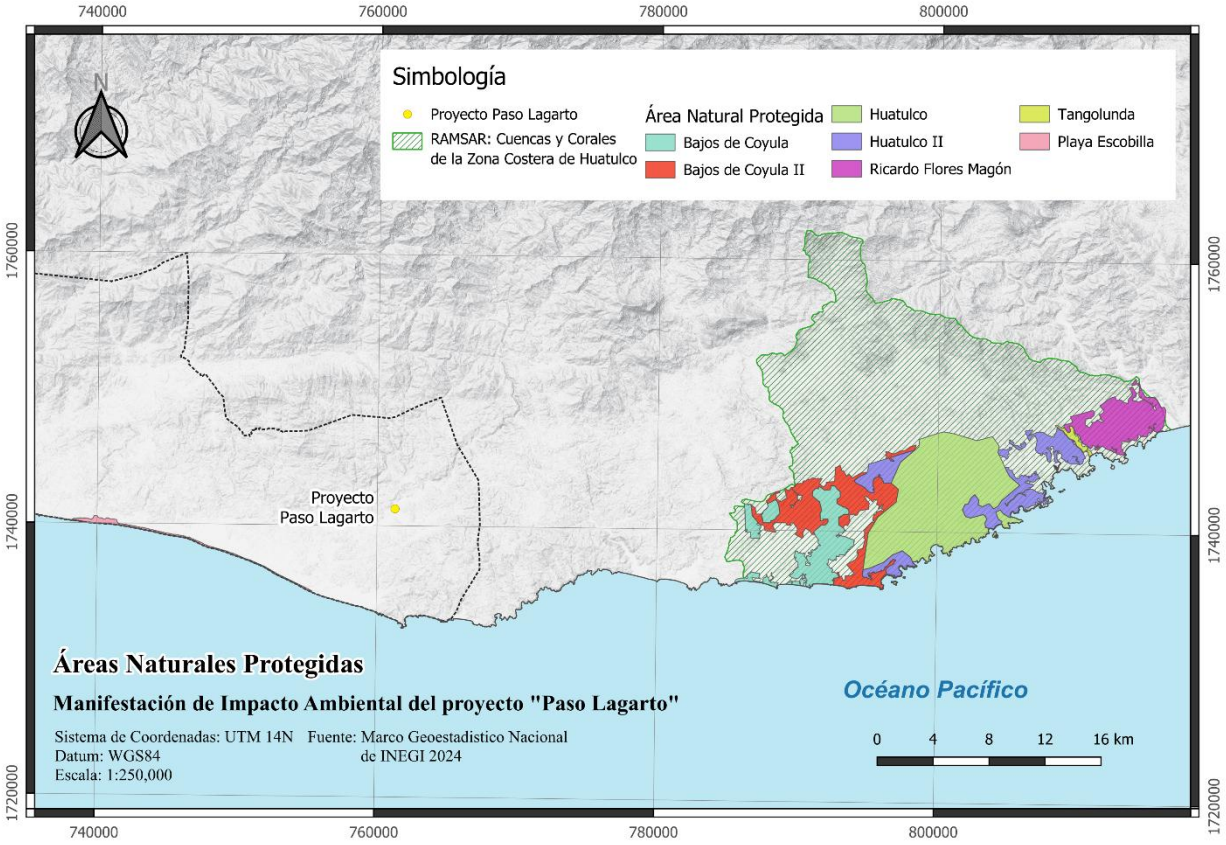


Figura II.3. Ubicación del proyecto referente a Áreas Naturales Protegidas federales.

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).

n conjunto, estas 6 áreas estatales abarcan una superficie aproximada de 7,532.59 hectáreas (alrededor de 75.3 km²):

Área Natural Protegida Estatal	Categoría de Manejo	Municipio(s) / Región	Extensión (ha)	Ecosistema / Tipo de Vegetación
Hierve el Agua	Parque Estatal	San Lorenzo Albarradas (Valles Centrales)	4,125.10 ha	Selva baja caducifolia y formaciones de manantiales petrificados.
La Sabana	Reserva Estatal	San Juan Cotzocón (Sierra Mixe)	2,050.00 ha	Selva alta y mediana perennifolia, plantaciones forestales.
Zona de Reserva Ecológica y ANP	Reserva Ecológica	Oaxaca de Juárez (Valles Centrales)	1,239.52 ha	Bosque de pino-encino, matorral xerófilo y selva baja caducifolia.
Cerro del Fortín	Parque Estatal	Oaxaca de Juárez (Valles Centrales)	87.99 ha	Bosque de encino, matorral xerófilo y selva baja caducifolia.
Parque Ecológico Regional del Istmo	Reserva Ecológica	Juchitán de Zaragoza y El Espinal (Istmo)	30.42 ha	Selva baja caducifolia y matorral xerófilo.
Cerro Ta-Mee	Parque Estatal	San Juan Bautista Cuicatlán (Cañada)	20.06 ha	Selva xerófila y cactáceas.

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.

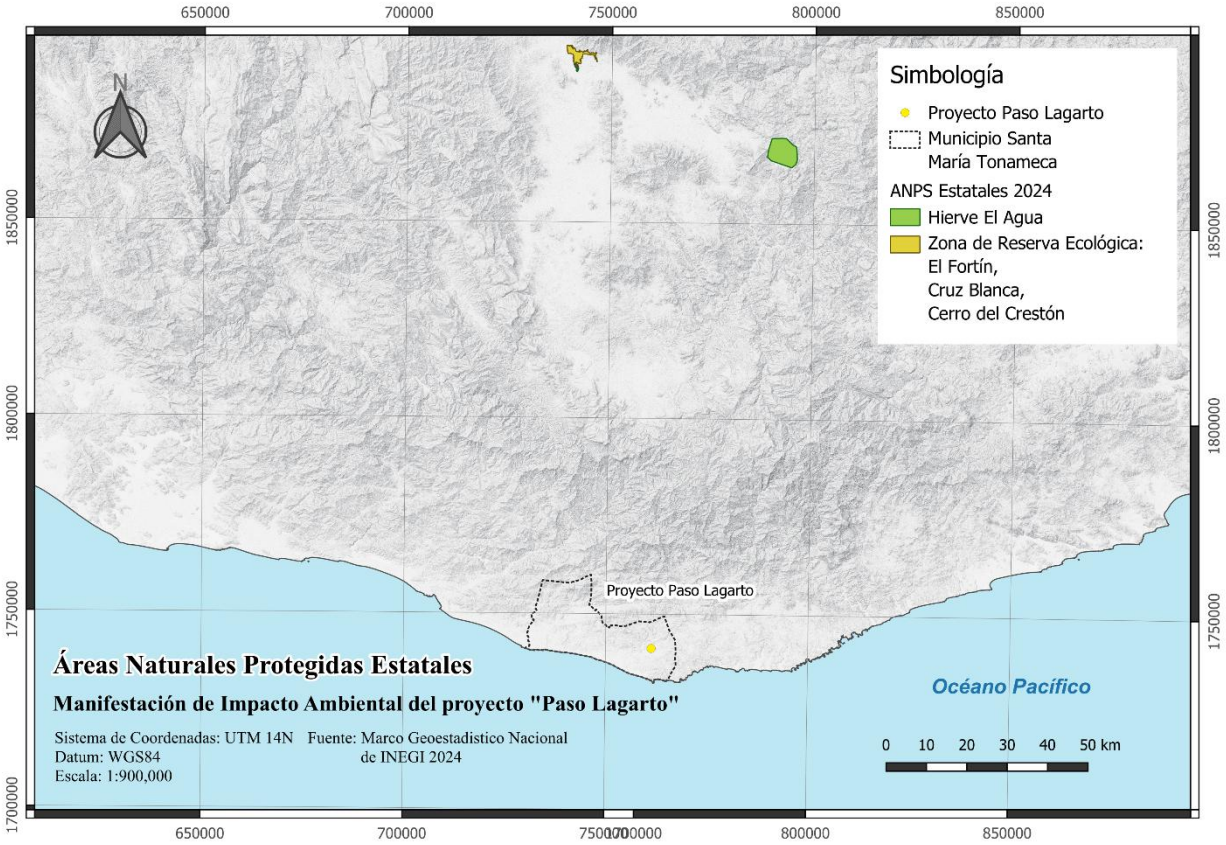


Figura II.4. Ubicación del proyecto con relación al ANP estatal más cercano

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.

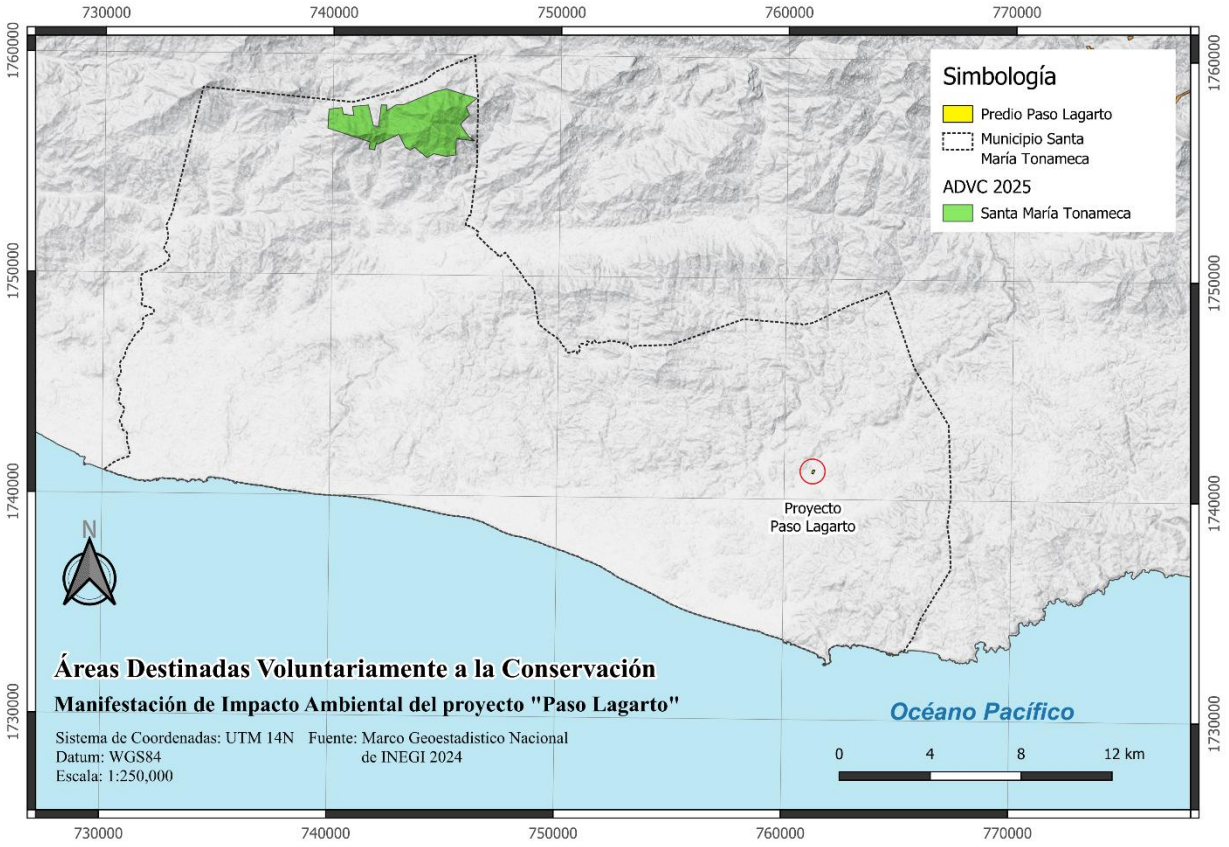


Figura II.5. Ubicación del proyecto con el ADVC más cercano.

Como se aprecia en el mapa, el ADVC más cercano a lo que será la ubicación del proyecto es en pluma hidalgo a una distancia del proyecto de 28.77 km aprox. en línea recta.

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 region prioritaria "sierra sur y costa Oaxaca".

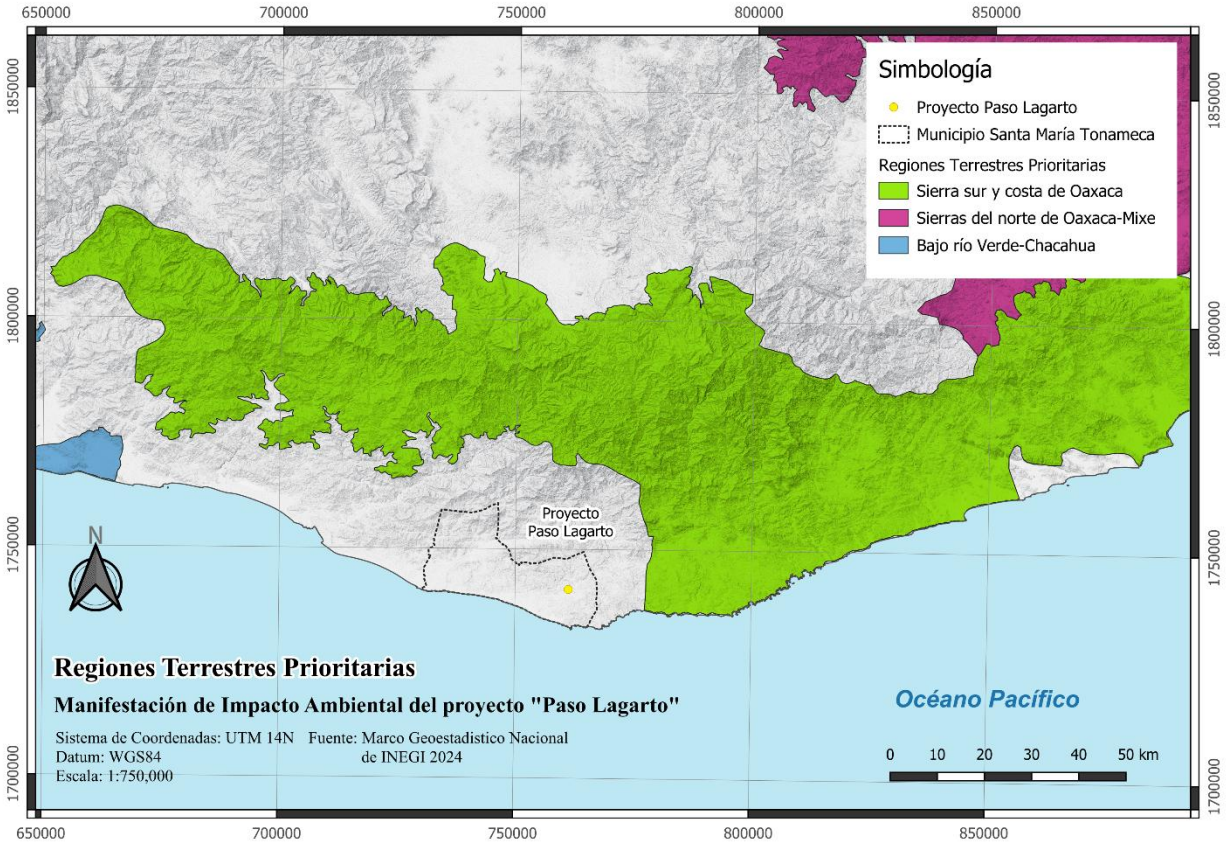


Figura II.6. Región Terrestre Prioritaria en la que se encuentra inmerso el proyecto.

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 hidrológicas prioritarias delimitadas, por lo que, se considera que no tendrá incidencias negativas sobre ellas, y más porque la RHP más cercana está a 34.48 km en línea recta.

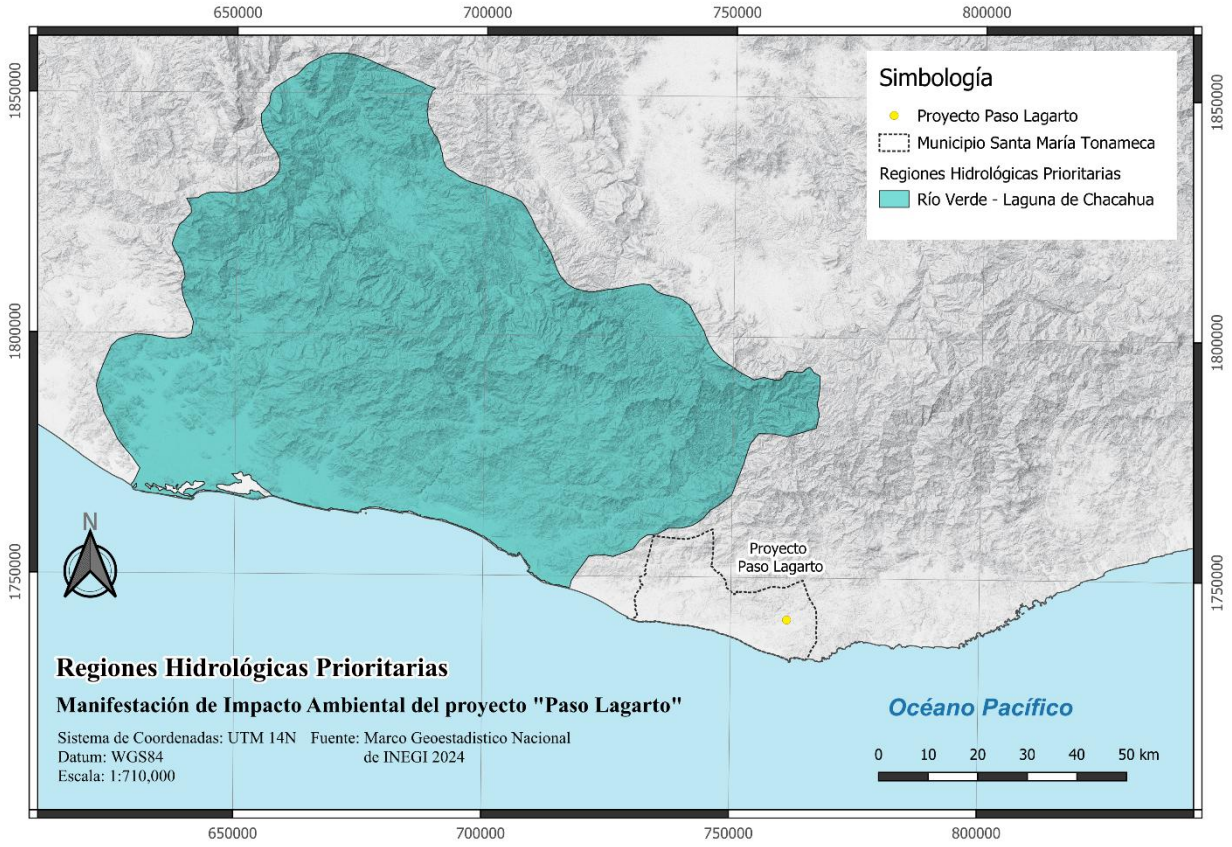


Figura II.7. Ubicación de la RHP con respecto al proyecto.

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 aves 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, encuentra inmerso en el AICA, Sierra De Miahuatlan.

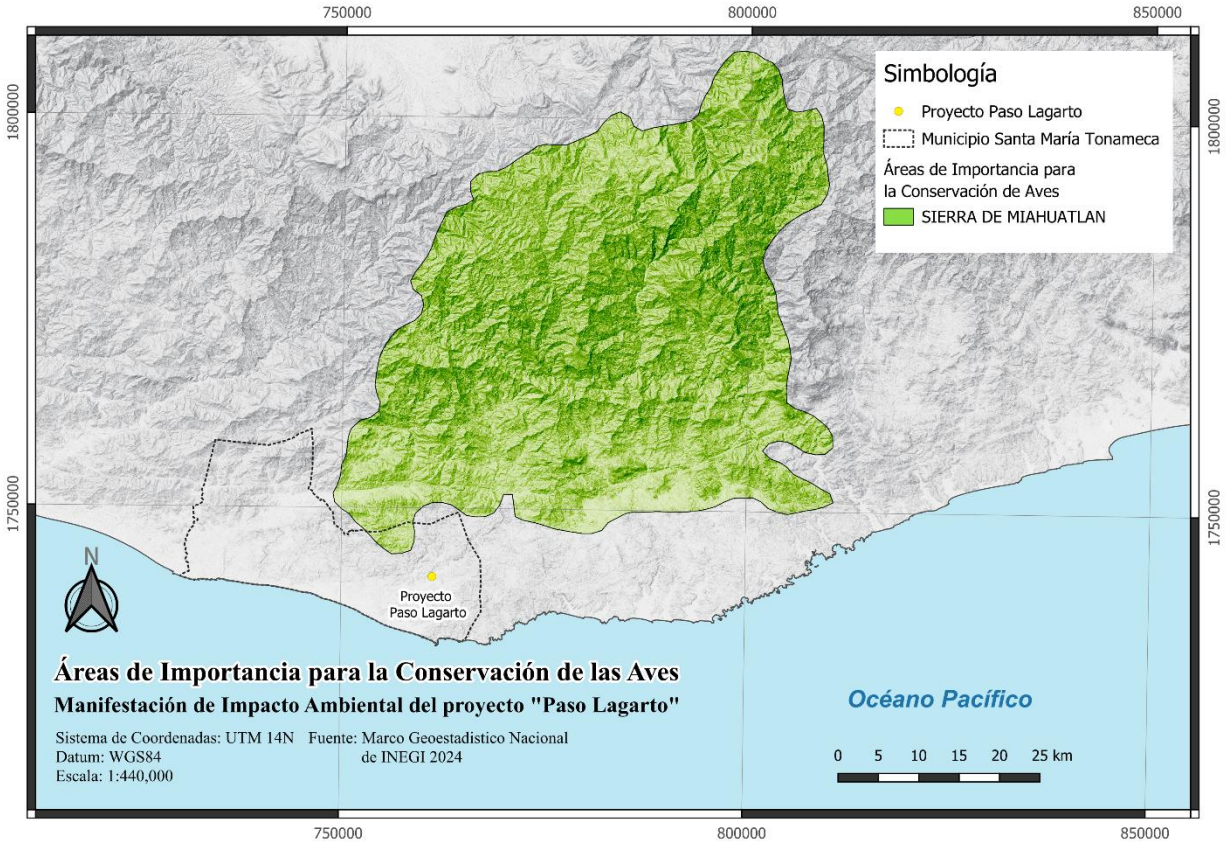


Figura II.8. Ubicación del proyecto con relación a las AICAS.

II.1.6 Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

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.9. Normas oficiales mexicanas que se vinculan con el proyecto.

NOM	Que establece	Vinculación con el proyecto
NOM-001-SEMARNAT-2021 (Descarga de aguas residuales)	Regula los límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales.	Durante la operacion esta norma será atendida, la instalacion de sanitarios ya que se consideró la implementación de biodigestores, con la finalidad de reutilizar el agua en reigo de areas verdes.
NOM-003-SEMARNAT-1997	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en el servicios públicos	El proyecto contempla la utilización de las aguas residuales para el riego de las áreas verdes, para ello y dar cumplimiento al tratamiento de aguas residuales con la implementación de un sistema de biodigestión
NOM-059-SEMARNAT-2010:	Protección de especies nativas (evitar afectar flora/fauna local).	No será necesario alguna medida especial, debido a que se realizó un estudio de campo para identificar las especies de flora o fauna que se encuentran en el área del estudio y no se tendrá la afectación de especies enlistadas en alguna categoría de esta norma.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Características, procedimiento de identificación, clasificación y listado de residuos peligrosos.	Cumplimiento: Los residuos peligrosos generados (aceites usados, filtros, estopas y envases contaminados) serán clasificados y manejados conforme a esta norma.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos peligrosos.	Cumplimiento: Los residuos peligrosos serán almacenados por separado según su compatibilidad química, evitando mezclas que generen reacciones peligrosas.
NOM-083-SEMARNAT-2003	Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Cumplimiento: Los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en el sitio autorizado por el municipio de Santa Maria Tonameca, cumpliendo con las especificaciones de esta norma.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos.	Cumplimiento: Se implementarán medidas de control para evitar derrames de combustibles y aceites en el suelo. En caso de contingencia, se realizará la remediación conforme a esta norma.
NOM-045-SEMARNAT-1996	Límites máximos permisibles de emisiones de ruido de vehículos automotores y maquinaria.	Cumplimiento: La maquinaria contará con mantenimiento preventivo para reducir las emisiones de ruido, cumpliendo con los límites establecidos.

Otros instrumentos

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.

Vinculación:
De acuerdo con los artículos mencionados de la presente Ley y considerando que el proyecto por tratarse de una obra enlistada en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), como desarrollo inmobiliario y de su Reglamento en materia de Impacto Ambiental, se elaboró la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular para ser evaluada en Materia de Impacto Ambiental.

II.2 Población Indígena y Comunidades Afromexicanas

-Estado, municipio y localidades

Cuadro II.10. Consulta de comunidades indígenas

Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia		
Estado (s)	Municipio (s)	Localidad (es)
Oaxaca	Santa Maria Tonameca	Paso Lagarto

Pueblo Indígena	Nombre Comunidad	Entidad Federativa	Municipio	Acción
Zapoteco	Paso Lagarto	(20) Oaxaca	(439) Santa María Tonameca	Ver Detalle

Figura II.9. Captura de pantalla de la consulta en el sistema del catálogo del inpi

Nombre de la comunidad en lengua indígena
Significado de los nombres de la comunidad

Smnet, net pro reed mend

Lugar donde anteriormente nadaban los lagartos

Pueblos que la conforman
Autodenominación del pueblo

Zapoteco

Zapoteco (de la costa central) = Distèe

Tipo de comunidad

Según el pueblo	Con relación al número de asentamientos que lo conforman	Con relación al hábitat en el que se encuentra	Con relación a la antigüedad del asentamiento
Indígena	Nuclear	Rural	Asentamiento tradicional

Localidad sede

Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
(20) Oaxaca	(439) Santa María Tonameca	(0067) Paso Lagarto	15.739497000000	-96.555000000000	35

Número de asentamientos que tiene la comunidad

Asentamientos	Cantidad
Localidades	1

Listado de asentamientos que forman parte de la comunidad

Nombre	Entidad federativa	Municipio	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	Categoría administrativa	Población total
Paso Lagarto	Oaxaca	Santa María Tonameca	Paso Lagarto	15.739497000000	-96.555000000000	35	Agencia de Policia	245

Estimación de la población total de la comunidad: 245

El dato corresponde con la suma de la población de asentamientos y localidades únicas, conforme a la información censal por localidad y AGEB urbana, INEGI, 2020.

La comunidad pertenece a alguna asociación, congregación, unión u otro tipo de forma o figura asociativa a nivel regional: No

Ubicación

Resumen de las disposiciones y restricciones aplicables y cumplimiento con los siguientes Instrumentos Jurídicos:

Cuadro II.11 Resumen de cumplimiento de las disposiciones legales.

El proyecto "Paso Lagarto", destinado a la extracción de materiales pétreos en el cauce del río Tonameca, en el municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, ha sido formulado bajo un estricto apego a la legislación ambiental mexicana vigente.

1. Cumplimiento Federal y Constitucional
En atención al Artículo 27 Constitucional, el promovente gestionará la concesión correspondiente ante la CONAGUA para el aprovechamiento de materiales pétreos en el cauce. Conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular (MIA-P) ante la SEMARNAT, cumpliendo con los requisitos de contenido, publicación de extracto y declaración del responsable técnico. Se observa que el proyecto no requiere concesión minera, ya que la extracción se realiza en cauce, en estricta observancia de la Ley de Aguas Nacionales.

2. Cumplimiento de Normas Oficiales Mexicanas (NOM)
El proyecto se ajusta a las siguientes disposiciones normativas:

NOM-001 y NOM-003-SEMARNAT: Se garantiza que no habrá descargas directas al río; las aguas residuales serán tratadas mediante biodigestor y reutilizadas para riego y control de polvo.

NOM-052-SEMARNAT y NOM-138-SEMARNAT/SS: Los residuos peligrosos (aceites, filtros) serán almacenados en plataformas impermeabilizadas y entregados a gestores autorizados.

NOM-045-SEMARNAT: Se implementará mantenimiento preventivo de maquinaria para controlar las emisiones de ruido.

NOM-059-SEMARNAT: El estudio de campo no identificó especies en riesgo dentro del área de extracción directa, respetándose la franja de vegetación riparia como corredor biológico.

NOM-083 y NOM-054-SEMARNAT: Se asegura la correcta disposición de residuos sólidos urbanos y la incompatibilidad química de los residuos peligrosos.

3. Cumplimiento Estatal y Municipal (Ordenamiento Ecológico)
El proyecto se encuentra dentro de la UGA 001 del POETO Estatal y la UGA 11 del POEL Municipal. Se garantiza el cumplimiento de los criterios ecológicos C-013 (preservación de zonas riparias), C-014 (no modificar cauces) y C-015 (vegetación riparia). A nivel municipal, se respetan los lineamientos de infraestructura (If11, If12, If13), minería (Mi1, Mi2) y manejo de aguas residuales (Ah5), alineándose con la política de Aprovechamiento Sustentable de ambas unidades de gestión.

4. Cumplimiento de Instrumentos Internacionales y Planes de Desarrollo
El proyecto se alinea con los compromisos del Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Acuerdo de París, al contemplar la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y la restauración del sitio con especies nativas. Asimismo, es congruente con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, el Plan Estatal de Desarrollo de Oaxaca 2022-2028 y el Plan Municipal de Desarrollo Sostenible de Santa María Tonameca, contribuyendo al desarrollo económico local con un enfoque de sustentabilidad ambiental.

Conclusión general: El proyecto "Paso Lagarto" cumple cabalmente con todas las disposiciones legales, regulatorias y de ordenamiento territorial aplicables. Las medidas de mitigación y restauración propuestas, junto con los planes de manejo de residuos y control de emisiones, garantizan la viabilidad ambiental del proyecto y su armonía con el entorno ecológico y social de la región.

.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA

III.1 Delimitación, Descripción, Caracterización y Diagnóstico de la Región Ecológica

III.1.1 Criterios y métodos de delimitación (UAB, UGA, hidrografía, microcuencas, etc.)

III.1.2 Superficie y plano georreferenciado de la Región Ecológica

A continuación, se describen los aspectos ambientales sociales y económicos del Sistema Ambiental en donde se ubicará el proyecto. Asimismo, se presenta la problemática identificada en el sistema socioambiental.

Delimitación del área de influencia

El **Área de Influencia (AI)** se definió con base en las vías de impacto y procesos ambientales potencialmente afectados por el proyecto. Para esto, se consideraron dos componentes: a) un **Área de Influencia Directa (AID)** que comprende el polígono de obras y donde los efectos físicos son inmediatos—ruido, polvo, estabilidad de taludes—; y b) un **Área de Influencia Indirecta** (**AII)**. Que contempla las vías de impacto y procesos ambientales potencialmente afectados por el proyecto.

El **Área de Influencia Directa** (**AID**) comprende el polígono de obras y el área circundante donde los efectos físicos son inmediatos como resultados del ruido (NOM-081-SEMARNAT-1994), polvo, e inestabilidad de taludes.

1. Ruido de fuentes fijas y obra: radio hasta donde el nivel sonoro podría rebasar o acercarse a los límites de la NOM-081-SEMARNAT-1994 en receptores sensibles.

Para las labores de Extracción y movimiento de agregados pétreos se harán por medios manuales ocupando retroexcavadora, cribadora y el movimiento de camines materialistas para la extracción de materiales, evitando el ruido de la maquinaria como las retroexcavadoras y la generación ostensible de polvos en la atmosfera. Con estos valores se estiman los niveles de presión acústica con respecto a la distancia que alcanza estas ondas hasta reducirse a un nivel máximo de ruido permitido por la norma (68 dB) en horario diurno para zonas industriales y comerciales según el "Acuerdo por el que se modifica el numeral 5.4 de la norma oficial mexicana nom-081-semarnat-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición". Con esto podemos identificar que en ralentí se alcanza el valor deseado a una distancia menor a 4 metros, mientras que durante esfuerzo se alcanza el mismo valor a poco

menos de 30 metros de distancia.

Cuadro III.1 Valores de presión acústica conforme a la distancia desde la fuente. Elaboración propia.

D (m)	*1*	*2*	*3.2*	*4*	*8*	*16*	*22.5*	*32*
dB(A)	78	72	68	66	60	54	51	48
dB (A) máximo	95	89	85	83	77	71	68	65

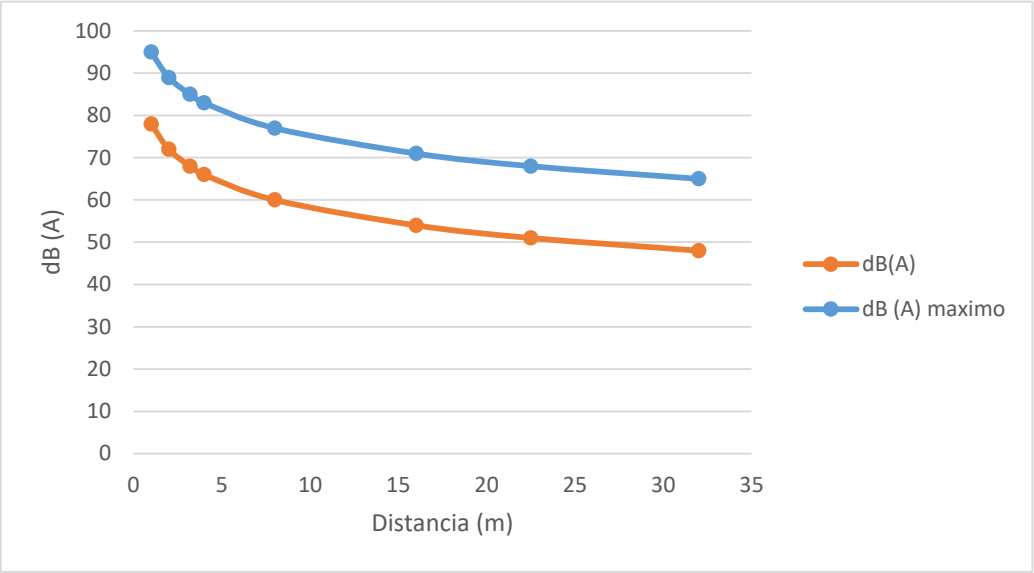


Figura III.1. Gráfica de valores de presión acústica a diversas distancias de acuerdo a la Cuadro IV.1.

2. Emisiones fugitivas de polvo y tránsito de obra: tramo de caminos de acceso y zonas de acopio contemplando dirección de vientos locales.

Para esto se calcularon las distancias máximas esperadas de emisiones de polvo en las distintas fracciones de tamaño de partículas del suelo de tipo regosol, la cual tiene una composición general de 60% de arenas, 25% de limo y 15% de arcillas (WRB-FAO).

Cuadro III.2. Alcance estimado de partículas por el movimiento de tierra para las obras del proyecto.

Fracción (diámetro aprox.)	Calma <11 km/h ó <3 m/s	Moderado 11-22 km/h ó 3–6 m/s	Fuerte >22 km/h ó >6 m/s	Observaciones
Arena gruesa (>250 µm)	0–3 m	0–5 m	5–10 m	Se deposita casi en el sitio; molesta en accesos y maquinaria.

Arena fina (63–250 µm)	5–15 m	10–25 m	25–50 m	Puede ensuciar viviendas o vegetación inmediata.
Limos (10–63 µm)	20–100 m	50–300 m	300–800 m	Se mantiene en suspensión visible; riesgo de depósito sobre viviendas cercanas.
Polvo respirable (PM10, ≤10 µm)	50–300 m	100–1,000 m	1–3 km	Detectable en estaciones de aire; relevante para salud humana.
Partículas muy finas (PM2.5, ≤2.5 µm)	>100 m – 1 km	500 m – varios km	Varios km – decenas de km	Transporte regional posible; menor masa pero alta incidencia en salud.

3. Estabilidad de ladera: incluye toda la geoforma intervenida y los pies de talud potencialmente afectados por cambios en escurrimientos.

A partir de las isohipsas de la topografía del predio del proyecto, se generaron el modelo digital de elevación y el modelo de pendiente. De este último se extrajeron los valores de estadística descriptiva (Cuadro IV.3) que muestra que la pendiente menor es de 2°, la pendiente mayor es de 30° y con una media de 15° con desviación estándar de 6°. A partir de los valores de pixel, se calculó que solo el 7% del terreno tiene una pendiente superior a 32°, que es el ángulo de fricción del material del suelo para evitar un deslave de acuerdo al estudio de mecánica de suelos del proyecto.

Cuadro III.3. Estadísticas de pendiente del polígono del proyecto considerando un tamaño de pixel de 30 cm.

COUNT: 11326 PIXELS
MIN: 4.5
MAX: 44.2
RANGE: 39.7
SUM: 257853.7
MEAN: 22.8
STD_DEV: 6.1
PIXEL SIZE: + 0.3049558441558332667, - 0.3049558441558332667

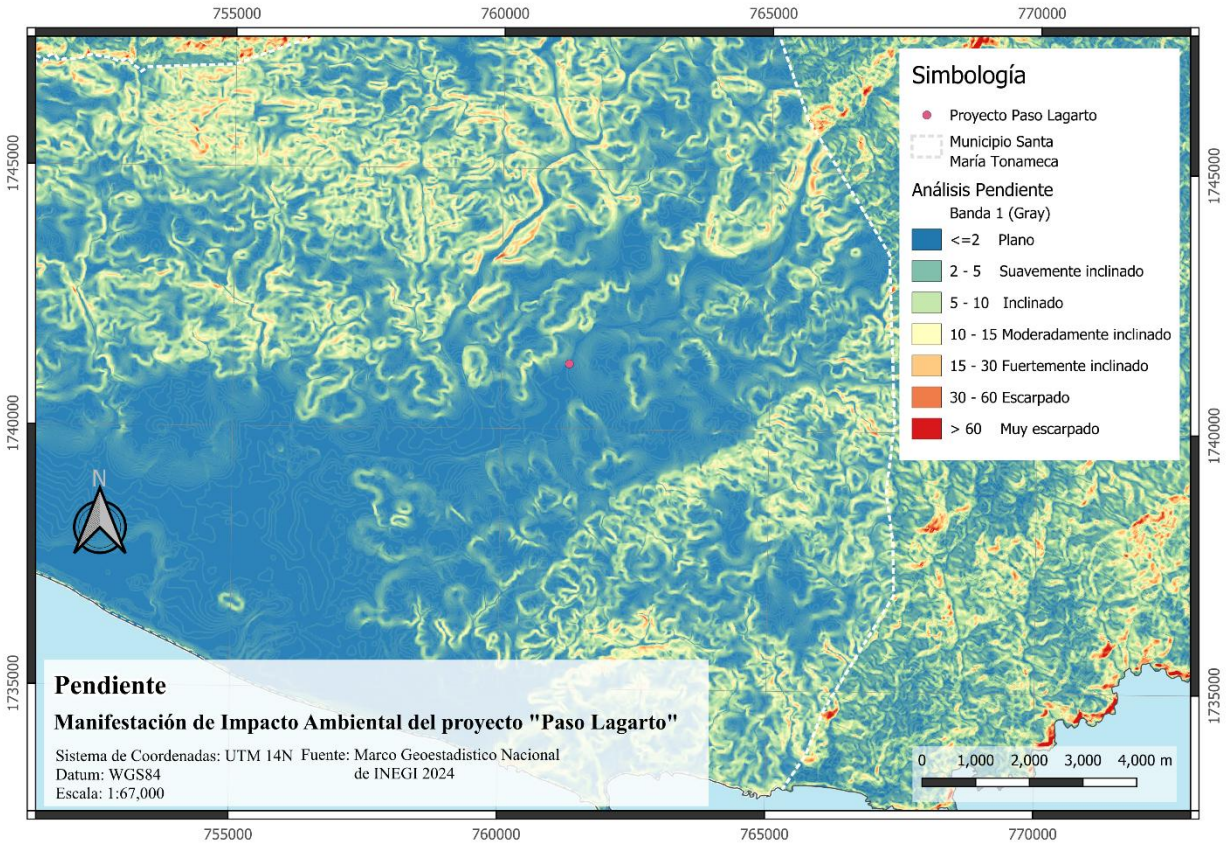


Figura III.1. Representación de la pendiente del terreno en el predio del proyecto calculado a partir de los datos de topografía de detalle del proyecto.

Como resultado de esta revisión se identifica que el área de influencia directa (AID) donde se contempla el área del predio + buffers específicos por ruido/ polvo/ estabilidad del suelo, nos indica un área de 2 km de radio el cual estará sujeto a condiciones de dirección y velocidad del viento a la hora del movimiento de tierra.

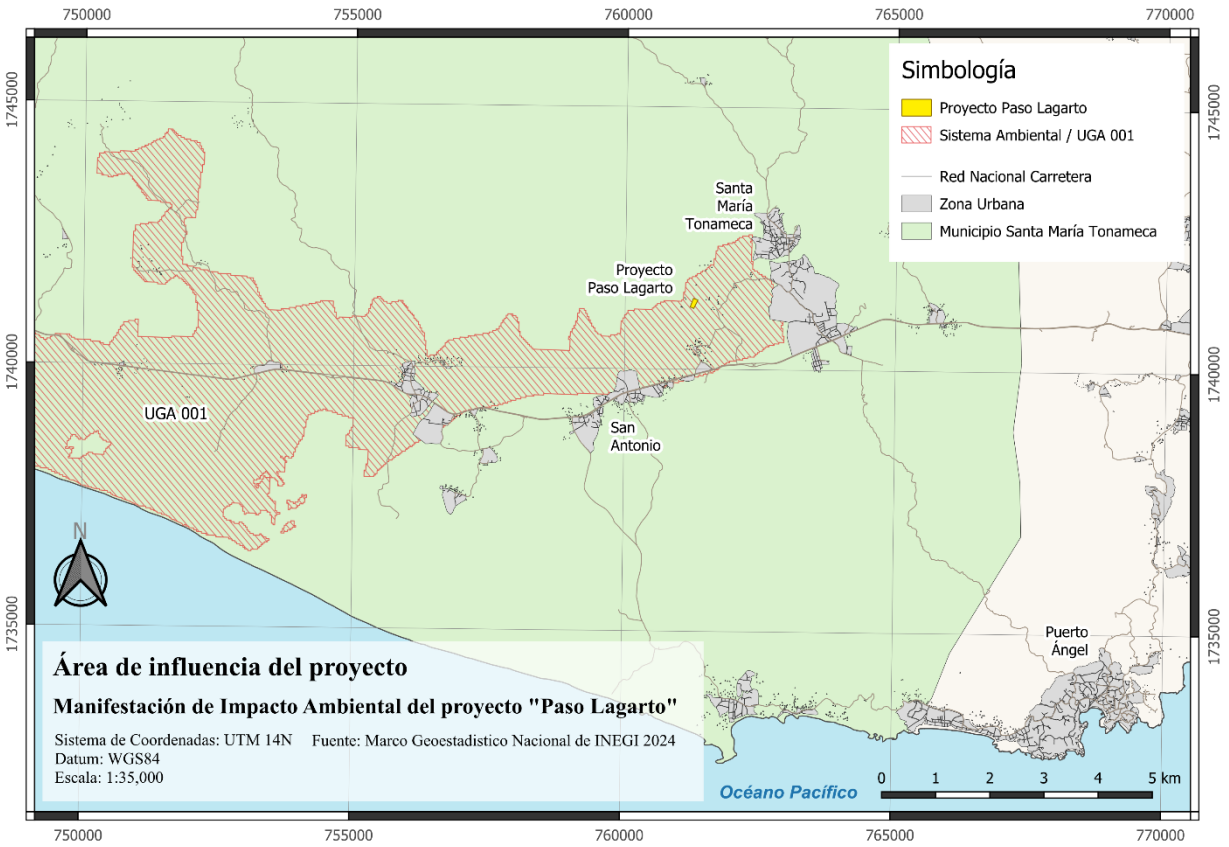


Figura III.2. Sobre posición de capas utilizadas para la delimitación del área de influencia directa (AID, donde se observa que el impacto de mayor extensión será la dispersión de partículas durante las obras de corte y relleno.

Por otro lado, el **Área de Influencia Indirecta (AII)** contempla: (i) la **microcuenca** que recibe escurrimientos y sedimentos del sitio hasta su descarga en el medio costero; (ii) la **franja litoral/ZOFEMAT (20 m)** adyacente y la zona de influencia cercana a la desembocadura; (iii) los **parches de vegetación y corredores** vinculados; y (iv) la **red vial de acceso** hasta los nodos donde se modifican los niveles de servicio por el proyecto.

i. La microcuenca que recibe escurrimientos y sedimentos del sitio hasta su descarga en el medio costero;

Las microcuencas fueron obtenidas a partir de los modelos digitales de elevación tipo superficie con 5 m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados con códigos D14B19 (INEGI, 2025), a los cuáles se aplicó el procedimiento para delimitarlas en la microrregión e identificar el límite hidrográfico del proyecto. Este proceso se realizó con el programa QGIS usando la herramienta GRASS r.watershed con tamaño de cuenca mínima de 3000

metros y longitud máxima de 5000 con lo que obtuvo un archivo ráster con las cuencas delimitadas y codificadas. Con este archivo codificado con las microcuencas delimitadas, se valida contra la red hídrica. Una vez validado, se procedió a convertirlo en polígonos y obtener los parámetros de cada microcuenca. A partir de esta delimitación hidrográfica, se identificó que la microcuenca primaria donde se ubica el proyecto. Por lo anterior, podemos decir que el escurrimiento pluvial, así como los sedimentos erosionados van a ser depositados al mar de manera indirecta en un sitio muy localizado.

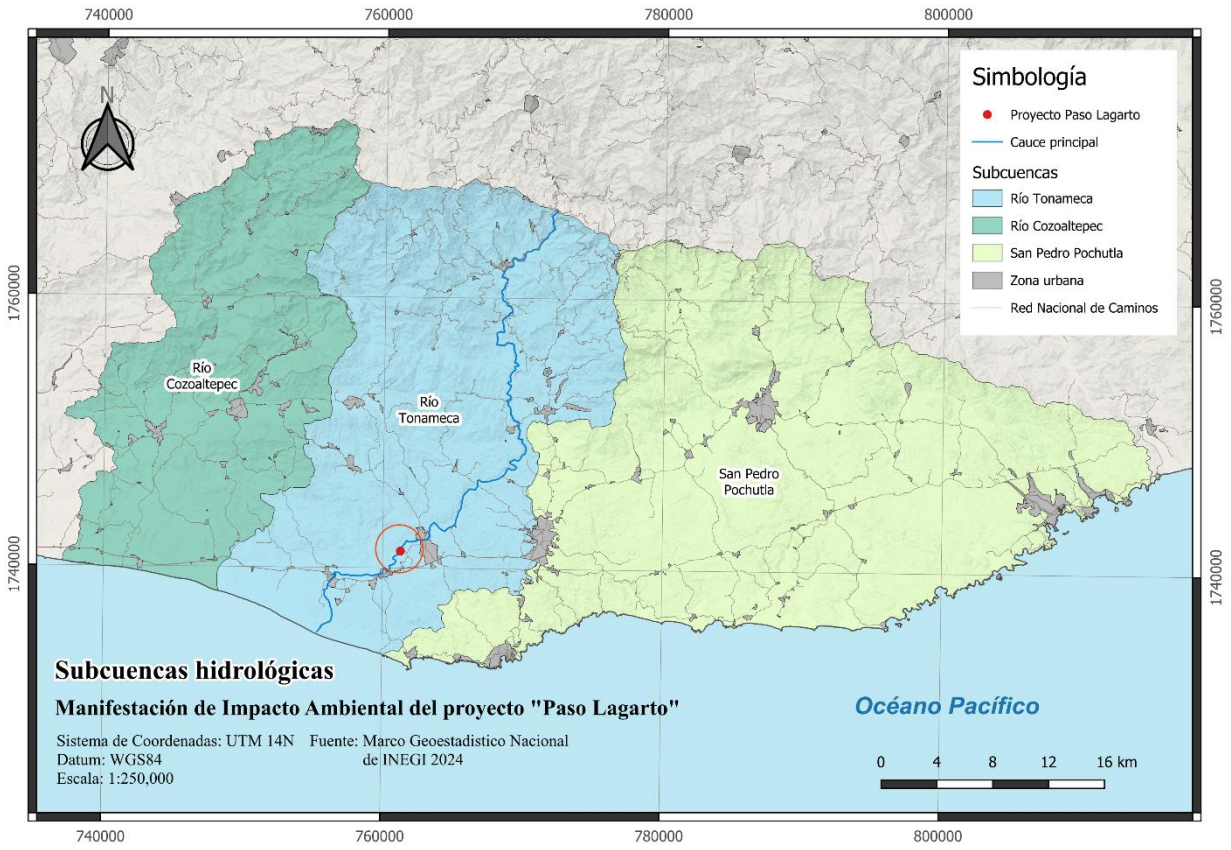


Figura III.3. Identificación de las microcuencas hidrográficas primaria donde se ubica el proyecto y la microcuenca secundaria que descarga en la playa.

ii. La franja litoral/ZOFEMAT (20 m) adyacente y la zona de influencia cercana a la desembocadura;

Las microcuencas primaria y secundaria donde se ubica el proyecto desembocan en el Océano Pacifico al sur de Barra de Tonameca, Este de la playa, afectando una sección de playa de 3 km de largo aprox.

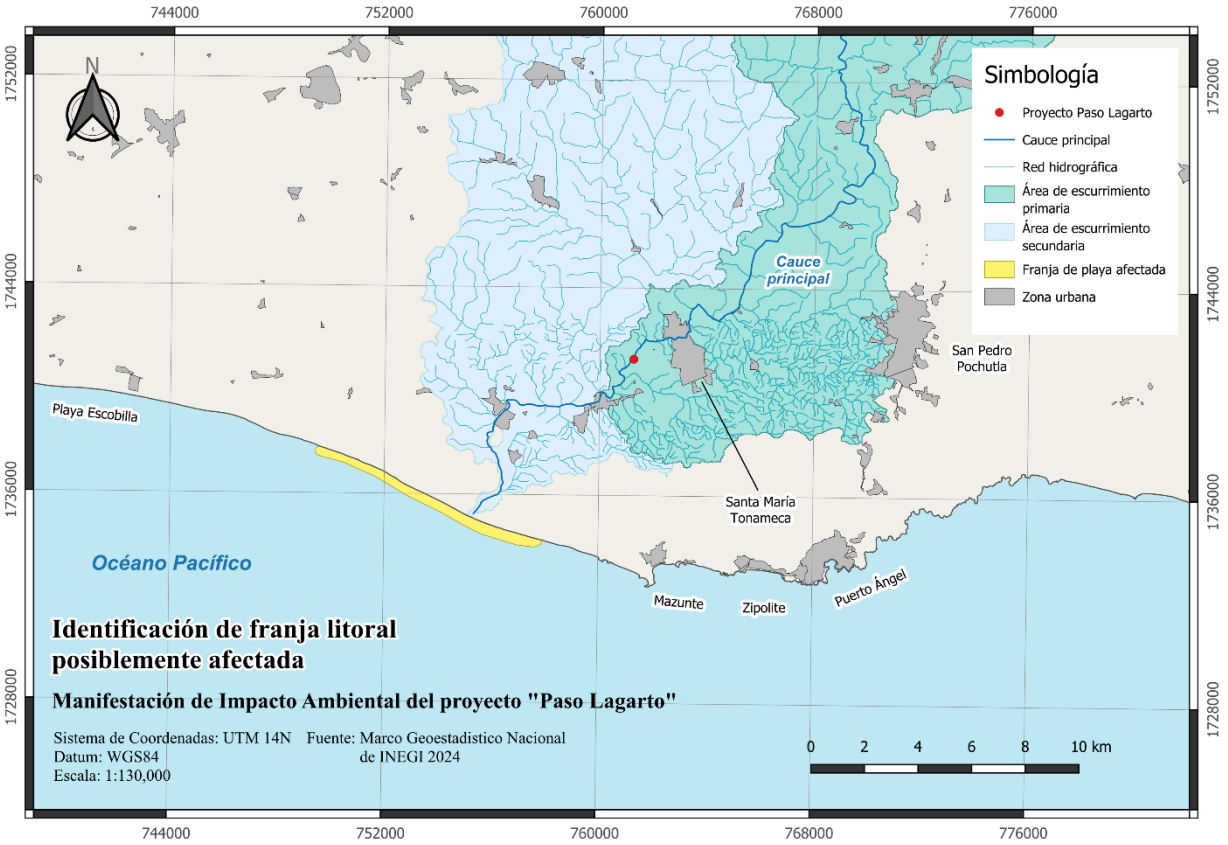


Figura III.4. Identificación de la franja litoral que puede verse afectada por el desarrollo del proyecto.

iii. Los parches de vegetación y corredores que puedan sufrir fragmentación/perturbación, con atención a especies/ hábitats sujetos a protección (NOM-059).

El área del proyecto en un área clasificada vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subcaducifolia (*Figura III.5*). El sitio del proyecto se ubica en la parte media de la prolongación Suroeste, en colindancia al Este y Oeste, continua con la misma clasificación.

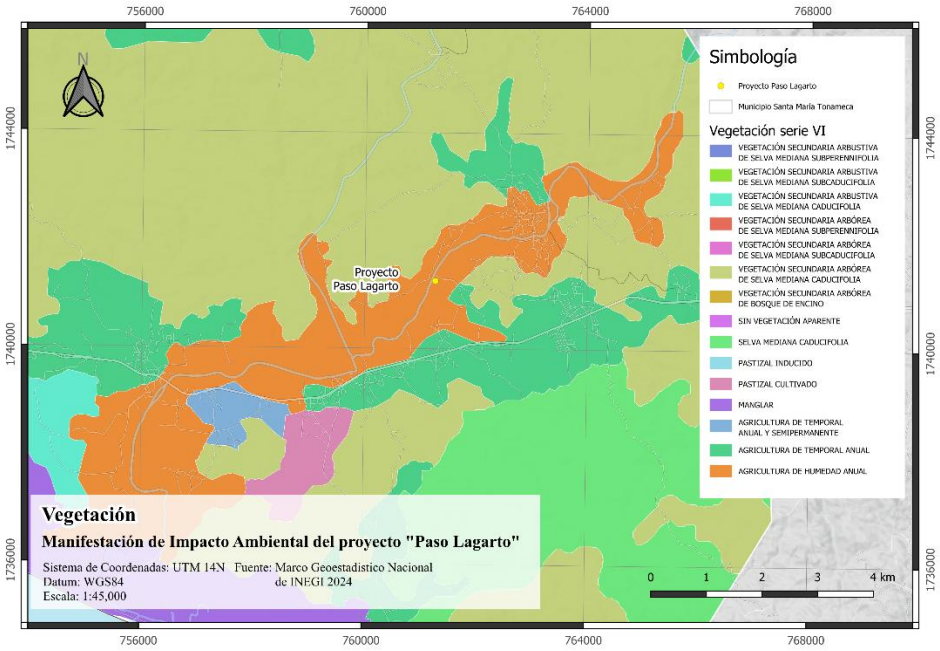


Figura III.5. Tipo de vegetación del área de ubicación del proyecto es vegetación secundaria arbórea de selva mediana caducifolia.

Lo que se observa en el análisis de cambio de uso de suelo del North American Land Cover Monitoring System (2020) para este sitio en particular, es que ha habido una transformación progresiva de la vegetación perenifolio a subcaducifolio, con algunas áreas dispersas de matorral templado o subtropical (Figura *III.6*). El uso corresponde a aprovechamiento sustentable.

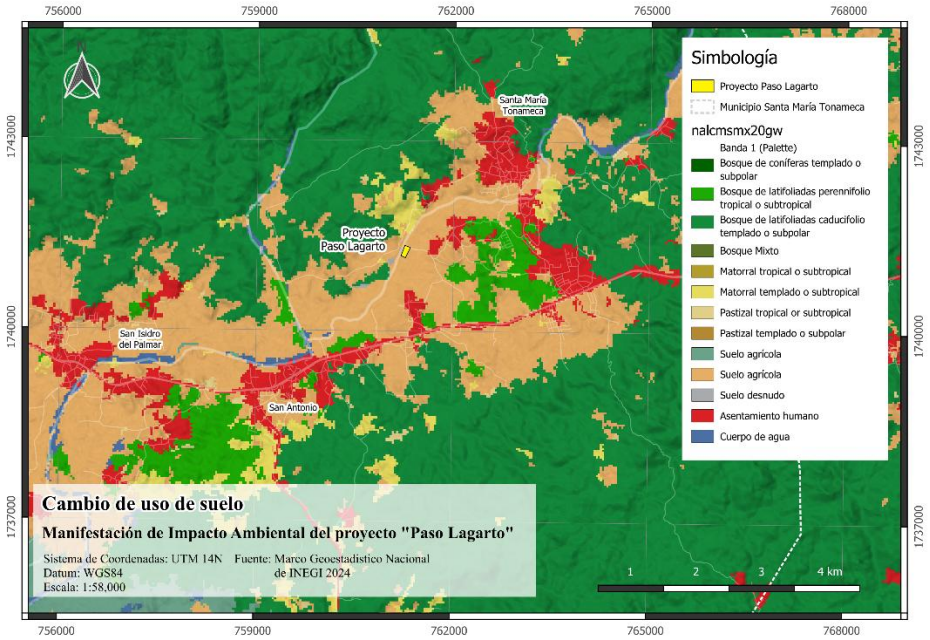


Figura III.6. Cambio de uso de suelo de acuerdo al análisis del North American Land Cover Monitoring System de 2020.

iv. La red vial de acceso hasta las intersecciones donde se espera variación de niveles de servicio por el flujo adicional de residentes/obra; entorno barrial con receptores sensibles (escuelas, clínicas, zonas turísticas).

Como se puede observar, el proyecto se ubica en la parte norte de la carretera federal y al sur de Paso Lagarto, con un camino en cementado desde la carretera federal lo que ha mejorado el acceso, principalmente para los visitantes que quieren conocer las cascadas mágicas.

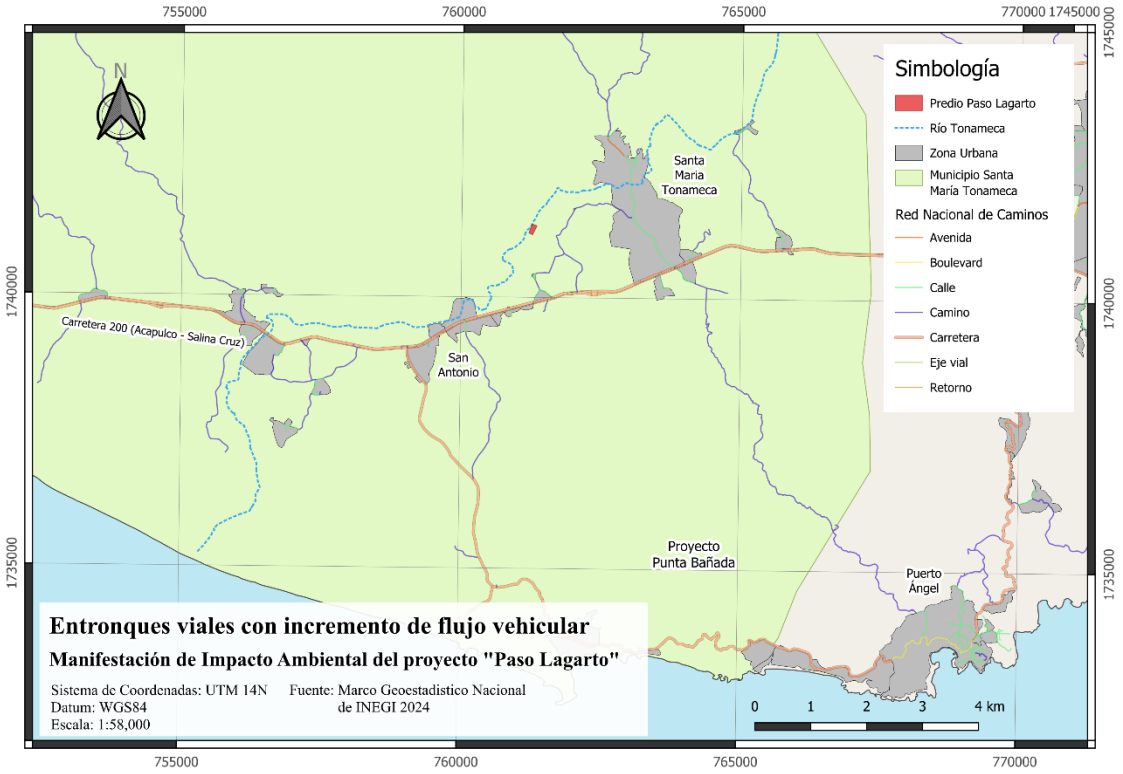


Figura III.7. Entronques viales con incremento de flujo vehicular ocasionado por el proyecto.

Como resultado de la combinación de las áreas de influencia directa e indirecta, se determinó que el área de influencia del proyecto es una extensión que abarca desde el área que directamente será impactada por las obras, hasta un radio de aproximadamente 1 km desde el sitio del proyecto como resultado de las partículas que pueden ser dispersadas durante el movimiento de tierras para la preparación del sitio. Cabe señalar que las velocidades máximas no se presentan en condiciones normales, por lo que no se espera que se presenten durante el tiempo que se realice el movimiento de tierras, y por lo tanto la probabilidad de ocurrencia es muy baja.

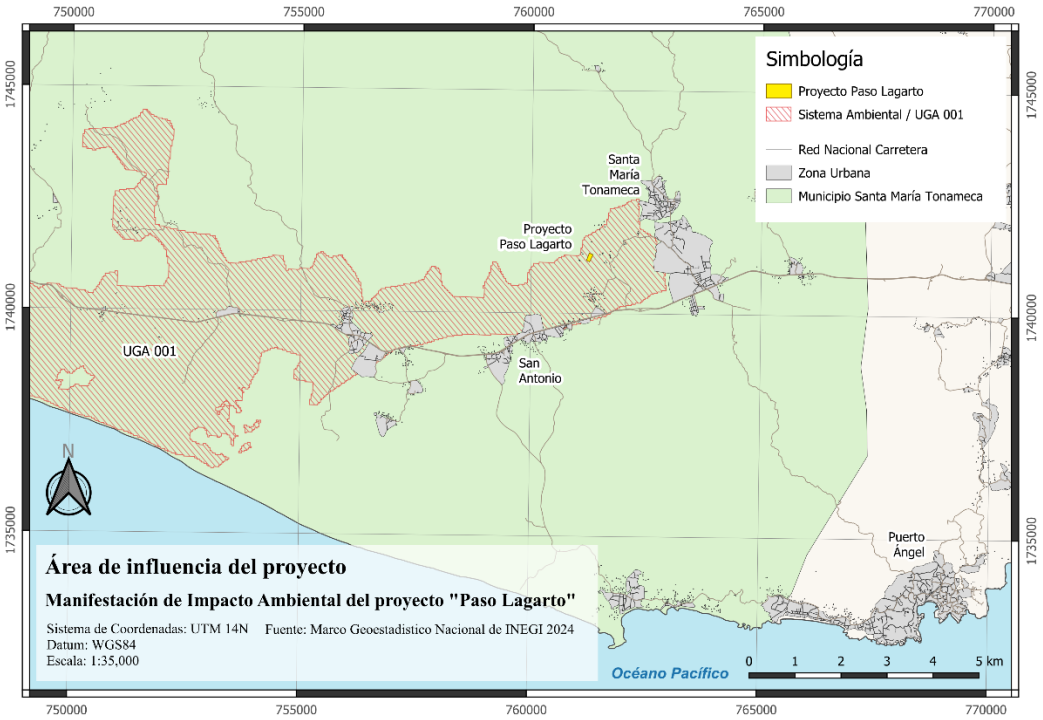


Figura III.7. Área de influencia del proyecto Paso Lagarto, Oaxaca.

Criterios para la delimitación de la región ecológica

Cuadro III.4. Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto

Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas de acuerdo con las características y alcances del Proyecto	
Criterios para delimitación	Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca , acuerdo a la Unidad de Gestión Ambiental 011 y Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la Sierra Sur-Costa del Estado de Oaxaca (POERT RSS-C)
Superficie de la Región Ecológica	243,366.45

Delimitación del sistema ambiental

Considerando que el Sistema Ambiental es el conjunto de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan en el espacio geográfico del proyecto, se revisaron los instrumentos de política ambiental del área de estudio. Los conjuntos de datos vectoriales fueron sobrepuestos digitalmente utilizando el software QGIS 3.40, y se consideró la extensión de los impactos ambientales esperados as características físicas y ambientales uniformes y continuos, aptos para tomarse como referencia para evaluar los impactos ambientales que se podrían desprender de la ejecución del proyecto.

El estado de Oaxaca cuenta con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado

de Oaxaca (Periódico Oficial del 27 de febrero de 2016), el cual indica que el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 014, abarca una área de 233,865.99 has, esta unidad de gestión ambiental tiene definida una política ecológica de "*Aprovechamiento sustentable"*. Cabe señalar que dicha UGA-014 se compone de múltiples polígonos ubicados a lo largo de 5 regiones de la entidad por lo que sus lineamientos y criterios de regulación ecológica son generales. Este polígono alargado que tiene contacto con el litoral también abarca el municipio de Santa María Tonameca.

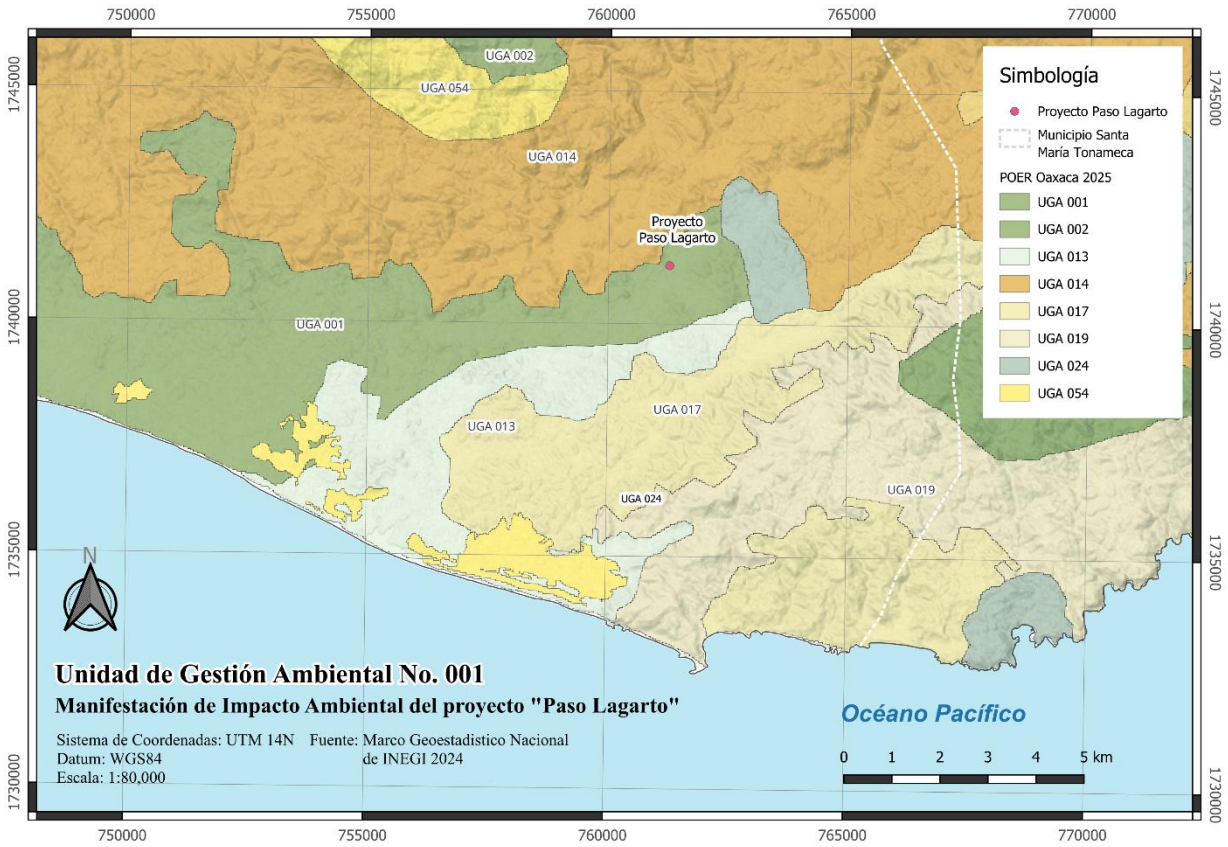


Figura III.8. Unidad de Gestión Ambiental número 014 del Programa de Ordenamiento del Estado de Oaxaca.

El área de estudio cuenta con otro instrumento de política ambiental recientemente decretado que es el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la Sierra Sur-Costa del Estado de Oaxaca (POERT RSS-C) (Periódico Oficial del 27 de febrero de 2024). De acuerdo a este Programa, el proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 001, con clave C46 y C47,

Dadas estas características, tiene definida una política ecológica de "Restauración" y presenta un nivel medio de biodiversidad. Para esta unidad se establece que los Asentamientos humanos son un uso compatible alineándose a los polígonos de las UGA 08 y 09 (zonas urbanizadas), además de que se aplicarán estrategias ecológicas, así como criterios de regulación ecológica y un umbral de cambio forestal máximo sugerido de 30%. Como puede verse en la figura ilustrativa de esta UGA 16 (*Figura III.9),* el polígono tiene una forma alargada a lo largo de la costa, la cual abarca numerosas comunidades rurales y urbanas de 3 municipios que presentan una gran disparidad de condiciones de desarrollo económico e infraestructura, así como personal dedicado a actividades económicas entre las que destacan las orientadas al turismo.

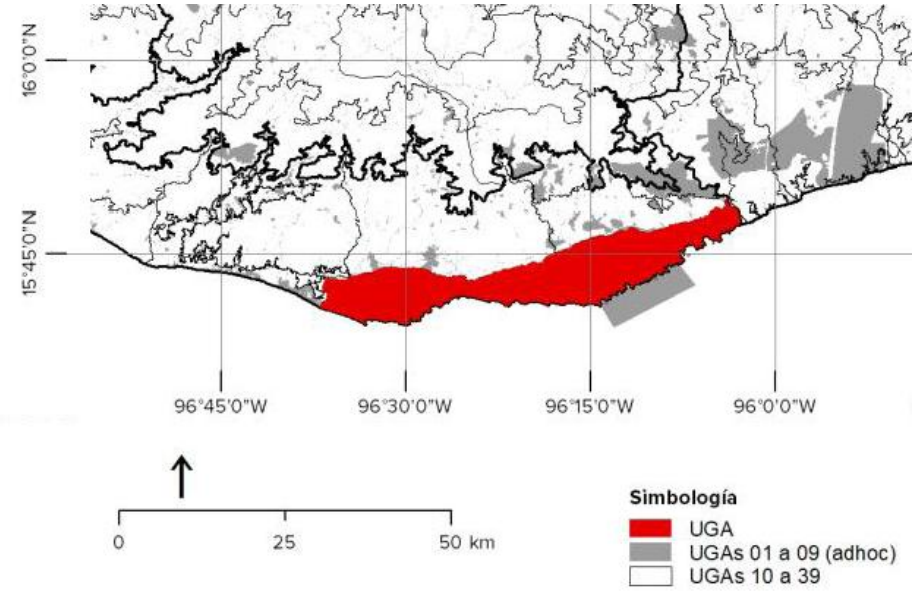


Figura III.9. Unidad de Gestión Ambiental número 16 (en rojo) del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la Sierra Sur-Costa del Estado de Oaxaca.

A partir de la información de los ordenamientos ecológicos presentados y que son unidades válidas de análisis para la presente evaluación de impacto ambiental, se determinó que el Sistema Ambiental delimitado por la unidad de gestión ambiental conforman la unidad de análisis que mejor permite el estudio de los impactos producidos por el proyecto sobre los recursos naturales y comunidades locales. De esta forma el polígono bajo estudio cubre una superficie de 210 hectáreas y será usado como referencia en la descripción a continuación.

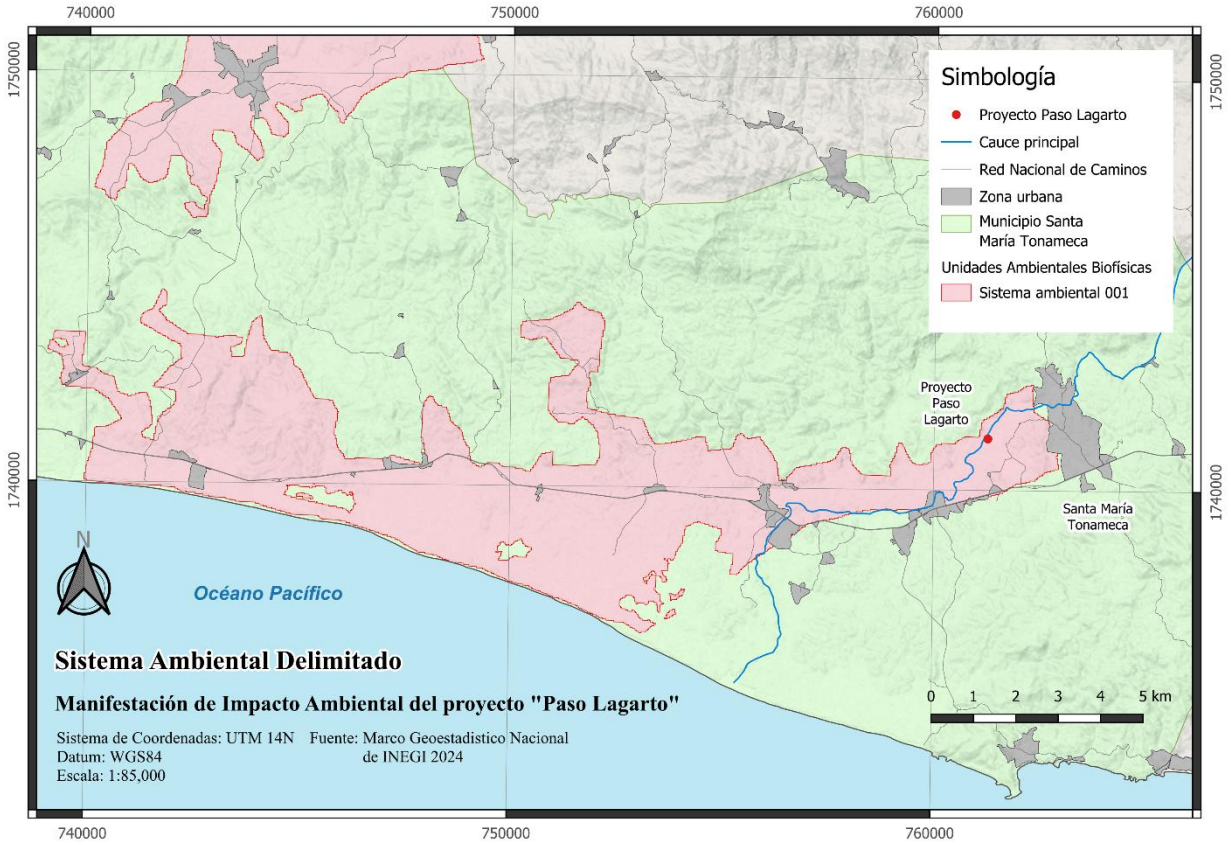


Figura III.10. Sistema Ambiental delimitado.

III.2 Uso de Suelo y Vegetación (Cartografía INEGI vs. Confirmación en campo)

De acuerdo con la figura III.10 del sistema ambiental delimitado de acuerdo a la UGA 001. Se presenta la siguiente información.

III.3 Especies de flora y fauna identificadas en campo en categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010 / Lista Roja UICN / CONABIO)

La zona forma parte de un área de transición biogeográfica, por lo que su biodiversidad es una mezcla de especies de afinidad tropical y templada

III.3.1 Listado completo de individuos por especie que se pretenden afectar

De las especies de flora y fauna mencionadas para la región de Paso Lagarto, y con base en la información disponible de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se ha confirmado que las siguientes especies se encuentran bajo alguna categoría de protección. Es importante destacar que el listado

presentado se basa en las categorías de la NOM, la cual clasifica a las especies como Amenazada (A), En Peligro de Extinción (P) o Sujeta a Protección Especial (Pr).

Cuadro III.4 Especies de flora y fauna en categoría de riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010 / Lista Roja UICN / CONABIO)

Categoría	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN (Lista Roja)	CONABIO	Observaciones / Estatus en el predio
FLORA (Vegetación)	Copales / Cuajiotes	Bursera spp.	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie encontrada o NO encontrada en el predio. Respetar la franja riparia los protege].
Pochote / Ceiba	Ceiba pentandra	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Indicar si se encontró algún ejemplar dentro de la poligonal].	
Orquídeas / Bromelias (epífitas)	Encyclia spp. / Tillandsia spp.	Sujeta a protección especial (Pr)	-	-	No se realizó extracción de flora epífita; se conserva la vegetación riparia.	
Amate / Higuera	Ficus spp.	Amenazada (A)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie asociada a cuerpos de agua; común en la UGA 001].	
AVES	Perico de frente naranja	Eupsittula canicularis	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Posible avistamiento en la zona riparia; se protege su hábitat con la franja de vegetación].
Cotorra frente escarlata	Psittacara finschi	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie con alta movilidad; se identificó o no en el área].	
Vireo de manglar (o Vireo)	Vireo pallens	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie de interés en zonas riparias].	
Chachalaca	Ortalis vetula	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Común en las selvas bajas de la región; se espera que habite en el área de influencia].	
MAMÍFEROS	Ocelote / Tigrillo	Leopardus pardalis	En Peligro (P)	Preocupación menor (LC)	-	No se encontraron huellas ni

Categoría	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	UICN (Lista Roja)	CONABIO	Observaciones / Estatus en el predio
						evidencia directa. Se mantiene corredor biológico (franja riparia).
Jaguarundi	Herpailurus yagouaroundi	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie clave en el ecosistema; por su sigilo, es difícil de avistar en campo abierto].	
Venado cola blanca	Odocoileus virginianus	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie sensible a la caza; no se detectó en el área de extracción].	
Tejón / Coati	Nasua narica	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie común en el área; se tomarán medidas de ahuyentamiento previo a la remoción].	
REPTILES	Iguana negra	Ctenosaura pectinata	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Frecuente en cauces rocosos; se realizará rescate previo a la extracción].
Iguana verde	Iguana iguana	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Posible presencia en vegetación riparia; se debe evitar su captura].	
Culebra chirrionera	Masticophis mentovarius	Amenazada (A)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie que usa los suelos arenosos; no encontrada en el banco de material].	
Tortuga casquito	Kinosternon spp.	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Especie acuática; no se encontró en el área de extracción (cauce seco en temporada)].	
ANFIBIOS	Sapo de montaña	Incilius valliceps	Sujeta a protección especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	-	[Común en la ribera; se conservará su hábitat].

III.4 Índices de diversidad biológica de flora y fauna (Shannon-Wiener, Simpson, Valor de Importancia)

La fragilidad visual es la susceptibilidad de un ecosistema de ser alterado o degradado en sus características estéticas y culturales como consecuencia de una perturbación natural o antrópica, para lo cual se utilizan referentes con relación a la percepción humana y la calidad escénica. Siguiendo la propuesta metodológica de Muñoz (2004), se consideran: *Densidad de la vegetación*, *Diversidad de estratos de la vegetación*, *Altura de la vegetación*, *Estacionalidad de la vegetación*, *Contraste cromático vegetación/vegetación*, *Contraste cromático vegetación/suelo*, *Pendiente*, *Orientación del paisaje*, *Valor histórico y cultural*, que es evaluada bajo la fórmula

$VFVP = (\Sigma f)/nf$

donde *VFVP* es el Valor de la Fragilidad Visual del Punto, *f* son los valores de los factores biofísicos indicados y *nf* es el número de factores considerados. Los valores de fragilidad fluctúan entre 1 (bajo), 2 (medio) y 3 (alto).

Para nuestro caso de estudio, el Sistema Ambiental obtuvo una Valoración de Fragilidad Visual del Paisaje de valor **medio (2.1)**, considerando la valoración del grupo de análisis (Cuadro III.5).

Cuadro III.5 Evaluación del paisaje a partir de los factores de fragilidad propuestos por Muñoz (2004).

Factor	Característica	Nominal	Numérico	Valoración del Sistema Ambiental
D. Densidad de la vegetación	67-100 % suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1	3
	34-67 % suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2	
	0-34 % suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3	
E. Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos de vegetación	Bajo	1	2
	< 3 estratos de vegetación	Medio	2	
	1 estrato de vegetación dominante	Alto	3	
A. Altura de la vegetación	> 3 m de altura promedio	Bajo	1	2
	> 1 m < 3 m de altura promedio	Medio	2	
	< 1 m de altura promedio	Alto	3	
ES. Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1	3
	Vegetación mixta	Medio	2	
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3	

Factor	Característica	Nominal	Numérico	Valoración del Sistema Ambiental
CV. Contraste cromático vegetación/ vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1	2
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2	
	Manchas monocromáticas	Alto	3	
CS. Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1	2
	Contraste visual medio	Medio	2	
	Contraste visual alto	Alto	3	
P. Pendiente	0-25 %	Bajo	1	1
	25-55 %	Medio	2	
	> 55 %	Alto	3	
O. Orientación del paisaje	Exposición sur/este	Bajo	1	3
	Exposición sureste/noroeste	Medio	2	
	Exposición norte/oeste	Alto	3	
H. Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2	
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3	

III.5 Análisis de los Componentes Ambientales al Interior de la Región Ecológica

III.5.1 Componente Biótico

Vegetación

En cuanto a la vegetación del Sistema Ambiental, la carta de uso del suelo y vegetación de INEGI (2021) muestra que el polígono del área de estudio presenta vegetación secundaria arbórea. (Figura III.11).

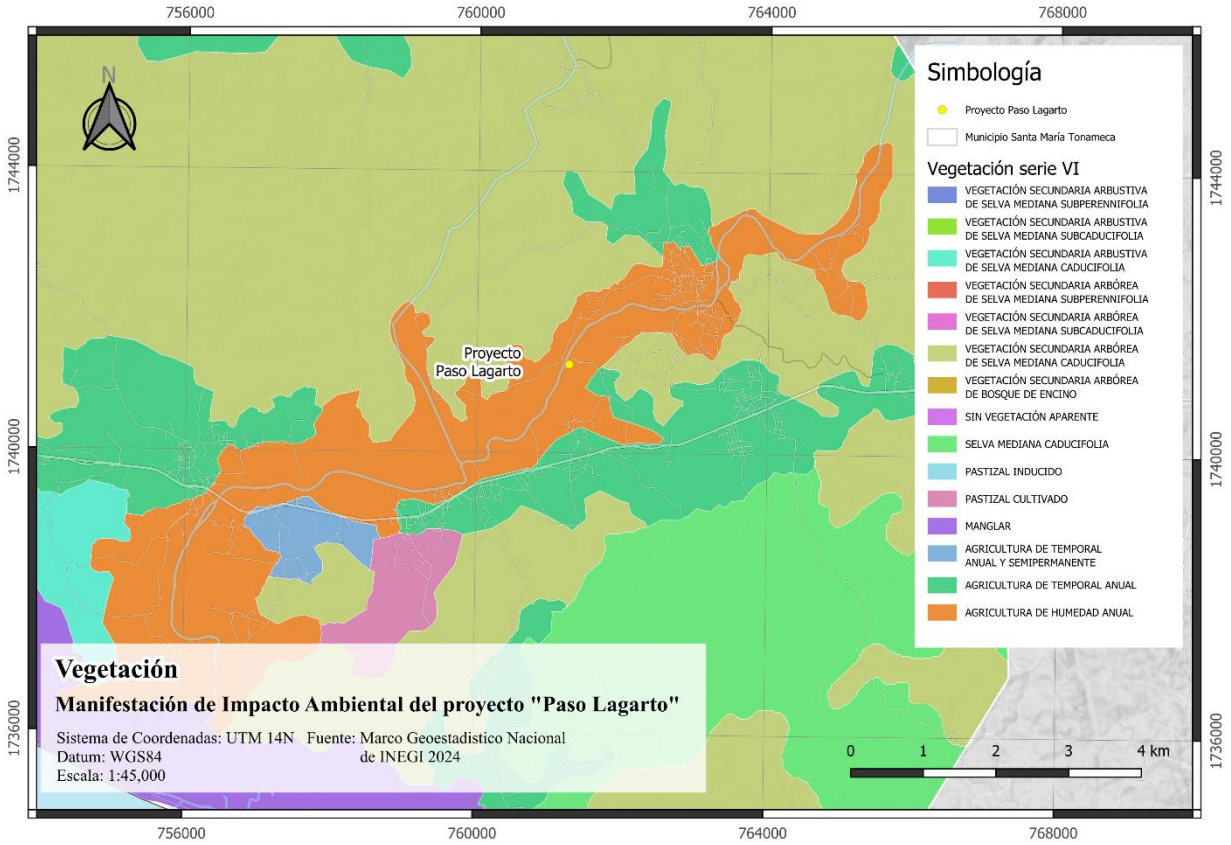


Figura III.11. Tipos de vegetación del Sistema Ambiental de acuerdo a la Carta de Uso del Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII.

Al ser una zona sobre la margen del rio todo el margen presenta el mismo tipo de vegetación.

Cuadro III.6: Tipos de Vegetación Identificados en el Área del Proyecto "Paso Lagarto"

Tipo de Vegetación (INEGI Serie VI)	Descripción	Ubicación relativa al predio	Especies potenciales representativas	Estado de conservación en el área
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia	Comunidades vegetales en proceso de regeneración (sucesión secundaria) que han perdido su estructura original por actividades humanas (desmonte, agricultura, ganadería). Presentan un estrato arbóreo disperso y un sotobosque denso de arbustos y trepadoras.	Se encuentra en los límites del predio y áreas colindantes (colindancias norte y este del polígono, según mapa 19).	Bursera simaruba (Cuajiote/Chaca), Ceiba pentandra (Pochote), Tabebuia rosea (Maculí), Guazuma ulmifolia (Guásimo), Acacia spp. (Huizaches).	Regular (en recuperación).
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana	Vegetación dominada por elementos arbustivos y herbáceos, producto del abandono de terrenos agrícolas o de la	Rodea el cauce del río en la zona de amortiguamiento de 50	Buddleja spp., Mimosa spp., Heliocarpus spp., diversas cactáceas y	Regeneración temprana.

Tipo de Vegetación (INEGI Serie VI)	Descripción	Ubicación relativa al predio	Especies potenciales representativas	Estado de conservación en el área
Subcaducifolia	extracción de madera. Es un estadio sucesional previo a la formación arbórea.	metros (franja riparia).	leguminosas rastreras.	
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Baja Caducifolia	Similar a la anterior, pero propia de terrenos más secos o con suelos más someros. Pierde sus hojas en época de estiaje.	Se presenta de manera aislada en algunos parches del área de influencia indirecta.	Lysiloma acapulcense (Tepehuaje), Erythrina spp., Bromelia spp.	Sujeto a estrés hídrico estacional.
Pastizal Inducido / Cultivado	Vegetación herbácea de origen antropogénico, establecida para la ganadería o que surge de manera natural después de la quema o desmonte de la selva.	Ocupa una gran extensión en la zona sur y suroeste del predio (hacia la Carretera Federal 200), como se ve en el mapa 19 y 20.	Gramíneas como Paspalum spp., Andropogon spp., Cynodon dactylon (Pasto bermuda).	Bajo (alta modificación).
Agricultura de Temporal Anual	Terrenos dedicados al cultivo de maíz, frijol u otras especies, que dependen de las lluvias estacionales (mayo-octubre). Se observan parcelas con suelo desnudo en época de secas.	Se localiza en los bordes del cauce y en las terrazas aluviales adyacentes (parte alta del mapa 20).	Zea mays (Maíz), Phaseolus vulgaris (Frijol).	Alta modificación del suelo.
Vegetación Riparia (Asociada al Cauce) (Interpretación propia del mapa de Hidrología y C-015)	Comunidad vegetal estricta que crece en las orillas inmediatas del cauce del río, adaptada a la humedad y al régimen de inundaciones. No está plenamente codificada en la Serie VI, pero es la más sensible.	Franja de 50 metros a ambos lados del Río Tonameca, dentro del polígono del proyecto.	Salix spp. (Sauces), Ficus spp. (Amates), Taxodium mucronatum (Sabinos/Cipreses), carrizos y tules.	Media-alta (vital para el ecosistema).

"De acuerdo con la cartografía de INEGI (Serie VI) y la verificación en campo, se determina que la vegetación dominante en el polígono del proyecto corresponde a Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subcaducifolia, con presencia de pastizales inducidos y agricultura de temporal en las áreas más planas. No se identificaron selvas primarias ni bosques maduros dentro del área de extracción directa, por lo que el proyecto no genera un cambio de uso de suelo forestal en áreas intactas. Sin embargo, la vegetación riparia (franja de 50 m) será protegida durante todo el proceso."

Cuadro III.7: Listado de Especies Vegetales Representativas del Área del Proyecto (Potenciales y Observadas)

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación asociada	Características morfológicas y ecológicas	Relevancia para el proyecto
Cuajiote / Chaca / Copal	Bursera simaruba	Selva mediana subcaducifolia / Vegetación secundaria.	Árbol de 8 a 15 m de altura. Corteza lisa y exfoliante de color rojizo o verdoso. Pierde sus hojas en la temporada de secas (enero a mayo). Sus semillas son dispersadas por aves.	Especie dominante en las colindancias del predio. Su presencia indica un ecosistema en regeneración.
Pochote / Ceiba	Ceiba pentandra	Selva mediana subcaducifolia / Riparia.	Árbol de gran porte (puede alcanzar 20-30 m). Tronco con espinas cónicas. Presenta raíces tabloides (contrafuertes) para estabilizarse en suelos aluviales. Flores blancas o rosadas.	Especie clave en la vegetación riparia. La NOM-059-SEMARNAT-2010 la cataloga como Sujeta a protección especial (Pr). Se debe conservar en la franja de 50 m.
Maculí / Roble	Tabebuia rosea	Selva mediana subcaducifolia.	Árbol de 15 a 25 m de altura. Corteza rugosa de color grisáceo. Presenta flores de color rosa o morado intenso al inicio de la temporada de lluvias. Madera de alta densidad.	Especie ornamental y maderable. No se encontró dentro del polígono de extracción, pero es común en los alrededores.
Guásimo / Guácima	Guazuma ulmifolia	Vegetación secundaria arbustiva / Pastizales inducidos.	Árbol pequeño (5 a 10 m). Corteza gris con fisuras. Hojas ásperas al tacto. Produce frutos en cápsulas globulares de color negro que son consumidos por el ganado.	Especie pionera en áreas de pastoreo y zonas perturbadas. Muy común en la zona sur del proyecto (cerca de la carretera).
Tepehuaje	Lysiloma acapulcense	Selva baja caducifolia / Matorral.	Árbol de 6 a 12 m. Corteza rugosa. Hojas compuestas. Produce flores blancas en racimos. Es una leguminosa que fija nitrógeno en el suelo.	Especie típica de la selva baja. Aparece en los bordes de las parcelas agrícolas.
Amate / Higuera	Ficus spp. (Ficus insipida)	Vegetación riparia (orillas del río).	Árbol de gran tamaño. Sus raíces son superficiales y extensas. Produce frutos (higos) que alimentan a murciélagos y aves.	Especie con alta dependencia del agua. Su presencia en la franja de 50 m es indicador de salud del río Tonameca.
Sauce / Sauce llorón	Salix spp.	Vegetación riparia	Árbol de 5 a 12 m. Ramas delgadas, flexibles y colgantes. Hojas	Forma parte de la estructura de protección del cauce. Se

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación asociada	Características morfológicas y ecológicas	Relevancia para el proyecto
		(cauces).	lanceoladas. Requiere de humedad constante en el suelo.	respetará su hábitat en la zona de amortiguamiento.
Sabino / Ciprés mexicano	Taxodium mucronatum	Vegetación riparia (cauce).	Árbol longevo de hasta 20-30 m. Tronco grueso y follaje denso de color verde oscuro. Requiere de suelos anegados o muy húmedos.	Especie emblemática de los ríos del centro y sur de México. Se debe verificar su presencia en el área de influencia.
Huizache / Aromo	Acacia spp. (Acacia farnesiana)	Pastizal inducido / Vegetación secundaria.	Arbusto o árbol pequeño de 3 a 6 m. Ramas con espinas. Flores amarillas muy fragantes en forma de bolas.	Especie invasora que crece rápidamente en terrenos agrícolas abandonados. Frecuente en el área de estudio.
Mimosa	Mimosa spp. (Mimosa pigra)	Vegetación secundaria arbustiva.	Arbusto espinoso de 1 a 3 m. Hojas que se cierran al tacto (nastias). Crece en zonas perturbadas y bordes de caminos.	Presente en los caminos de acceso al predio. No tiene valor comercial, pero forma parte del estrato arbustivo.
Pasto bermuda	Cynodon dactylon	Pastizal inducido (cultivado).	Hierba perenne, rastrera y estolonífera. Forma céspedes densos. Se utiliza para la alimentación del ganado.	Especie introducida que domina la zona agrícola-ganadera colindante al proyecto.
Carrizo / Tule	Phragmites australis / Typha spp.	Vegetación riparia (orillas de río).	Hierba perenne de tallos cilíndricos y huecos de 2 a 4 m de altura. Crece en suelos anegados de manera estacional.	Su presencia es común en las zonas de inundación del río. Ayuda a la filtración natural del agua.

"El análisis de la vegetación en campo permitió clasificar al área del proyecto como una zona de vegetación secundaria y pastizal inducido, con un alto grado de perturbación por actividades agrícolas previas. La franja de vegetación riparia (50 m) se mantiene intacta como zona de amortiguamiento, albergando especies de la selva mediana subcaducifolia. No se identificaron especies maderables de alto valor comercial dentro del área de extracción directa."

Fauna

CuadroIII.8. Listado de especies registradas en el Sistema ambiental y vecindad según base de datos del portal de conabio (enciclovida, 2026).

Grupo taxonómico	Nombre común	Nombre científico	Estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Hábitat en la zona de influencia	Relevancia para el proyecto "Paso Lagarto"
Aves	Chachalaca	Ortalis vetula	Sujeta a protección especial (Pr)	Selva mediana, vegetación riparia, matorrales.	Potencial: Especie ruidosa y común. Se debe evitar su ahuyentamiento brusco.
Aves	Perico frente naranja	Eupsittula canicularis	Sujeta a protección especial (Pr)	Selvas y bosques abiertos.	Potencial: Puede sobrevolar el área; los nidos suelen estar en huecos de árboles grandes.
Aves	Cotorra frente escarlata	Psittacara finschi	Sujeta a protección especial (Pr)	Selvas secas, borde de ríos.	Potencial: Su presencia indica que la zona riparia funciona como corredor biológico.
Aves	Vireo de manglar	Vireo pallens	Sujeta a protección especial (Pr)	Vegetación riparia, manglares (zonas costeras).	Indicador de humedad: Su presencia en el río Tonameca es un buen indicador de la salud del afluente.
Aves	Golondrina risquera	Petrochelidon pyrrhonota	No listada	Acantilados, puentes, edificaciones, zonas abiertas.	Posible: Puede usar las zonas abiertas del proyecto para alimentarse de insectos.
Aves	Tirano norteño	Tyrannus tyrannus	No listada	Pastizales, áreas abiertas, claros en el bosque.	Estacional: Migratoria. Puede ser observada durante los meses de invierno.
Mamíferos (Carnívoros)	Ocelote / Tigrillo	Leopardus pardalis	En Peligro (P)	Selva mediana, vegetación riparia densa.	Clave: No se encontraron huellas en el polígono, pero podría estar en la franja de 50 m. Se debe mantener el corredor.
Mamíferos (Carnívoros)	Jaguarundi	Herpailurus yagouaroundi	Sujeta a protección especial (Pr)	Selvas secas, matorrales, bordes de ríos.	Potencial: Especie difícil de avistar, pero presente en la región.
Mamíferos (Carnívoros)	Coati / Tejón	Nasua narica	Sujeta a protección especial (Pr)	Selva mediana, vegetación riparia.	Común: Frecuenta las orillas del río en busca de alimento. Se debe implementar el programa de ahuyentamiento previo al inicio de la extracción.
Mamíferos (Ungulados)	Venado cola blanca	Odocoileus virginianus	Sujeta a protección especial (Pr)	Selvas secas, vegetación riparia, pastizales.	Potencial: No se detectó en la extracción directa, pero es posible su presencia en los límites del predio.
Mamíferos (Roedores)	Ardilla gris	Sciurus aureogaster	No listada	Bosques, selvas, vegetación secundaria.	Común: Frecuente en los árboles de la zona riparia.
Reptiles	Iguana negra	Ctenosaura pectinata	Sujeta a protección especial (Pr)	Selvas secas, matorrales, cauces pedregosos.	Clave: Frecuente en el área. Se debe llevar a cabo un rescate de fauna previo a cualquier movimiento de tierras.
Reptiles	Iguana verde	Iguana iguana	Sujeta a protección especial (Pr)	Vegetación riparia, manglares.	Potencial: Prefiere las ramas de los árboles sobre el agua. Se debe proteger su hábitat en los 50 m de amortiguamiento.
Reptiles	Culebra chirrionera	Masticophis mentovarius	Amenazada (A)	Pastizales, matorrales, bordes de caminos.	Potencial: Puede frecuentar los caminos de acceso. Se debe educar al personal para no lastimarlas.

Grupo taxonómico	Nombre común	Nombre científico	Estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010)	Hábitat en la zona de influencia	Relevancia para el proyecto "Paso Lagarto"
Reptiles	Falsa coral / Culebra	Lampropeltis spp.	No listada	Suelos arenosos, hojarasca, zonas de cultivo.	Común: Frecuente en suelos aluviales; se debe realizar el rescate de ofidios.
Reptiles	Tortuga casquito	Kinosternon spp.	Sujeta a protección especial (Pr)	Cuerpos de agua dulce (ríos, arroyos).	Sensible: Si el río Tonameca tiene agua en época de lluvias, podría haber presencia de estas tortugas en el cauce.
Anfibios	Sapo de montaña	Incilius valliceps	Sujeta a protección especial (Pr)	Zonas húmedas, bordes de ríos y arroyos.	Indicador: Su presencia indica que el agua del río no tiene contaminación extrema.
Anfibios	Rana arborícola	Hyla spp.	No listada	Vegetación riparia, árboles cerca del agua.	Potencial: Frecuentes en la vegetación riparia. Se deben evitar las luces nocturnas que las atraen.
Peces de agua dulce	Mojarra	Cichlasoma spp.	No listada	Cauce del río Tonameca.	Potencial: Podrían estar en el río durante la temporada de lluvias. No se realizarán descargas contaminantes.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2024). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Registros de especies para el municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/

"El siguiente listado corresponde a las especies con registros históricos en la región del proyecto (CONABIO-SNIB). Sin embargo, durante el recorrido de campo realizado en la poligonal de extracción directa, no se detectó la presencia de especies enlistadas en la NOM-059; únicamente se observaron especies de flora secundaria y fauna común asociada a pastizales y vegetación riparia, la cual será protegida mediante el programa de rescate y ahuyentamiento."

Biodiversidad

Ecosistemas

Descripción Sistémica del Ecosistema del Proyecto "Paso Lagarto"

El área del proyecto "Paso Lagarto" se inserta dentro del Sistema Ambiental 001 (UGA 001) del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca y en la UGA 11 del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Santa María Tonameca, el cual se caracteriza por ser una unidad de transición entre el sistema lotico (río Tonameca) y el sistema de selva mediana subcaducifolia con vocación agrícola. Desde una perspectiva sistémica, el ecosistema se estructura en tres grandes componentes: el componente abiótico, representado por depósitos aluviales de origen cuaternario, con suelos de tipo Cambisol y Regosol (altamente permeables y susceptibles a la erosión hídrica), una fisiografía de laderas planas con pendientes menores al 8%, y un clima cálido subhúmedo con una marcada estacionalidad de lluvias (mayo-octubre) que regula el régimen hidrológico del cauce principal; el componente biótico, conformado

por una vegetación secundaria arbórea y arbustiva derivada de la selva mediana subcaducifolia, la cual ha sido modificada por actividades agropecuarias previas, pero que aún conserva una franja riparia de 50 metros de cobertura vegetal continua que funciona como corredor biológico para especies de fauna silvestre (aves, reptiles y mamíferos) y como filtro natural de sedimentos; y el componente antrópico, evidenciado por la presencia de pastizales inducidos, cultivos de temporal (maíz y frijol) y la Carretera Federal 200, la cual actúa como un elemento de conectividad vial que fragmenta el paisaje original, pero que también permite el acceso controlado al área de extracción. Bajo esta clasificación sistémica, el proyecto no pretende transformar un ecosistema prístino, sino que opera sobre un sistema ambiental sujeto a perturbación recurrente, cuya viabilidad ecológica depende de la conservación de la vegetación riparia y del manejo adecuado de los procesos de erosión y sedimentación del cauce del río Tonameca.

CuadroIII.9. Listado de especies registradas "Clasificación sistémica de los componentes ambientales del área de influencia del proyecto Paso Lagarto"

Componente sistémico	Elementos ambientales	Descripción técnica	Fuente cartográfica / Evidencia
A. Componente Abiótico (Medio Físico)	Geología y Edafología	Depósitos aluviales de origen cuaternario. Suelos de tipo Cambisol Eúttrico y Regosol Eúttrico, caracterizados por su alta permeabilidad y susceptibilidad a la erosión hídrica durante la temporada de lluvias.	Mapa de Geología (Imagen 24) y Mapa de Edafología (Imagen 27).
Topoforma y Pendiente	Laderas planas con una pendiente promedio menor al 8%. La topografía es suave, lo que permite un escurrimiento superficial controlado hacia el cauce del río.	Mapa de Geomorfología (Imagen 26) y Mapa de Pendientes (Imagen 28).	
Clima e Hidrología	Clima cálido subhúmedo con una marcada estacionalidad de lluvias (mayo a octubre). El régimen hidrológico está determinado por el Río Tonameca, el cual funciona como el eje rector del sistema lótico y regula la humedad del subsuelo.	Mapas de Efectos climáticos (Imágenes 32 y 33) y Red hidrográfica (Imagen 22).	
B. Componente Biótico (Medio Físico-Biológico)	Vegetación y Flora	Vegetación secundaria arbórea y arbustiva derivada de la selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. Se conserva una franja riparia de 50 metros de vegetación nativa (copales, pochotes, amates) que funciona como corredor biológico y filtro de sedimentos.	Mapa de Vegetación Serie VI (Imagen 19) y Mapa de Cambio de uso de suelo (Imagen 20).

Componente sistémico	Elementos ambientales	Descripción técnica	Fuente cartográfica / Evidencia
Fauna Silvestre	Presencia potencial de especies de aves (chachalaca, pericos), reptiles (iguanas, culebras) y mamíferos (coatí, venado cola blanca) que utilizan el ecosistema riparia como hábitat y corredor de movilidad. Algunas especies se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Cuadro de especies CONABIO (elaborado previamente) y verificación en campo.	
C. Componente Antrópico (Medio Socio-Económico)	Uso de Suelo y Actividades	El área circundante presenta un alto grado de transformación por actividades agrícolas de temporal (cultivo de maíz y frijol) y pastizales inducidos para ganadería. Esto evidencia que el ecosistema actual se encuentra en un estado de sucesión secundaria sujeto a perturbación recurrente.	Mapa de Cambio de uso de suelo (Imagen 20).
Infraestructura y Conectividad	Presencia de la Carretera Federal 200 (Acapulco - Salina Cruz) a menos de 2 km del predio, la cual actúa como un elemento de fragmentación del paisaje, pero a la vez permite un acceso controlado al área de extracción mediante caminos rurales.	Mapa de Macrolocalización (Imagen 4) y Mapa de Vialidades (Imagen 22).	

III.5.2 Componente Abiótico

Geología

El polígono de extracción del proyecto "Paso Lagarto" se encuentra emplazado sobre una planicie aluvial constituida por sedimentos no consolidados de origen fluvial (gravas, arenas y limos), depositados por el régimen hidrológico del Río Tonameca durante el periodo Cuaternario. Estos depósitos son el resultado de la erosión y transporte de material proveniente de las partes altas de la cuenca, donde afloran rocas ígneas intrusivas (granitos y granodioritas) y rocas metamórficas del Complejo Xolapa. Hacia el norte y oeste del predio, se observan colinas y lomeríos formados por rocas sedimentarias continentales (conglomerados poligénicos) y calizas-dolomías, las cuales datan del Paleógeno y Mesozoico, respectivamente. Esta configuración geológica otorga al área una alta susceptibilidad a la erosión hídrica, razón por la cual la extracción de materiales pétreos debe realizarse con medidas de control de azolves y respeto a la vegetación riparia.

CuadroIII.10. Listado Unidades Geológicas Identificadas en el Área de Influencia

Tipo de roca / Depósito	Descripción litológica	Edad aproximada (Era / Período)	Ubicación relativa al proyecto
Depósitos Aluviales (Unidad geológica donde se ubica el proyecto)	Sedimentos no consolidados compuestos por gravas, arenas, limos y arcillas. Son el resultado del acarreo fluvial del río Tonameca. Presentan alta permeabilidad y son la fuente de los materiales pétreos a extraer.	Cuaternario (Holoceno y Pleistoceno tardío)	Cauce y terrazas del Río Tonameca (dentro del polígono de extracción).
Caliza-Dolomía	Rocas sedimentarias químicas de color gris claro a beige. Están constituidas principalmente por carbonato de calcio y magnesio. Presentan alta resistencia a la compresión, pero son solubles en ambientes ácidos.	Mesozoico (Cretácico - Jurásico)	Aflora en las partes altas al norte del municipio (fuera del polígono, pero dentro de la cuenca de aporte).
Conglomerado poligénico	Roca sedimentaria clástica formada por fragmentos de roca redondeados (cantos rodados) de diversos orígenes (ígneo, metamórfico y sedimentario), cementados por una matriz arenosa o calcárea.	Paleógeno (Eoceno - Oligoceno)	Se localiza en los lomeríos al noroeste y oeste del proyecto, en las zonas de piedemonte.
Granito	Roca ígnea intrusiva (plutónica) de color claro, compuesta principalmente por cuarzo, feldespato y mica. Es una roca masiva, muy dura y resistente a la intemperización.	Paleógeno (Eoceno - Oligoceno)	Aflora en el basamento rocoso de las montañas hacia el norte, en la parte alta de la cuenca.
Granito - Granodiorita	Roca ígnea intrusiva similar al granito, pero con mayor contenido de plagioclasa y menor contenido de cuarzo. Es el material parental que, al erosionarse, aporta la arena y grava que forma el depósito aluvial.	Paleógeno (Eoceno)	Forma parte del complejo intrusivo que rodea el área.
Complejo metamórfico (Interpretado del mapa como "Complejo metamórfico" y "Mármol")	Rocas que han sufrido procesos de metamorfismo (alta presión y temperatura) a partir de rocas sedimentarias o ígneas. Incluye mármoles y esquistos.	Mesozoico (Cretácico) / Paleógeno	Aflora en las partes más accidentadas al este y sureste del área de estudio.
Litoral / Lagunar	Depósitos sedimentarios recientes	Cuaternario	Se localiza en la franja costera

Tipo de roca / Depósito	Descripción litológica	Edad aproximada (Era / Período)	Ubicación relativa al proyecto
	formados por la acumulación de arenas finas y limos en zonas de transición marino-costera (playas, lagunas costeras).	(Holoceno)	al sur del proyecto (aproximadamente 8 km hacia el Océano Pacífico).
Mármol	Roca metamórfica compacta de color blanco o crema, formada a partir del metamorfismo de calizas. Es muy apreciada como roca ornamental.	Mesozoico (Cretácico)	Se encuentra en los afloramientos metamórficos al este del municipio.
Travertino	Roca sedimentaria química formada por la precipitación de carbonato de calcio en aguas subterráneas o manantiales.	Cuaternario (Pleistoceno)	Depósitos aislados en zonas de manantiales o fallas geológicas dentro de la cuenca.
Volcanosedimentaria	Secuencia de rocas formadas por la intercalación de material volcánico (cenizas, tobas) y sedimentos clásticos.	Paleógeno / Neógeno	Afloramientos menores en las partes altas de la cuenca, asociados a actividad volcánica antigua.

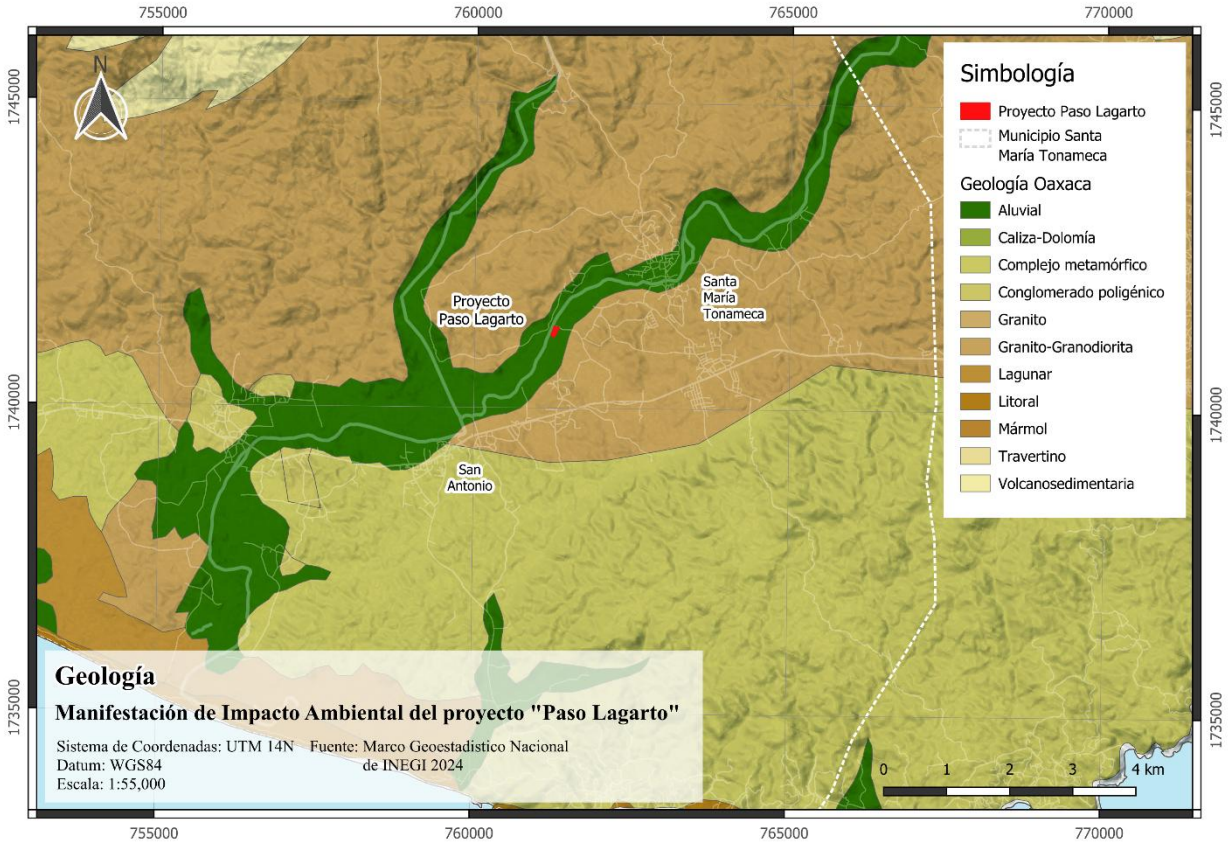


Figura III.12. Geología del SAR y del área de estudio.

Sismicidad

La unidad de estudio es parte de la región mayor donde la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes es cotidiana. Al formar parte de la Placa de Norteamérica, se está bajo la presión subductiva de la Placa de Cocos, que se encuentra bajo movimiento constante creando fricción y por ende microsismos (Atlas Estatal de Riesgos de Oaxaca, 2003). Eventualmente hay bloqueos que acumulan tensión y que al liberarse crean sismos de mayor magnitud, destruyendo infraestructura en las comunidades humanas. De acuerdo con el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y basándose en la normativa mexicana (en particular, en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcciones), las Regiones Sísmicas de México son una zonificación del territorio nacional que clasifica la peligrosidad sísmica para fines de diseño estructural (Figura III.13). El objetivo principal de esta división es determinar la aceleración máxima del terreno que se debe considerar para el diseño sismorresistente de las construcciones, incluyendo las obras e instalaciones en particular de la CFE, pero que es referente para la construcción en zonas sísmicas como Guerrero, Oaxaca y Chiapas donde ubican las regiones C y D que son de Alta y Muy Alta sismicidad respectivamente. En estas tres entidades es donde se presentan el 80% de estos eventos sísmicos, por lo que se han realizado diversos esfuerzos para preparar a la población en caso de sismos mayores, que en orden de magnitud han llegado a ser de hasta 8.2 es escala de Richter en la historia reciente del país (Cuadro III.6). De acuerdo al Servicio Sismológico Nacional los registros para el período del 1 de enero de 1900 al 18 de octubre 2025, los sismos de mayor intensidad para el país han sido 642 eventos con magnitudes mayores a 5.5 en escala de Richter, aunque tan sólo para el territorio continental de Oaxaca se tienen registrados un total de 127,051 eventos superiores a 1.2 grados hasta 7.2 para el mismo período (SSN, 2025).

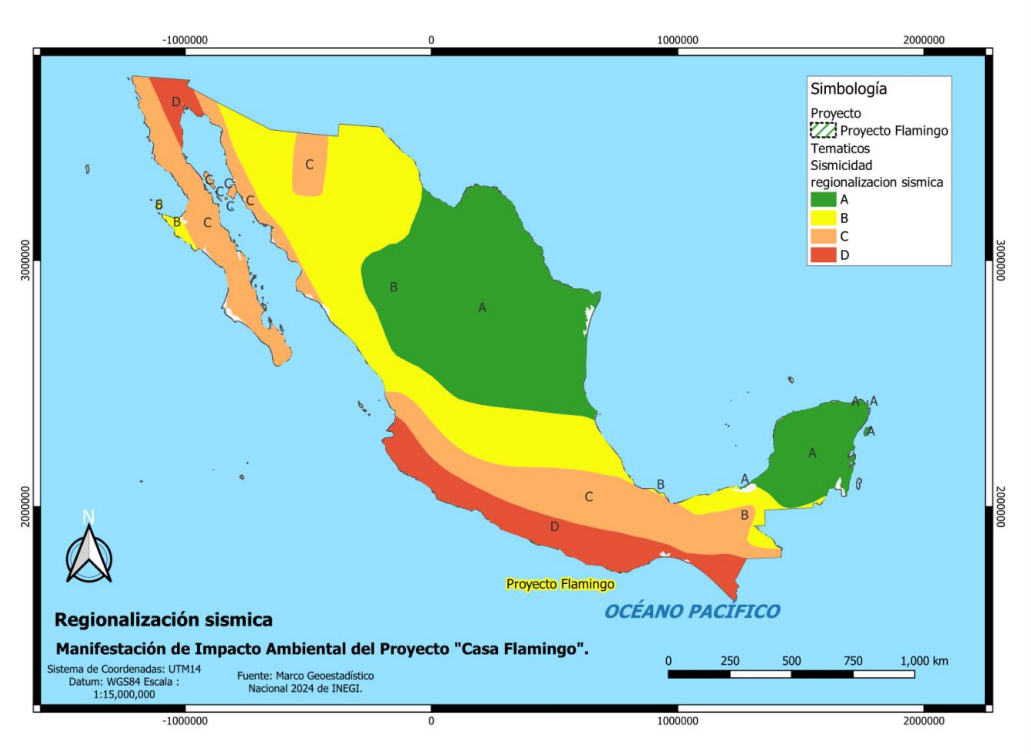


Figura III.13. Regiones sísmicas propuestas por CFE (2015).

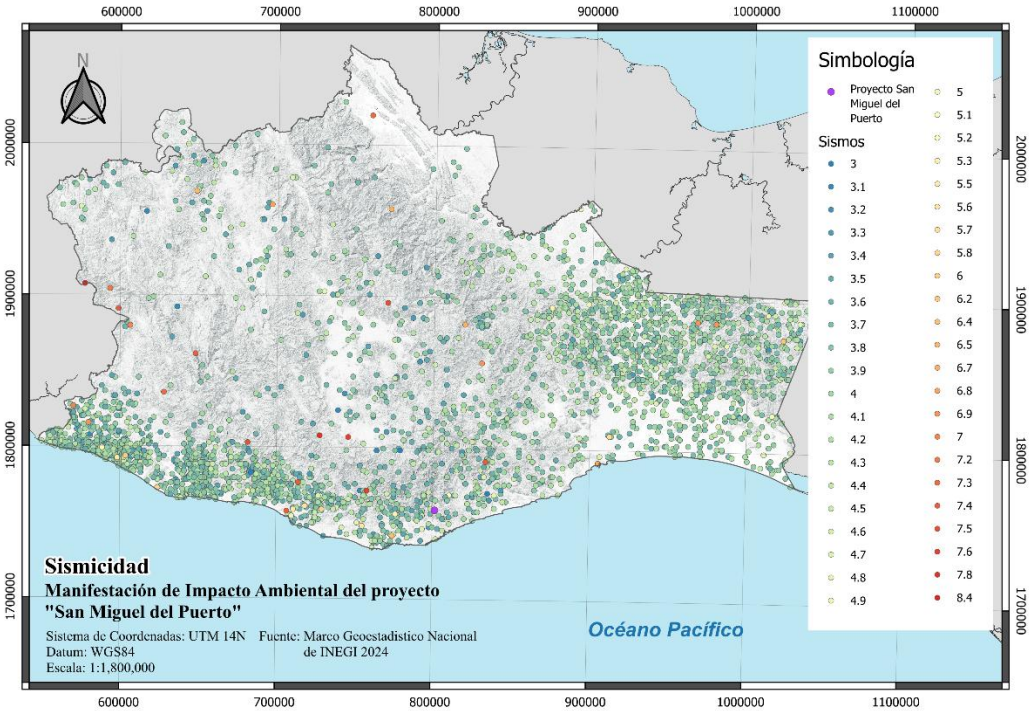


Figura III.15. Ocurrencia de sismos en la región de estudio registrados en el período de 1900 a 2025 (SSN, 2025).

Cuadro III.11. Sismos relevantes en México (SSN, 2025).

Magnitud	Fecha:	Epicentro:	Hora local:	Daños:
8.6	1787-03-28	Costas de Oaxaca	Cerca de las 11:00 horas	A este evento sísmico se le denomina 'El gran tsunami mexicano' porque generó una de las catástrofes más significativas en Oaxaca. La inundación causada por el tsunami penetró hasta seis kilómetros en el territorio, en las proximidades de lo que hoy es Puerto Ángel, y afectó alrededor de 450 km de litoral oaxaqueño. Según registros históricos del Siglo XVIII, la baja densidad demográfica en las costas hizo que el número de fallecidos fuera menor al esperado para un tsunami de tal envergadura.
8.2	2017-09-07	140 km al SUROESTE de PIJIJIAPAN, CHIS	23:49 hrs	El terremoto del 7 de septiembre de 2017, de magnitud 8.2 y con epicentro en el golfo de Tehuantepec, causó graves perjuicios. En Oaxaca, más de 20,000 casas resultaron afectadas y 40,000 adicionales fueron dañadas, mientras que en Chiapas la cifra fue de 46,000 viviendas perjudicadas. El sismo ocasionó 99 muertes en total, distribuidas principalmente en Oaxaca (79), Chiapas (16) y Tabasco (4).
8.1	1985-09-19	45 km al NOROESTE de LA MIRA, MICH	07:17 hr/Sensación Cdmx, 07:19 horas	Aunque el epicentro de este terremoto se localizó en las costas de Michoacán, a más de 350 km de distancia, el impacto más grave se dio en la Ciudad de México. Las estimaciones oficiales reportaron 5,000 muertes, aunque otras fuentes calculan más de 10,000, junto con aproximadamente 50,000 heridos, 250,000 personas que perdieron sus viviendas, más de 770 estructuras colapsadas o con daños severos, y pérdidas económicas que ascendieron al 2.1% del PIB nacional.
7.8	1957-07-28	47 km al NORESTE de SAN MARCOS, GRO	02:44 horas	Tras un proceso de restauración y reforzamiento que duró 14 meses, el Ángel de la Independencia fue reinaugurado en 1958. La estructura ha resistido sin daños todos los terremotos posteriores, incluido el de 1985. Dicho sismo afectó principalmente la región central de México, con la capital siendo la más golpeada, registrándose aproximadamente 700 fallecidos y 2,500 heridos.
7.5	2012-03-20	46 km al SUR de OMETEPEC, GRO	12:02 horas	Una característica distintiva de este terremoto fue el elevado número de réplicas, el mayor registrado en la sismología mexicana. En el primer mes tras el evento principal, se contabilizaron 44 réplicas con una magnitud superior a 4.5, lo que triplica la cantidad de réplicas en ese rango de magnitud en comparación con el sismo de 1985.
7.2	2010-04-04	23 km al SURESTE de MEXICALI, BC	15:40 horas	El balance de este sismo en términos humanos fue de dos fallecidos y alrededor de 100 heridos. Sin embargo, la infraestructura sufrió graves daños, afectando sistemas de riego, viviendas, carreteras, puentes, escuelas y hospitales.
7.1	2017-09-19	8 km al NOROESTE de CHIAUTLA DE TAPIA, PUE	2:40 hrs	Este fue uno de los terremotos con mayor número de víctimas mortales en la historia de México, con un saldo de 370 personas fallecidas y 7,289 heridas. Asimismo, 57 edificios se derrumbaron y un gran número más sufrieron daños de consideración.

Geomorfología

El área de estudio del proyecto "Paso Lagarto" se caracteriza por un relieve de tipo aluvial y de laderas suaves, típico de las planicies costeras del Pacífico oaxaqueño. Geomorfológicamente, el predio se ubica sobre una planicie fluvial asociada al cauce del Río Tonameca, la cual se ha formado por la acumulación de sedimentos arrastrados desde las partes altas de la cuenca. Hacia el norte y este del proyecto, el relieve se vuelve más accidentado, presentando lomeríos y colinas con pendientes moderadas a fuertes, donde los procesos de erosión hídrica y meteorización son dominantes. Esta configuración geomorfológica es la que determina la dirección de los escurrimientos superficiales y la susceptibilidad del suelo a la erosión, por lo que las actividades de extracción deben planificarse respetando las zonas de menor pendiente y protegiendo la vegetación riparia que estabiliza el cauce.

Cuadro III.12.Unidades Geomorfológicas Identificadas en el Área de Influencia

Unidad geomorfológica	***Descripción del relieve***	***Procesos geomorfológicos dominantes***	***Pendiente típica***	***Altitud relativa***	***Ubicación respecto al proyecto***
Planicie aluvial / Valle fluvial	*Superficie plana o ligeramente ondulada formada por la acumulación de sedimentos transportados por el río (gravas, arenas y limos). Es la unidad donde se deposita el material pétreo a extraer.*	*Acumulación fluvial (sedimentación), erosión de márgenes (socavación) durante crecidas.*	*< 2° (Plano a suavemente inclinado)*	*0 a 10 msnm*	*Dentro del polígono de extracción (cauce y terrazas del Río Tonameca).*
Laderas planas y depresiones cerradas	*Zonas de transición entre la planicie aluvial y los lomeríos. Son áreas con pendientes suaves que pueden presentar pequeñas depresiones donde se acumula agua de lluvia temporalmente.*	*Escurrimiento superficial laminar, procesos de infiltración y formación de suelos (Cambisoles).*	*2° a 8° (Suavemente inclinado)*	*10 a 50 msnm*	*Rodean el polígono de extracción, principalmente al norte y oeste.*
Lomeríos y colinas bajas	*Elevaciones del terreno de origen estructural (rocas sedimentarias o ígneas). Presentan formas redondeadas y cimas suaves, con un sistema de drenaje dendrítico (arroyos que convergen hacia el río).*	*Meteorización física y química de la roca madre, erosión hídrica en surcos y cárcavas, transporte de sedimentos hacia la planicie.*	*8° a 25° (Inclinado a fuertemente inclinado)*	*50 a 150 msnm*	*Al norte y este del proyecto, formando la cuenca alta de aporte de sedimentos.*
Montañas y escarpes	*Relieves más abruptos, con pendientes pronunciadas, asociados al basamento rocoso de granitos, calizas o metamórficas. Son las*	*Deslizamientos de tierra, caída de rocas, erosión intensa, transporte de*	*> 25° (Escarpado a muy escarpado)*	*> 150 msnm*	*En los límites extremos del municipio (fuera del área de influencia*

Unidad geomorfológica	***Descripción del relieve***	***Procesos geomorfológicos dominantes***	***Pendiente típica***	***Altitud relativa***	***Ubicación respecto al proyecto***
	zonas de mayor generación de sedimentos por erosión.	*materiales gruesos hacia las partes bajas.*			*directa).*

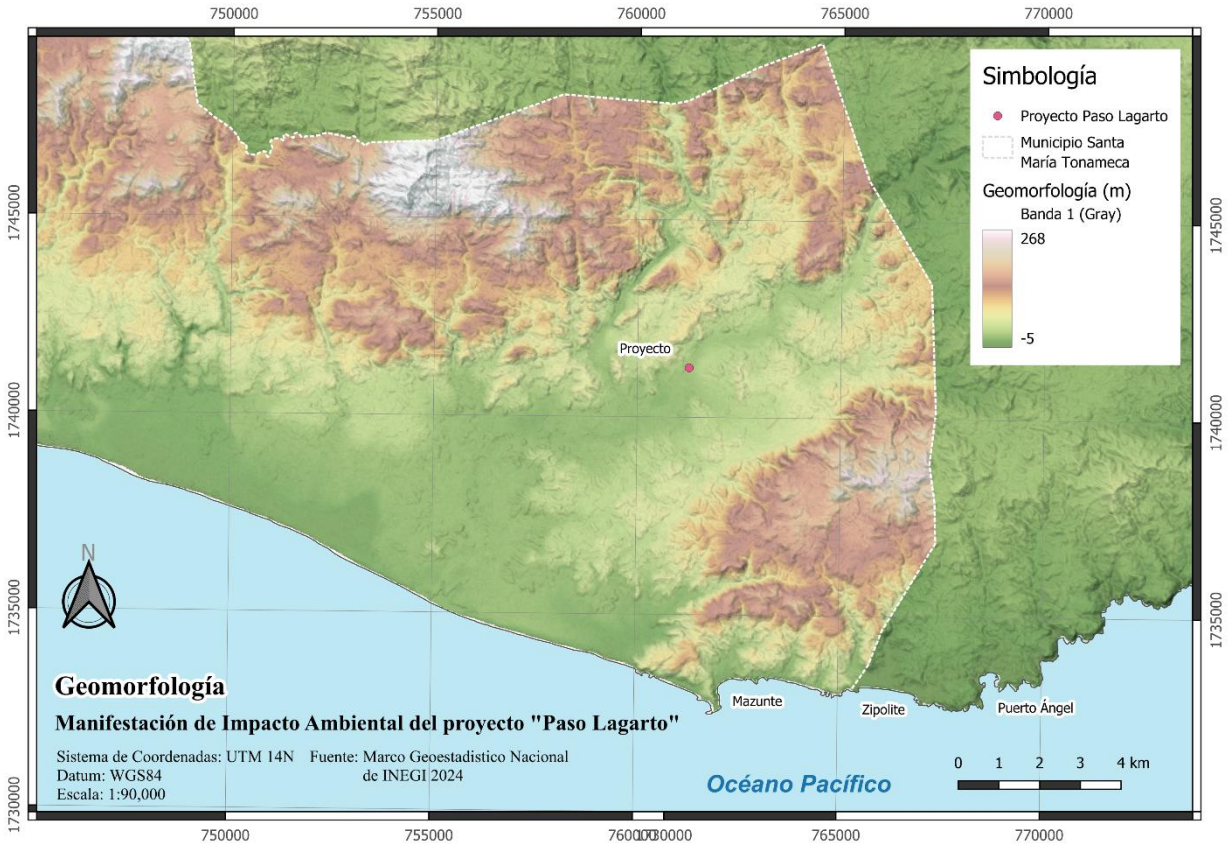


Figura III.16. Representación geomorfológica del Sistema Ambiental que muestra las elevaciones que parten del lecho del rio.

A partir de lo anterior es importante establecer la estabilidad del terreno en función de la pendiente de la zona. Para esto, se produjo el modelo de pendiente a partir del modelo digital de elevación 1:20,000 de INEGI, con lo cual se observa que el Sistema Ambiental se compone de pendientes que van de superficies planas hasta moderadas (Figura III.16). En particular el sitio del proyecto (Figura III.17), presenta superficie plana o ligeramente ondulada formada por la acumulación de sedimentos transportados por el río (gravas, arenas y limos). Es la unidad donde se deposita el material pétreo a extraer..

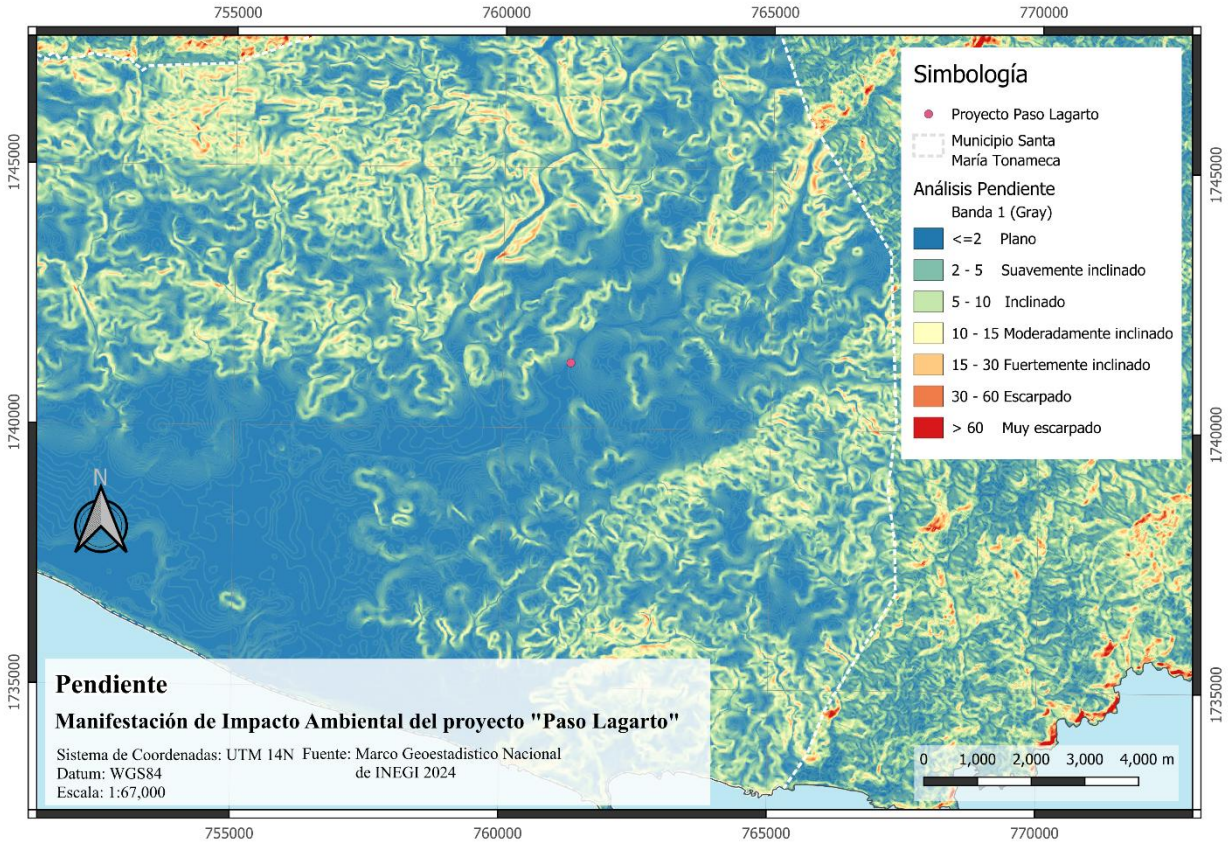


Figura III.17. Pendiente general de la región y del Sistema Ambiental en estudio.

Suelos

En base la clasificación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y en la cartografía del INEGI para la región de Santa María Tonameca, Oaxaca, determinamos que el proyecto "Paso Lagarto" se caracteriza por la presencia de dos unidades edafológicas principales, derivadas de los depósitos aluviales del río Tonameca y de la meteorización de rocas ígneas de las partes altas de la cuenca. El Cambisol Eútrico es el suelo dominante en la mayor parte del polígono y su área de influencia; se trata de un suelo joven, con un horizonte subsuperficial de acumulación de arcilla (horizonte B cámbico), que presenta una fertilidad natural media a alta, lo que lo hace apto para la agricultura de temporal. Hacia el este, en las zonas con mayor relieve y en los bordes de los depósitos aluviales, se presenta el Regosol Eútrico, un suelo de escaso desarrollo, con un horizonte superficial (A) delgado y muy poco contenido de materia orgánica, pero con alta permeabilidad. Ambos tipos de suelos son altamente susceptibles a la erosión hídrica durante la temporada de lluvias (mayo-octubre), especialmente en las áreas donde se ha eliminado la cubierta vegetal. Esta condición justifica la implementación de

medidas de control de erosión y la conservación de la franja riparia de 50 metros para evitar el azolve del cauce, ver figura III.18.

Cuadro III.8.Tipo de suelos.

Tipo de suelo (Clasificación FAO/INEGI)	*Clave en el mapa*	*Descripción de características físicas y químicas*	*Proceso de formación (Pedogénesis)*	*Ubicación respecto al proyecto*
Cambisol Eútrico	*Be*	*Suelos jóvenes de color pardo a pardo amarillento. Presentan un horizonte B cámbico (acumulación de arcilla) de textura media (franca a franco-arenosa). Tienen una profundidad moderada (entre 30 y 100 cm). Su pH es neutro a ligeramente alcalino (6.5 a 7.5), con una saturación de bases alta (>50%) que les confiere una fertilidad natural de media a alta. Son suelos con buena capacidad de retención de agua, pero susceptibles a la erosión si se remueve la vegetación.*	*Se forman a partir de la meteorización de depósitos aluviales recientes (gravas, arenas, limos) transportados por el río Tonameca. La formación del horizonte B es el resultado de la migración de arcillas y la alteración in situ de los minerales primarios. Su desarrollo es moderado y se asocia a procesos de iluviación (lavado) de minerales.*	*Dominante en el área de extracción y en las terrazas aluviales adyacentes (dentro de la franja de 50 m y en las laderas planas).*
Regosol Eútrico	*Re*	*Suelos de muy escaso desarrollo, de color claro (pardo grisáceo a amarillento). Carecen de un horizonte B diferenciado; solo presentan un horizonte A (superficial) delgado de menos de 20 cm, con bajo contenido de materia orgánica (<1%). Su textura es arenosa a franco-arenosa, con alta permeabilidad y muy baja capacidad de retención de agua. Su pH es neutro a alcalino, y su saturación de bases es alta. Son suelos extremadamente frágiles y erosionables.*	*Se forman a partir de la meteorización directa de rocas ígneas (granitos, granodioritas) o de la erosión de depósitos aluviales más antiguos. Su desarrollo es mínimo debido a la alta tasa de erosión o a la baja acumulación de materia orgánica. Son suelos que se encuentran en una fase inicial de formación.*	*Se presenta en los lomeríos y colinas al este del polígono, así como en las zonas de mayor pendiente, fuera del área de extracción directa.*

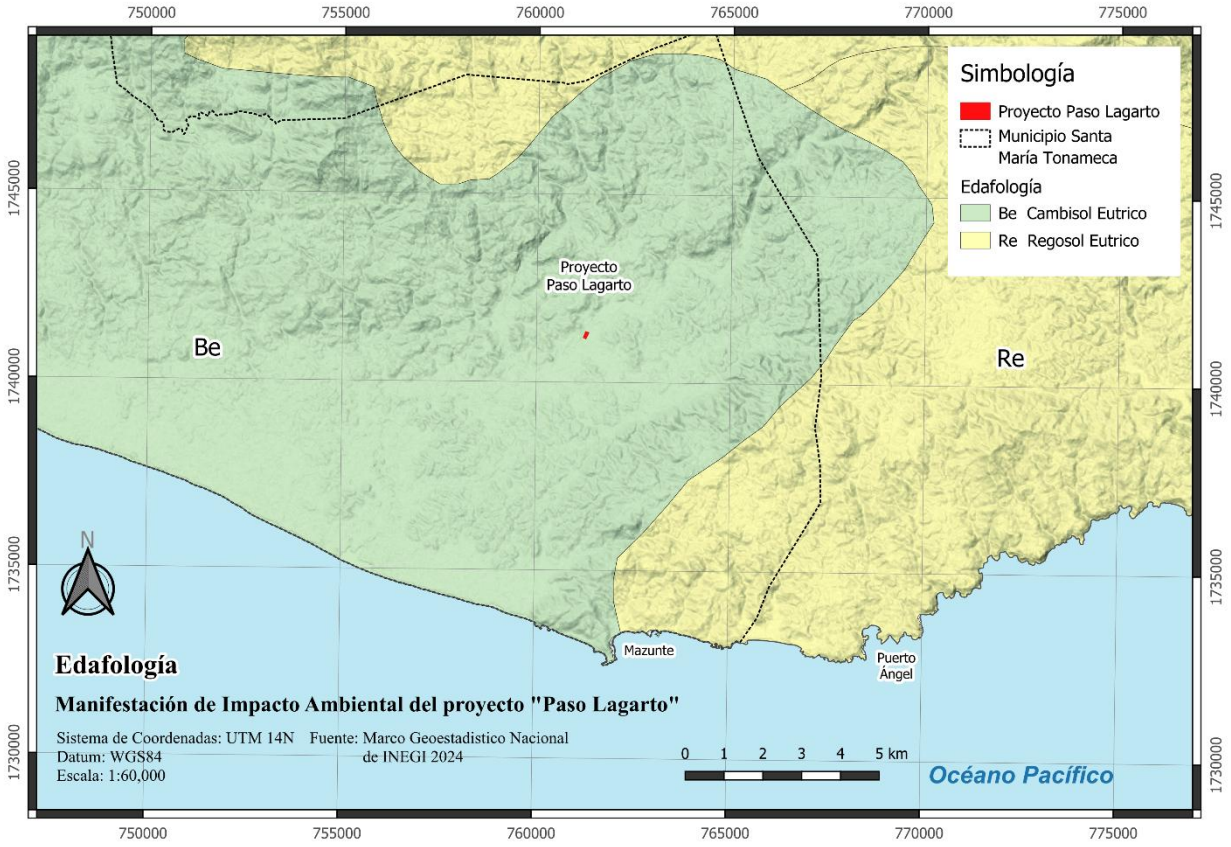


Figura III.18. Mapa de suelo para SAR y proyecto.

"La textura franco-arenosa de los suelos del área de extracción permite una rápida infiltración del agua de lluvia, lo que reduce el escurrimiento superficial, pero al mismo tiempo los hace vulnerables a la pérdida de nutrientes por lixiviación."

Inestabilidad de laderas.

Complementariamente a la información provista, se identificó que el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2020) elaboró un mapa de susceptibilidad por inestabilidad de laderas para la República Mexicana. La susceptibilidad es considerada como un factor de riesgo que clasifica que tan favorables o desfavorables son las condiciones del terreno para que pueda ocurrir inestabilidad, y se refiere únicamente a factores intrínsecos (condicionantes) de los materiales naturales de la ladera, sin considerar factores desencadenantes, como la precipitación o la sismicidad (CENAPRED, 2020). Los principales factores condicionantes con la pendiente de la ladera, las características geológicas y la combinación de la cobertura vegetal y del uso de suelo, ver figura III.19

Este mapa muestra que el Sistema Ambiental (línea roja) presenta áreas de inestabilidad Muy Baja

(verde oscuro), Media (amarillo) y Alta (naranja). Sin embargo, el predio del proyecto (polígono amarillo) se ubica en el área de Muy Baja susceptibilidad, confirmando condiciones favorables para el presente proyecto.

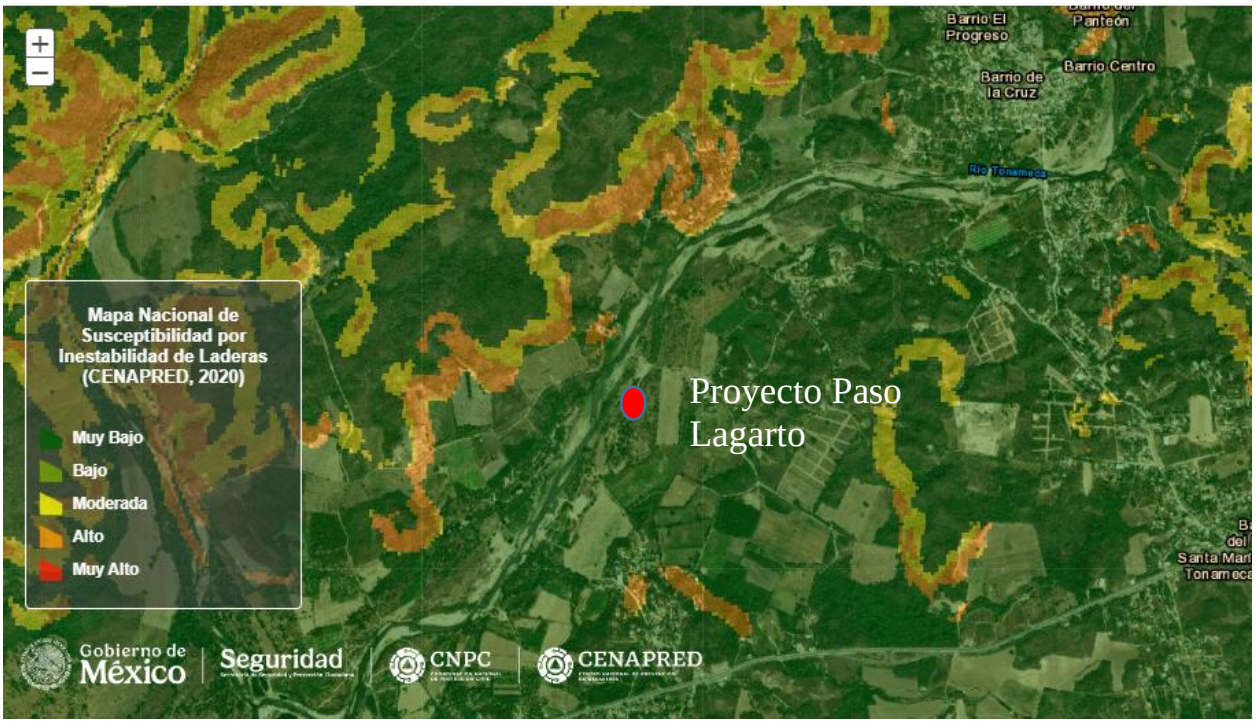


Figura III.19. Se muestra el Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas para el Sistema Ambiental y para el predio del proyecto (CENAPRED, 2020), observándose la viabilidad para el proyecto Paso Lagarto.

http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

Hidrología superficial y subterránea

1. Hidrología Superficial (Aguas de escurrimiento y cuerpos de agua)

El proyecto "Paso Lagarto" se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH21 "Costa de Oaxaca" y dentro de la Subcuenca RH21Bc – Río Tonameca. Esta subcuenca posee un área de drenaje de 269.16 km², con una longitud de cauce principal de 41.8 km y una pendiente media del 2.49%, características que le confieren un régimen de escurrimiento de tipo torrencial durante la temporada de lluvias (mayo a octubre).

El principal cuerpo de agua superficial que interactúa con el predio es el Río Tonameca, el cual cruza el polígono de extracción y funciona como el cauce de descarga natural de toda la subcuenca.

De acuerdo con las isoyetas de intensidad de lluvia de la SCT para la zona, la precipitación media anual oscila entre 800 y 1,500 mm, con lluvias máximas en el período de verano. A partir de la aplicación del Método Racional Americano (desarrollado en el estudio anexo), se determinó un coeficiente de escurrimiento (Ce) de 0.1792, lo cual refleja que la mayor parte del área de la subcuenca está ocupada por barbechos, áreas incultas y pastizales, que permiten una infiltración moderada del agua. Los gastos máximos estimados para la subcuenca son de 1.00 m^3/s para un período de retorno de 5 años y de 1.36 m^3/s para un período de retorno de 25 años (considerando un tiempo de concentración crítico de 286.085 minutos).

La dirección de los escurrimientos superficiales dentro del predio se orienta de manera natural hacia el cauce principal del Río Tonameca, debido a la pendiente suave del terreno (menor al 8%). Durante eventos de lluvia extrema, se pueden generar encharcamientos temporales en las terrazas aluviales adyacentes al cauce, pero no se identifican zonas de acumulación permanente que afecten la operación del banco de material, siempre que se respete la franja de vegetación riparia de 50 metros.

2. Hidrología Subterránea (Aguas freáticas y acuíferos)

La hidrología subterránea en el área del proyecto está condicionada por la geología y edafología del sitio. El predio se asienta sobre depósitos aluviales de origen Cuaternario, constituidos por gravas, arenas y limos no consolidados, los cuales presentan una alta permeabilidad y capacidad de infiltración. Por debajo de estos depósitos aluviales, se encuentra el basamento rocoso conformado por rocas metamórficas (gneis) del periodo Jurásico (según datos del estudio hidrológico y el mapa geológico), las cuales son de baja permeabilidad y actúan como un sello natural que confina el flujo subterráneo.

El nivel freático (superficie de agua subterránea) se localiza típicamente a poca profundidad en la zona de cauce, fluctuando estacionalmente en función del régimen de lluvias. Durante la temporada de secas (noviembre a abril), el nivel freático desciende, mientras que en la temporada de lluvias (mayo a octubre) se eleva, pudiendo alcanzar los niveles del cauce superficial. Esta condición es típica de los acuíferos libres en valles aluviales costeros.

Es importante destacar que el área del proyecto no se encuentra dentro de una zona de veda o de restricción para la extracción de agua subterránea, de acuerdo con la información de CONAGUA. Sin embargo, para evitar la contaminación del acuífero durante la operación del banco de material, se implementarán medidas estrictas de control: se habilitará una plataforma impermeabilizada para el mantenimiento de maquinaria (cumpliendo con el criterio If6 del POEL municipal) y se manejarán las aguas residuales mediante biodigestor, evitando cualquier infiltración de hidrocarburos o aguas negras hacia el subsuelo.

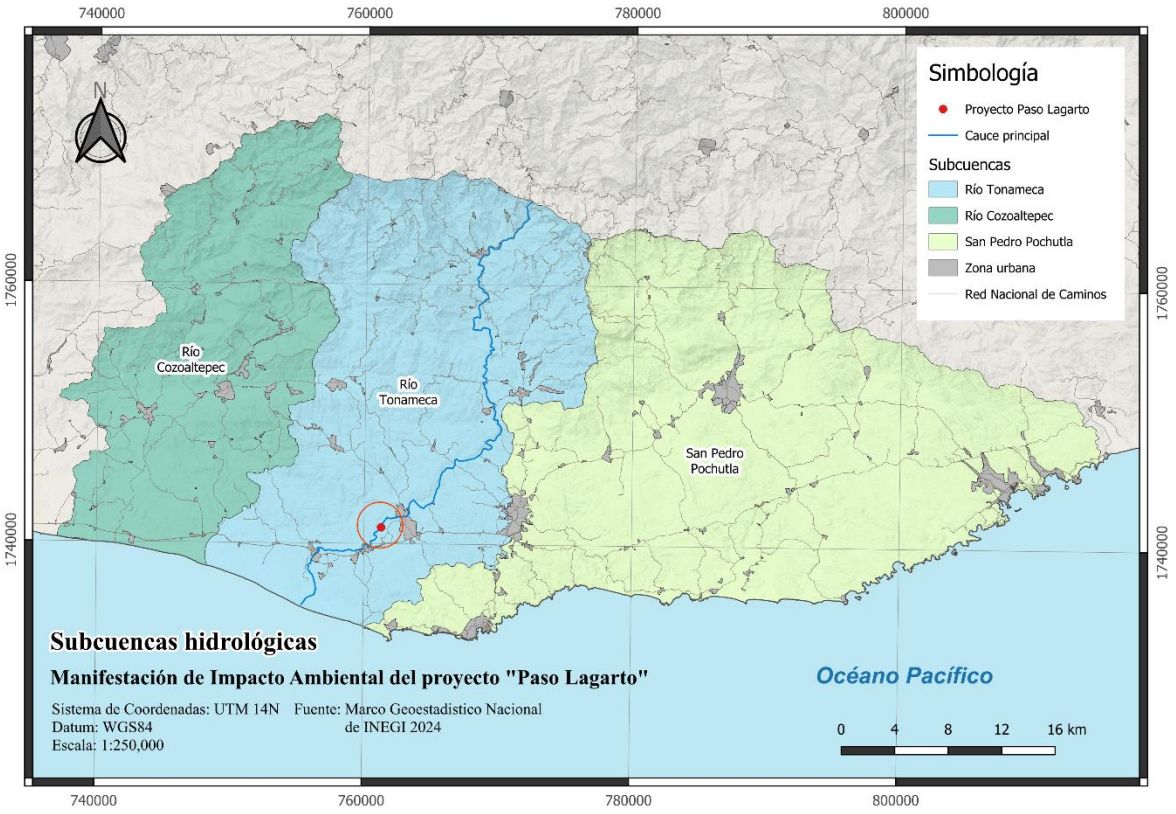


Figura III.20. Microcuencas del sitio del proyecto.

Cuadro III.9 Resumen de las Características Hidrológicas

Componente	Característica	Valor / Descripción	Fuente de datos
Región Hidrológica	RH21 Costa de Oaxaca (Puerto Ángel)	100% del área	Estudio hidrológico (INEGI/CONAGUA)
Subcuenca	RH21Bc – Río Tonameca	30.76% del área de la cuenca	Estudio hidrológico (INEGI/CONAGUA)
Área de la subcuenca	Superficie de drenaje	269.16 km²	Estudio hidrológico (SIATL)
Longitud del cauce principal	Río Tonameca	41.80 km	Estudio hidrológico (SIATL)
Pendiente media del cauce	Pendiente longitudinal	2.49%	Estudio hidrológico (SIATL)
Tiempo de concentración (Tc)	Método SCS (crítico)	286.085 min (4.77 horas)	Estudio hidrológico
Precipitación media anual	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano	800 – 1,500 mm	Estudio hidrológico / Mapa de clima
Coeficiente de escurrimiento (Ce)	Método NOM-011-CNA-2000	0.1792	Estudio hidrológico
Gasto máximo (Q) – Tr 5 años	Método Racional Americano	1.00 m³/s	Estudio hidrológico
Gasto máximo (Q) – Tr 25 años	Método Racional Americano	1.36 m³/s	Estudio hidrológico
Tipo de acuífero	Acuífero libre en depósitos aluviales (no confinado)	Alta permeabilidad en gravas y arenas; confinado por roca metamórfica subyacente (Gneis)	Mapa de geología (aluvial) / Estudio hidrológico
Profundidad del nivel freático	Fluctuante según estación	Temporal de secas: baja; Temporal de lluvias: alta (cerca del nivel del cauce)	Interpretación de la dinámica aluvial de la región
Zona de veda o restricción	No aplica	No se encuentra dentro de zonas vedadas por CONAGUA	Información regional CONAGUA

Anexo Estudio (Estudio Hidrológico)

Para evitar la generación de azolves en el cauce del Río Tonameca y la contaminación del acuífero aluvial, durante la operación del proyecto se respetará la franja de vegetación riparia de 50 metros, se construirán canales de desvío de aguas pluviales perimetrales, y se contará con una plataforma impermeabilizada para el mantenimiento de maquinaria."

Clima y fenómenos meteorológicos

Descripción del Clima por Temporada (Lluvias y Estiaje)

1. Temporada de Lluvias (Mayo – Octubre)

Durante este período, el clima del proyecto se caracteriza por la presencia del monzón mexicano y el paso de ondas tropicales y ciclones, que generan una alta humedad relativa y precipitaciones intensas, de carácter torrencial y corta duración. De acuerdo con los datos climatológicos del estudio hidrológico y las isoyetas de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes), la precipitación promedio anual en la región oscila entre 800 mm y 1,500 mm, concentrándose más del 80% de la lluvia total anual en estos seis meses.

Los meses de junio, agosto y septiembre presentan los máximos históricos de precipitación, superando a menudo los 150 mm mensuales. El modelo de tormenta aplicado en el estudio hidrológico determina que, para un período de retorno de 5 años, la intensidad máxima de lluvia puede alcanzar hasta 28.21 mm/hora, mientras que para un período de retorno de 25 años puede llegar a 38.45 mm/hora. Esta alta intensidad genera un rápido escurrimiento superficial que alimenta al cauce del Río Tonameca, provocando un incremento significativo de su caudal y un aumento en los niveles del nivel freático del acuífero aluvial. Las temperaturas medias durante esta temporada oscilan entre los 24 °C y los 26 °C, con máximas que pueden alcanzar los 30 °C en los días previos a las tormentas.

Implicación para el proyecto: Durante esta temporada, las actividades de extracción deben reducirse o suspenderse en días de lluvia intensa para evitar el arrastre de sedimentos hacia el cauce del río (azolves) y para garantizar la seguridad del personal y la maquinaria, debido a la saturación de los suelos.

2. Temporada de Estiaje (Secas) (Noviembre – Abril)

La temporada de estiaje se caracteriza por una marcada disminución de la precipitación, llegando a presentarse periodos de hasta 3 o 4 meses consecutivos sin lluvias significativas (principalmente de diciembre a marzo). La precipitación acumulada en estos meses representa menos del 20% del total anual, con valores mensuales que suelen ser inferiores a los 30 mm.

Las temperaturas durante el estiaje son ligeramente más altas que en la temporada de lluvias, con máximas que pueden superar los 33 °C en los meses de marzo y abril, mientras que las mínimas nocturnas pueden descender hasta los 18 °C debido a la ausencia de nubosidad. La velocidad promedio del viento (según tu mapa de vientos) tiende a ser mayor en esta época, alcanzando hasta 5.7 m/s, lo que incrementa el riesgo de dispersión de polvos durante las actividades de extracción.

Durante el estiaje, el Río Tonameca reduce considerablemente su caudal, pudiendo quedar seco en algunos tramos o con un flujo mínimo que solo se mantiene gracias a los aportes del acuífero subterráneo. El nivel freático desciende, exponiendo los depósitos aluviales de gravas y arenas.

Implicación para el proyecto: Esta es la temporada ideal para realizar las actividades de extracción, ya que el cauce está seco o con bajo caudal, lo que facilita el acceso de la maquinaria y reduce el riesgo de contaminación del agua. No obstante, debido a la alta velocidad de los vientos y la baja humedad, es obligatorio implementar un programa de riego constante para el control de polvos, evitando que las partículas finas (limos y polvo respirable) lleguen a las zonas urbanas de San Antonio y Santa María Tonameca.

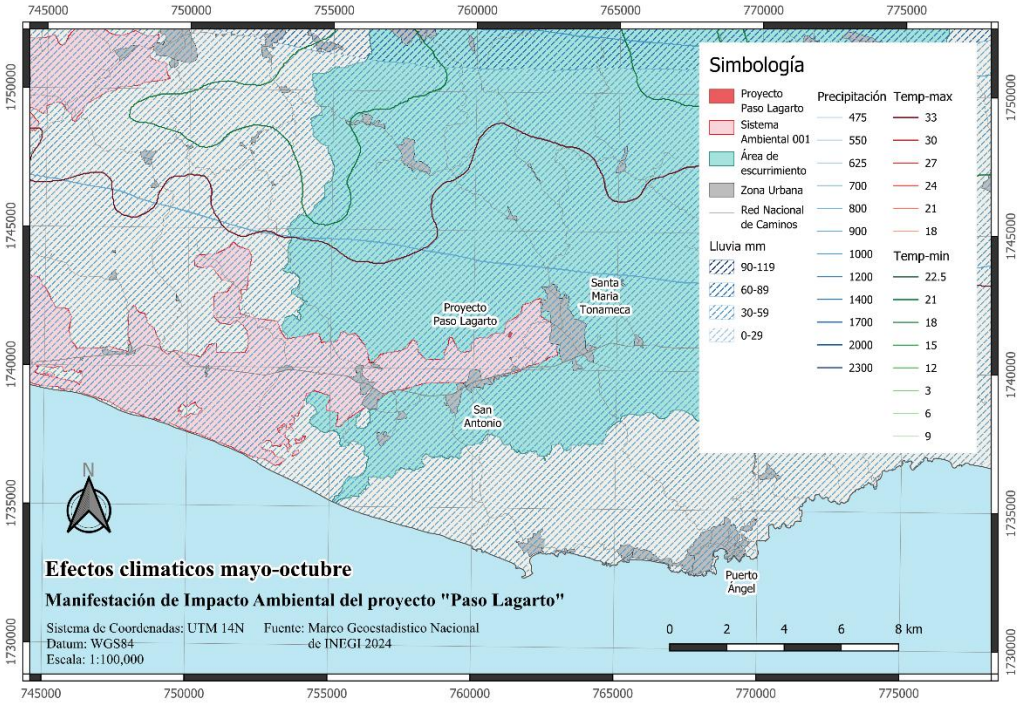


Figura III.21. Carta de efecto climáticos Mayo – Octubre. INEGI 2021.

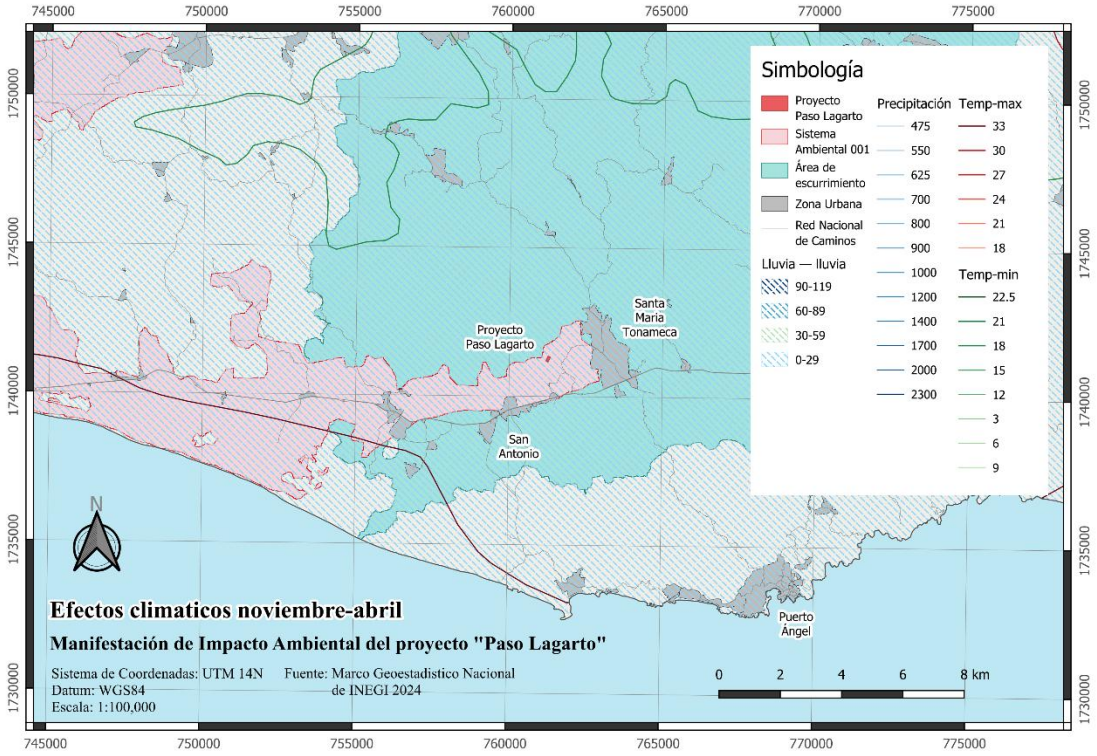


Figura III.22. Carta de efecto climáticos Noviembre – Abril. INEGI 2021..

Precipitación y Temperatura

Por otra parte, la estación climatológica más cercana es la estación 20303 ubicada en el municipio de Santa María Tonameca (15.73916667°N, -96.54444444°E, 48 msnm), la cual se ubica cerca de la cabecera municipal y cuenta con datos desde 1980. Los registros de esta estación climatológica, señalan que en el mes mayo inician las lluvias con aumento en el número de eventos en junio, reduciéndose durante julio para volver alcanzar sus máximos en Agosto elevarse enregistrando el pico más alto con 426 mm para comenzar a disminuir en el mes de octubre. La época de sequía se presenta en el periodo diciembre - mayo, donde la precipitación promedio en estos meses es de 31.88 mm.

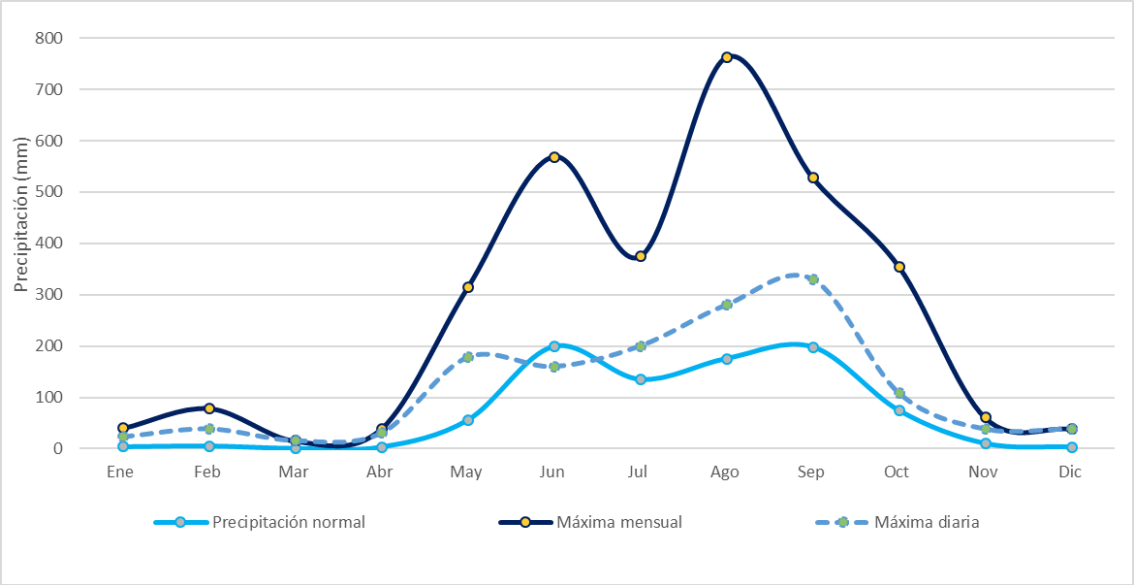


Figura III.23. Registros promedio de la precipitación mensual promedio, máxima y diaria de acuerdo de la estación climatológica No. 20303.

De acuerdo a los registros de la misma estación, los valores máximos de temperatura se presentan en mayo sin que sobrepase los 27°C, mientras que las temperaturas bajas no descienden a menos de 24.7°C en el mes de enero, siendo la menor temperatura.

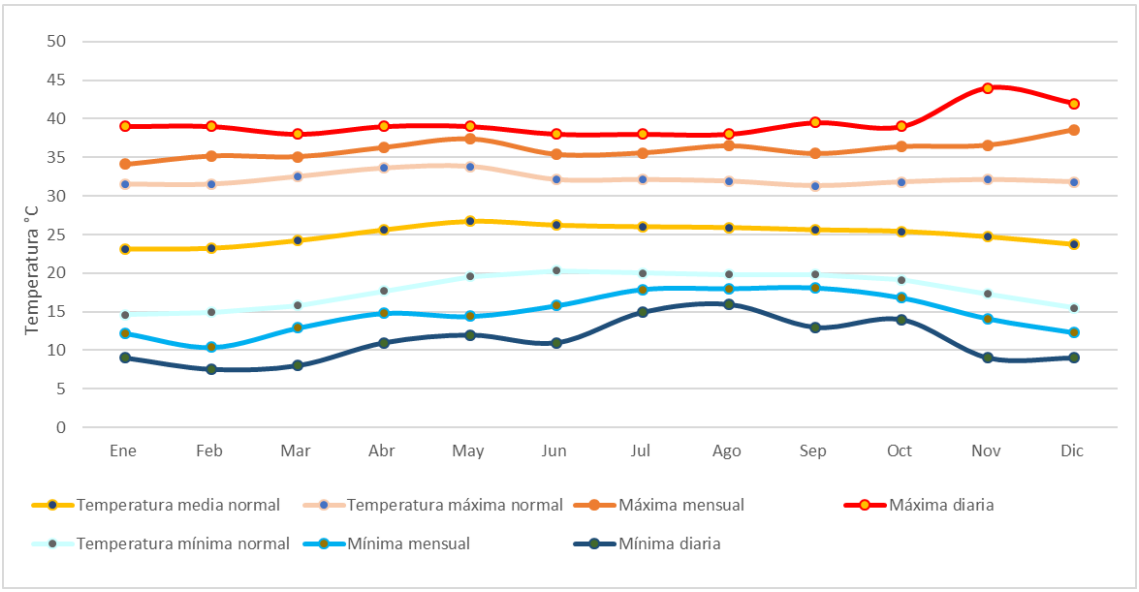


Figura III.24. Valores promedio de las temperaturas registradas en la estación climatológica No. 20303 del periodo 1998 a 2025.

Viento

Si consideramos la dirección del viento las estimaciones históricas para el Sistema Ambiental

indican que la frecuencia más alta es hacia el Norte, Noroeste y Noreste, y en menor proporción hacia el sur. Analizando los datos en QGIS se obtiene que la velocidad a la altura de 10 metros presenta un valor promedio de 1.4 m/s, con un rango de 0.49 m/s a 4.34m/s (Figura III.25) (). En particular el sitio del proyecto presenta un valor de 4.3 m/s.

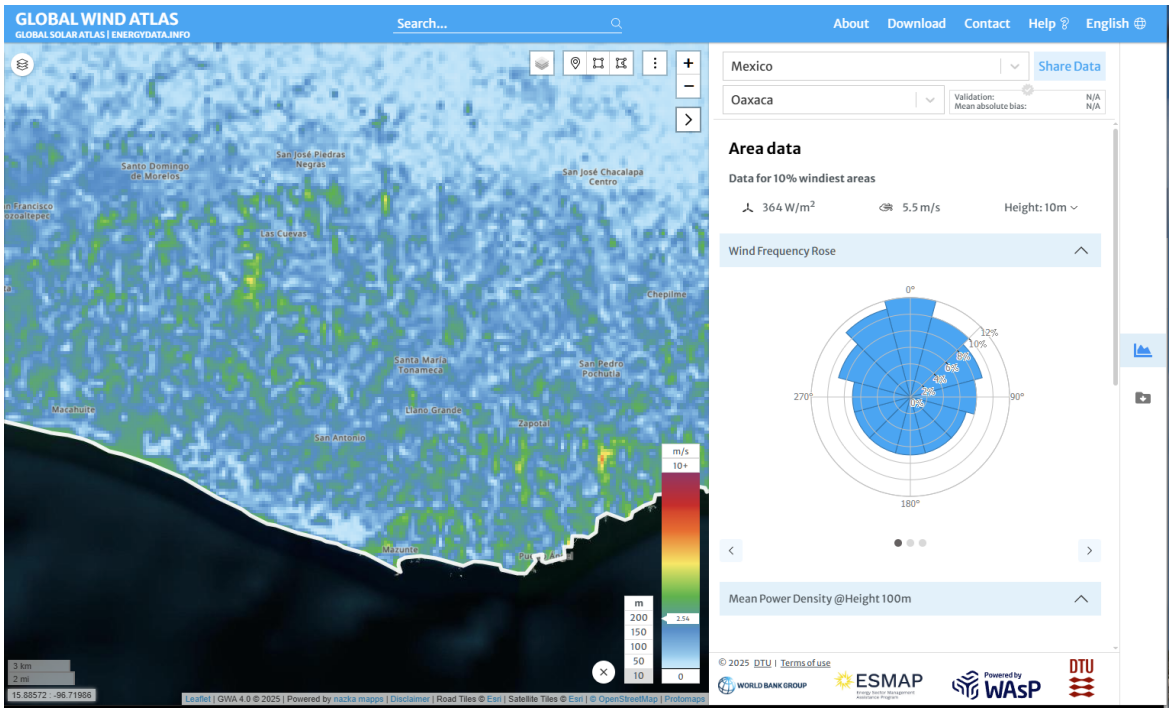


Figura III.25. Dirección dominante del viento en el área de estudio (https://globalwindatlas.info/en/area/Mexico/Oaxaca).

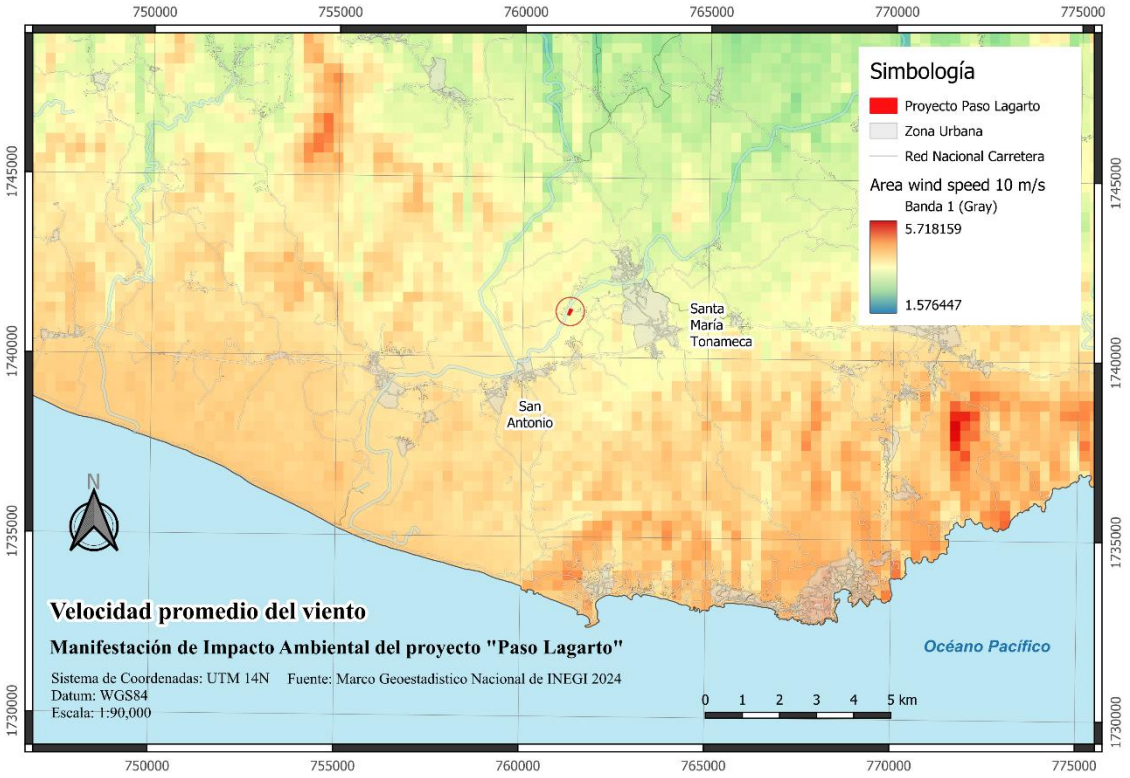


Figura IV.38. Velocidad promedio del viento en el Sistema Ambiental.

Cuadro III.10.Valores promedio de precipitación y temperatura de la estación climatológica 20303

Variable	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Lluvia máxima 24 h.-Mínima	0	0	0	0	0	13.5	17.5	5	8.8	0	0	0
Lluvia máxima 24 h.-Máxima	**22.8**	**38.4**	**29.3**	**30.3**	**426.9**	**184.6**	**200.1**	**280.3**	**330**	**165.7**	**128.1**	**38.6**
Lluvia máxima 24 h.-Media	1.8	2.7	1.5	2.9	39.6	68.9	51.5	58.2	60.9	39.7	12.3	2.8
Lluvia total mensual-Mínima	0	0	0	0	0	40.2	34.4	8	28.2	0	0	0
Lluvia total mensual-Máxima	**40.1**	**78.8**	**35.82**	**39.2**	**474.4**	**604.27**	**374.7**	**761.7**	**527.3**	**354.2**	**325.73**	**38.6**
Lluvia total mensual-Media	**2.6**	**4**	**2**	**3.5**	**65.1**	**210.9**	**120.5**	**175.2**	**199.4**	**83.4**	**20.5**	**2.8**
Temperatura máx prom-Mínima	28.9	17.4	29.8	30.6	30.1	29.1	28.5	27.6	27.8	27.4	28	29
Temperatura máx prom -Máxima	37.2	38	37.8	38.8	39.7	38.6	38	38	37.9	36.8	38.1	38.6
Temperatura máx prom -Media	32.4	32.9	33.5	34.3	34.7	32.9	33.1	32.7	32	32.5	32.8	32.6
Temperatura máx ext-Mínima	31	19	32	32.5	33	31.5	31	31	30	30	31	31
Temperatura máx ext-Máxima	44	40	41	41	50	41	41	40	39.5	39	44	42
Temperatura máx ext-Media	35	35.2	36	36.6	37	35.8	35.6	35.4	34.9	34.8	34.9	35
Temperatura mín prom-Mínima	12.2	0	12.9	14.1	14.4	15.8	17.9	18	17.9	11.8	14.1	12.3
Temperatura mín prom-Máxima	22.8	19.8	20	26	29.6	24.8	24.1	23.6	23.2	23.3	23	21.7
Temperatura mín prom-Media	15.7	15.4	16.6	18.5	20.7	21.2	20.8	20.5	20.5	19.7	18.1	16.5
Temperatura mín ext-Mínima	9	0	8	10	11.5	11	15	15	13	10	9	9
Temperatura mín ext-Máxima	20	18	18	21	25	23	23	23	22	21	22	20
Temperatura mín ext-Media	12.9	12.4	13.2	14.9	17	18.9	18.9	18.7	18.7	17.5	15.2	13.6
Temperatura media mensual-Mínima	20.6	13.9	21.9	22.4	23.2	23.9	23.4	23.4	23.1	19.6	21.9	20.6
Temperatura media mensual-Máxima	29	28.9	28.6	30.5	34.2	31.7	31	30.8	30.5	30	30.6	28.6
Temperatura media mensual-Media	**24**	**24.1**	**25.1**	**26.4**	**27.7**	**27**	**27**	**26.6**	**26.2**	**26.1**	**25.5**	**24.6**

Huracanes

El Sistema Ambiental de referencia se ubica en la cercanía del Istmo de Tehuantepec, que es una zona generada de ciclones tropicales como resultado de los vientos estacionales durante el verano. La previsión del número de eventos se estima en función de los años previos, aunque las trayectorias de los ciclones son diversas, sin ser completamente predecibles (Figura III.26). El área de afectación también se relaciona a la intensidad del fenómeno pudiendo afectar hasta cientos de kilómetros tierra adentro por efecto de las lluvias torrenciales.

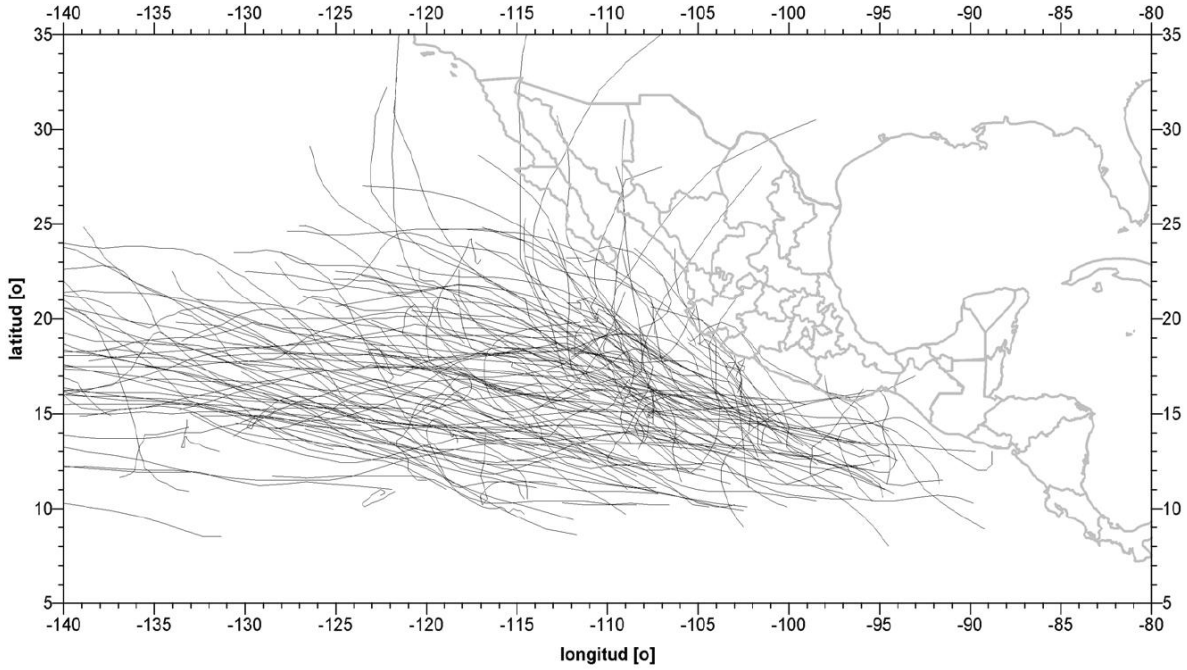


Figura III.26. Trayectorias de los ciclones tropicales ocurridos en el Océano Pacífico nororiental (1991-2000.(CENAPRED, 2021).

La región costera de Oaxaca donde se ubica el sistema ambiental, experimenta un régimen de lluvias muy influenciado por los huracanes y marcado por fuertes contrastes topográficos. Mientras en la costa las precipitaciones por lluvias torrenciales son de 1,700 mm en promedio (con rango de 800-1200 mm en algunas zonas), ascienden drásticamente en la Sierra Madre del Sur, llegando a un máximo de 3,000 mm entre los 1,000 y 1,500 m de altitud. Del volumen total de agua de lluvia estimado que recibe la cuenca (7.342,28 Mm^3), solo una cuarta parte (1.699,71 mm^3) genera escorrentía.

En los últimos cinco años (2019-2023), la cuenca del Pacífico oriental y central ha registrado varios huracanes importantes. A continuación, destacamos algunos de los más relevantes,

clasificados por categoría en la escala Saffir-Simpson (vientos sostenidos y daños potenciales) (Cuadro III.11)

Cuadro III.11. Ciclones tropicales de mayor intensidad que han afectado el litoral central de Oaxaca.

2022	Huracán Agatha - Categoría 2: Tocó tierra en Oaxaca, México, con vientos de 175 km/h (el más fuerte de la temporada 2022).
2017	Tormenta tropical Beatriz con vientos de 40 nudos
2012	Huracán Carlota categoría 2 con velocidad máxima de 95 nudos
2010	DT Darby con vientos de 20 nudos
2000	Tormenta tropical Rosa con vientos de 55 nudos
1997	Huracán Paulina, categoría 4 con vientos de 115 nudos
1997	Depresión tropical Olaf con vientos de 25 nudos
1997	Huracán Rick, con vientos de 75 nudos
1996	Tormenta tropical Cristina con vientos de 60 nudos

Fuentes: Datos basados en el NHC (National Hurricane Center).

Como se puede observar en los últimos años, el Huracán Agatha - Categoría 2: Tocó tierra en Oaxaca, México, con vientos de 175 km/h, causando daños importantes principalmente en estructuras ligeras de madera y materiales propios de la región como palapas y casas habitación de láminas metálicas y de cartón, los demás que han ocurrido próximos al lugar del proyecto han generado lluvias intensas dañando carreteras donde abren caminos de terracería se han presentado deslaves afectando principalmente las vías de comunicación por tierra.

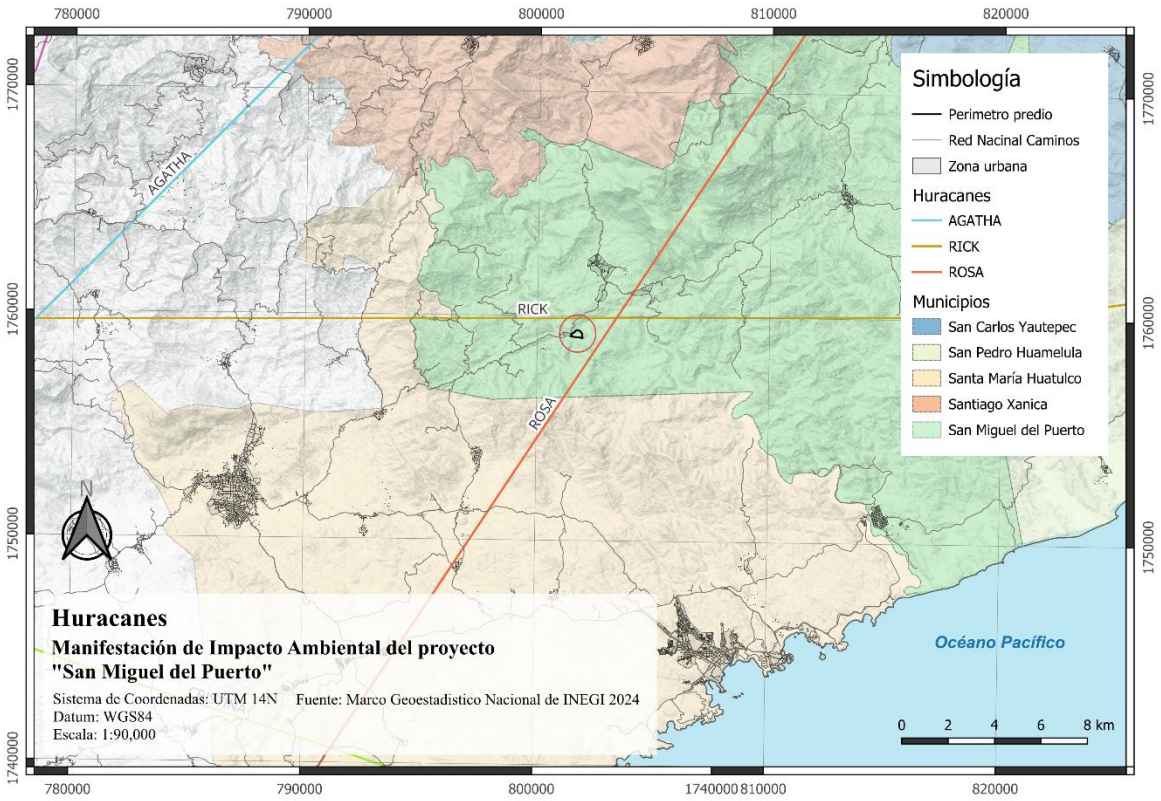


Figura III.27. Trayectorias de ciclones (depresión tropical a huracanes) que han afectado la región de estudio. (https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php)

III.5.2.1 Análisis hidrológico e hidráulico del Río Tonameca

1. Análisis Hidrológico (Régimen de caudales y escurrimientos)

El análisis hidrológico se basa en los datos de precipitación, la morfología de la cuenca y los coeficientes de escurrimiento calculados en el estudio anexo.

Cuenca de aportación: El proyecto se ubica en la Subcuenca RH21Bc – Río Tonameca, con un área de drenaje de 269.16 km² y una longitud de cauce principal de 41.8 km. Esta es una cuenca de tamaño mediano, lo que permite que los caudales generados por tormentas tengan un tiempo de concentración suficiente para ser amortiguados.

Tiempo de concentración (Tc): El estudio determinó un tiempo de concentración crítico de 286.08 minutos (4.77 horas) mediante el método SCS. Esto significa que el pico de la avenida máxima llegará al predio casi 5 horas después de iniciada la lluvia, dando tiempo suficiente para tomar medidas preventivas (retiro de maquinaria y personal).

Coeficiente de escurrimiento (Ce): Se determinó un Ce = 0.1792. Este valor es bajo, lo que indica que más del 80% del agua de lluvia que cae en la subcuenca se infiltra en el suelo (gracias a los suelos aluviales permeables y a la vegetación secundaria) y no escurre directamente al río. Esto reduce el riesgo de crecidas violentas.
Gastos máximos (Avenidas): Aplicando el Método Racional Americano, se obtuvieron los siguientes caudales pico:

Para Tr = 5 años: Q = 1.00 m^3/s (Evento común)
Para Tr = 25 años: Q = 1.36 m^3/s (Evento extraordinario)

Conclusión hidrológica: Los gastos máximos son moderados y manejables (no son caudales torrenciales de cientos de m^3/s). Esto se debe al alto coeficiente de infiltración del suelo. El proyecto puede operar sin problemas durante la temporada de estiaje, y durante lluvias, los caudales no representan un riesgo de desbordamiento que ponga en peligro la maquinaria, siempre que se respete la franja riparia.

2. Análisis Hidráulico (Comportamiento del flujo y transporte de sedimentos)
El análisis hidráulico evalúa cómo el cauce del Río Tonameca maneja esos caudales y cómo se comportan los sedimentos (el material pétreo que quieres extraer).
Geometría del cauce: El Río Tonameca, en el tramo del proyecto, es un río de régimen aluvial, con un cauce ancho (aproximadamente 80 a 120 metros según la imagen satelital de tu estudio) y de pendiente suave (2.49%). Esta configuración permite que el río tenga una gran capacidad de almacenamiento de agua y sedimentos en su llanura de inundación.
Velocidad del flujo: Con una pendiente suave y un cauce amplio, las velocidades del agua son bajas a moderadas (se estiman < 1.5 m/s para caudales de 1.36 m^3/s). A velocidades tan bajas, el río no tiene la capacidad de arrastrar material pétreo grueso (gravas y cantos rodados) de forma violenta; solo arrastra arenas finas y limos en suspensión.
Transporte de sedimentos (El punto clave): El material pétreo que se extraerá (arenas y gravas) es el "lecho móvil" del río. Durante las crecidas (Tr=25 años), el río tiende a depositar más material del que arrastra, ya que pierde velocidad al salir de las montañas y llegar a la planicie costera. Esto juega a favor del proyecto: La extracción de material en este tramo

actúa como un "desazolve controlado", retirando el exceso de gravas que el río tiende a acumular. Esto, lejos de dañar el cauce, ayuda a mantener la capacidad hidráulica del río, evitando que en el futuro el cauce se azolve y se desborde aguas arriba.

Cuadro III.12 Resumen del Análisis Hidrológico e Hidráulico

Componente	Parámetro clave	Valor calculado	Implicación para el proyecto (Favorable)
Hidrología	Tiempo de concentración (Tc)	286.08 min (4.77 h)	El tiempo de respuesta del río es amplio; permite evacuar maquinaria ante avisos de lluvia intensa.
Hidrología	Coeficiente de escurrimiento (Ce)	0.1792 (Bajo)	La mayor parte del agua se infiltra; se generan caudales moderados, no torrenciales.
Hidrología	Gasto máximo (Q) Tr=25 años	1.36 m³/s	Este caudal es fácilmente contenido por el cauce actual, no representa riesgo de desborde.
Hidráulica	Pendiente media del cauce	2.49% (Suave)	Velocidades de flujo bajas, lo que reduce la capacidad de erosión del cauce durante la extracción.
Hidráulica	Dinámica de sedimentos	Régimen aluvial de deposición	El río tiende a depositar material en este tramo. La extracción funciona como un desazolve controlado, manteniendo la capacidad del cauce.
Hidráulica	Capacidad del cauce	Ancho > 80 m	El cauce es amplio y puede absorber las crecidas sin impactar la zona de extracción (ubicada en la terraza aluvial).

Prevención de la Erosión y Socavación

"El proyecto ha considerado el riesgo por erosión y socavación identificado en el estudio hidrológico, y ha incorporado medidas de diseño para mitigarlo. Se conservará una franja de protección respecto a ambas márgenes del río, evitando cortes que concentren el flujo o desvíen el talweg (o vaguada) es la línea de menor altura en un valle y la zona más profunda del cauce de un río donde el agua corre más rápido. Hacia el predio. Además, la extracción se realizará por franjas progresivas, manteniendo la continuidad longitudinal del cauce y evitando la formación de fosas aisladas, bordos transversales o montículos que modifiquen la sección hidráulica."

Plan de Monitoreo y Respuesta Post-Avenidas

"El proyecto establece un programa de monitoreo post-avenidas que incluye la inspección topográfica del banco de material, las márgenes del río y el cauce principal, con el fin de identificar erosión, socavación, desplazamiento del eje del río y pérdida de material. Esta información permitirá ajustar las actividades de extracción y restauración de manera oportuna, garantizando la estabilidad del cauce y la recuperación del ecosistema. El programa incluye indicadores claros (perfil transversal del cauce, turbidez del agua, cobertura vegetal) y frecuencias de seguimiento definidas, lo que facilita su verificación por parte de la autoridad ambiental."

Aire

La calidad del aire en los asentamientos humanos costeros por lo general es excelente, especialmente para las comunidades pequeñas como Paso Lagarto. Estas condiciones se mantienen la mayoría del tiempo, gracias a la ventilación constante y la ausencia de industria, la única vía pavimentada. Por esta razón, en los últimos años se ha regenerado el paisaje aledaño al camino, ya que anteriormente se cubría de polvo los arboles próximos y arbustos, hoy el cambio es notorio y positivo

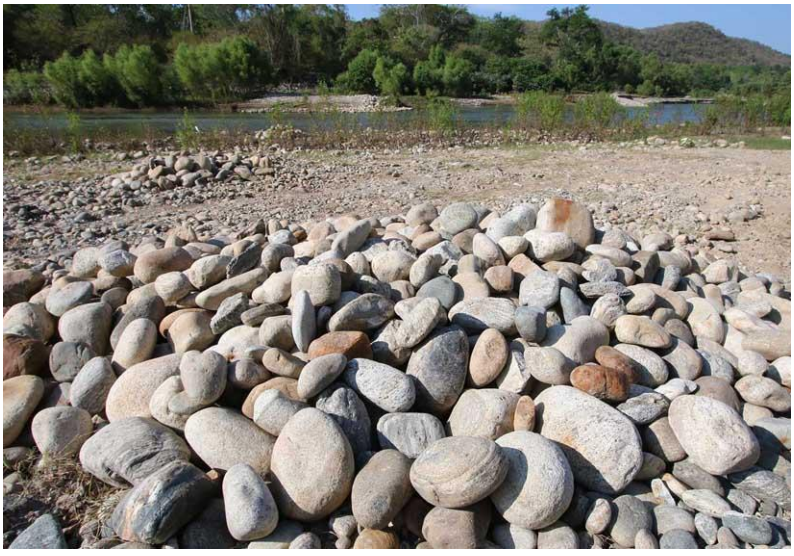


Figura III.30. A partir de la carretera se conecta con caminos de terracería

.

De acuerdo a los modelos climáticos de la plataforma Windy (https://www.windy.com/15.670/-96.563/cams/airq?cams,pm2p5,15.666,-96.562,13,i:temp), el Índice de Calidad del Aire de la Environmental Protection Agency (Figura III.31). Esta condición sugiere que a pesar de presentarse vientos constantes provenientes del mar, cuando hay condiciones de calma y con tránsito vehicular constante, es posible tener un ambiente que provoque incomodidad en los residentes y visitantes.

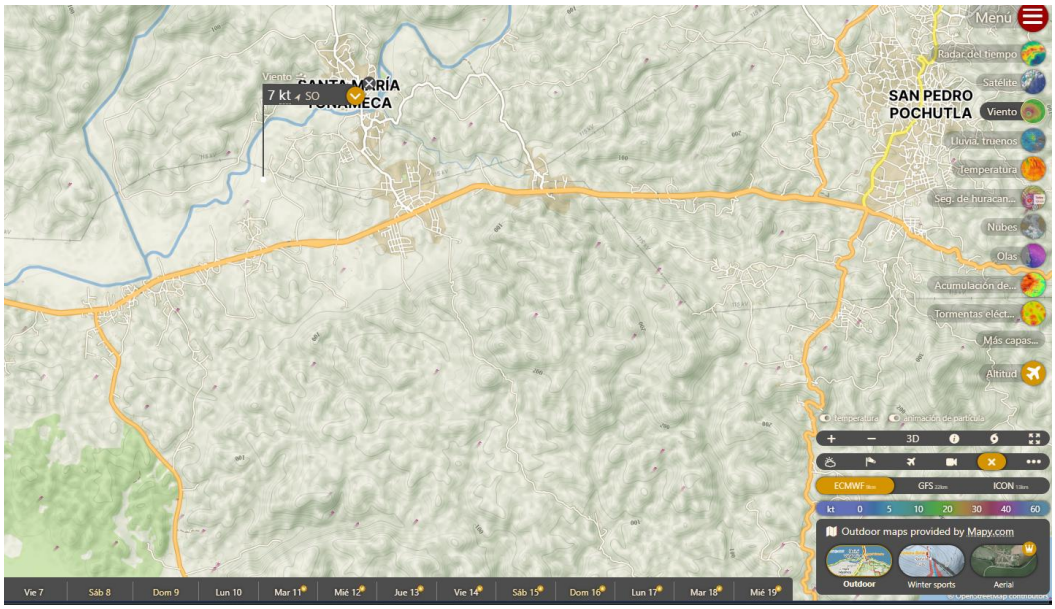


Figura III.31. Valores estimados de calidad del aire del modelo meteorológico en la plataforma Windy.

Cuadro III.13. Propuesta de escalas para las PM 2.5. (EPA 2024-02637 Reconsideration of the National Ambient Air Quality Standards for Particulated Matter).

Categoría del Índice de Calidad del Aire	Valor del Índice	Límites propuestos (µg/m3, 24-horas promedio)
Bueno	0–50	0.0–(9.0–10.0)
Moderado	51–100	(9.1–10.1)–35.4
Insalubre para grupos vulnerables	101–150	35.5–55.4
Insalubre	151–200	55.5–125.4
Muy insalubre	201–300	125.5–225.4

GBIF.org (16 August 2025) GBIF Occurrence Download, https://doi.org/10.15468/dl.mp3y7u

III.5.3 Componente Socioeconómico

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población del municipio de Santa María Tonameca, Oaxaca, es la siguiente:

Cuadro III.14. Registros poblacionales

Indicador	Población
Población total	24,318 habitantes
Hombres	12,206
Mujeres	12,112

Cuadro III.15 Localidades dentro del área de influencia de la UGA 001 (y su población según INEGI 2020)

Localidad	Población total (INEGI 2020)	Hombres	Mujeres	Ubicación respecto a la UGA 001 y al proyecto
Santa María Tonameca (Cabecera municipal)	2,640	1,250	1,390	Se encuentra en el extremo este de la UGA 001, a ~3 km del proyecto.
San Antonio	1,512	742	770	Se ubica dentro de la porción sur de la UGA 001, a ~2 km al suroeste del proyecto.
Rincón Alegre	483	232	251	Localidad colindante al borde sur de la UGA 001, cercana a la Carretera Federal 200.
Mazunte	882	422	460	Se encuentra en la franja costera, justo en el límite sur de la UGA 001.
Zipolite	1,124	548	576	En la costa, al este de Mazunte, dentro del área de influencia indirecta de la UGA 001.
Puerto Ángel	2,440	1,180	1,260	Ubicado al este de la UGA 001, en la zona costera, dentro de la subcuenca del Río Tonameca.

Solo Santa María Tonameca y San Antonio están dentro del área de influencia directa: Según tu mapa de "Área de influencia del proyecto" (Imagen 2), las localidades de San Antonio y Santa María Tonameca son las únicas que están dentro de la zona de impacto potencial (por ruido, polvo o vialidades). Las demás (Mazunte, Zipolite, Puerto Ángel) están en la zona de influencia indirecta (por la conectividad del río y los escurrimientos hacia el mar).

Zona urbana de la UGA 001: En el mapa de "Sistema Ambiental Delimitado", la mancha gris (zona urbana) que aparece dentro del polígono rosa de la UGA 001 corresponde

exclusivamente a la mancha urbana de San Antonio y los bordes de Santa María Tonameca. El resto de la UGA 001 es predominantemente agrícola, pastizal y vegetación secundaria.

"De acuerdo con la delimitación del Sistema Ambiental UGA 001 (POETO Estatal) y el área de influencia del proyecto, las localidades que se encuentran directamente vinculadas al polígono son San Antonio y Santa María Tonameca, con una población conjunta de 4,152 habitantes (1,992 hombres y 2,160 mujeres). Las localidades costeras como Mazunte, Zipolite y Puerto Ángel forman parte de la zona de influencia indirecta debido a su ubicación en la misma subcuenca hidrológica (RH21Bc – Río Tonameca) y a la conectividad de los escurrimientos superficiales hacia el Océano Pacífico. Por su distancia y la presencia de barreras naturales (vegetación riparia), no se prevén impactos directos sobre estas localidades."

Por otro lado el Municipio de Santa María Tonameca y de la entidad que pasaron de *Muy alto* a *Medio*. Se considera que esta reducción en el rezago es producto de las actividades económicas relacionadas al turismo, ya que todas éstas se ubican en sitios de alta afluencia turística y de prestación de servicios diversos relacionados al mismo (**¡Error! No se ncuentra el origen de la referencia.**). Por lo anterior, el proyecto que se propone coadyuvará a mejorar las condiciones de vida de la comunidad en proximidad al ofrecer trabajo en las diversas actividades necesarias para la edificación, instalaciones diversas y para el mantenimiento de la infraestructura y su operación.

Cuadro III.16. Grado de rezago social comparando el Estado, el municipio y las localidades. Elaboración propia de las estimaciones del CONEVAL con base en el II Conteo de Población y Vivienda 2005 y el Censo de Población y Vivienda 2000, 2010 y 2020.

	Grado de Rezago Social Longitudinal			
	2000	2005	2010	2020
Oaxaca	Muy alto	Muy alto	Alto	Medio
Santa María Tonameca	Muy alto	Alto	Alto	Medio

Las actividades económicas registradas en las comunidades de Santa María Tonameca se

relacionan principalmente Al comercio al por menor seguido de los servicios de laojamiento (Cuadro III.17).

Cuadro III.17. Sectores económicos registrados en Santa Maria Tonameca (DENUE, 2025).

Actividad economica	Num
Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza	16
Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	4
Industrias manufactureras	327
Comercio al por mayor	22
Comercio al por menor	759
Transportes, correos y almacenamiento	7
Información en medios masivos	3
Servicios financieros y de seguros	2
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	9
Servicios profesionales, científicos y técnicos	2
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	6
Servicios educativos	157
Servicios de salud y de asistencia social	108
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	11
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	503
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	211
Actividades legislativas, gubernamentales, de impartición de justicia y de organismos internacionales y extraterritoriales	60

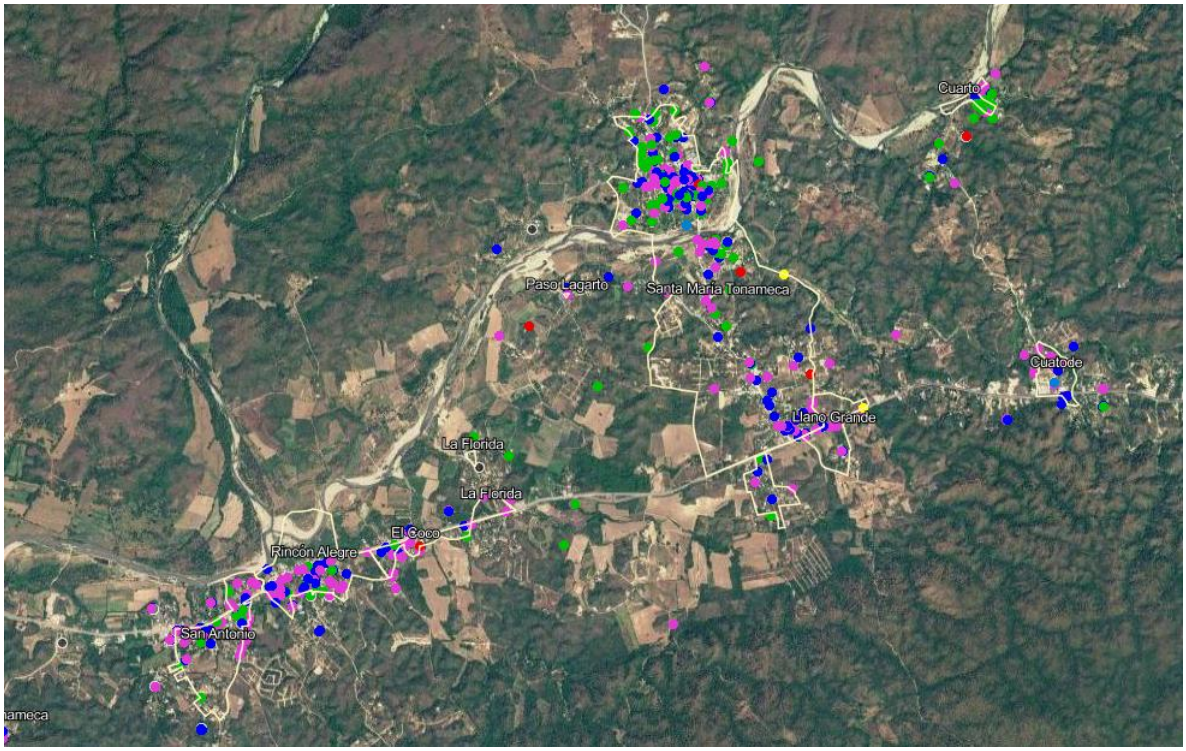


Figura III.32. Croquis de Actividades económicas registradas en Santa Maria Tonameca (DENUE, 2025).

Cuando observamos todo el municipio que es tipificado como rural, y la distribución espacial de la población del municipio es de muy alta dispersión y de baja densidad. Esta situación conduce a que las localidades rurales registran como problemática principal la carencia o deficiencia de servicios básicos. Los indicadores de pobreza la tasa de participación económica es de 46.1 aunque la tasa de ocupación es alta (96.1), de acuerdo al cociente de predominancia económica el municipio tiene mayor ocupación en el sector primario. Este municipio tiene baja captación de recursos por remesas (0.7%), y presenta puntos de acceso a algunos servicios financieros. El promedio de escolaridad de población mayor a 15 años es de 6.4 lo cual implica que es apenas ligeramente superior a la primaria terminada. El porcentaje de población indígena es poco más de la mitad, y la población femenina también es ligeramente más numerosa que la masculina. Los hogares están constituidos por 4 miembros en promedio. En 2020 se identificó que el 57% tuvo menores de 12 años entre los miembros del hogar. En 2024 casi el 60% tenía edad laboral, mientras que las personas

adultas mayores son casi el 10%. Los indicadores de apoyo a niños y niñas, madres trabajadoras, estudiantes, jóvenes, pensiones del bienestar y estudiantes muestran valores de 0.6 a 3.5. En cuanto a riesgos naturales, el municipio tiene registrados 3 declaratorias por riesgos geológicos y 4 por riesgos hidrometeorológicos. El principal tipo de delitos del fuero común es de afectación a bienes patrimoniales. Con respecto a superficie de conservación, sólo se tiene 0.3% que corresponde a la playa santuario de protección de tortugas marinas.

Tenencia de la tierra

El proyecto se ubica en terrenos de bienes comunales por lo que se cuenta con el Acta de Posesión, emitida por el Comisariado de Bienes Comunales de Santa María Tonameca

Cambio climático

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo (http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/), el municipio de Santa María Tonameca tiene una baja vulnerabilidad ante el cambio climático



Figura III.33. Indicador de vulnerabilidad ante cambio climático para Santa María Tonameca.

Cuadro III.18. Valores de la Plataforma para el Análisis Territorial de la Pobreza para Santa María Tonameca (https://patp-coneval.hub.arcgis.com/).

Indicador	**Valor**
Clave única del municipio	20439
Municipio	Santa María Tonameca
Tasa de participación económica, 2020	46.1
Tasa de ocupación, 2020	96.1
Cociente de localización económica (sector primario), 2020	1.4
Cociente de localización económica (sector secundario), 2020	1.1
Cociente de localización económica (sector terciario), 2020	0.8
Cociente de localización económica (predominancia), 2020	Primario simple
Productividad laboral, 2019	0.1
Promedio de percepción de remesas per cápita, 2023	0.7
Presencia de puntos de acceso a servicios financieros, 1er trimestre-2024	Con sucursales y corresponsales
Promedio de años de escolaridad de la población de 15 años o más, 2020	6.4
Porcentaje de población indígena, 2020	56.5
Porcentaje de población mujeres, 2024	50.8
Porcentaje de población hombres, 2024	49.2
Tamaño promedio de los hogares, 2020	4
Porcentaje de hogares con menores de 12 años, 2020	57
Porcentaje de población de 3 a 29 años que asiste a la escuela y tiene acceso a computadora en su vivienda, 2020	3.8
Porcentaje de población de 3 a 29 años que asiste a la escuela y tiene acceso a internet en su vivienda, 2020	5.9
Porcentaje de población menor a 5 años, 2024	9.8
Porcentaje de población de 5 a 14 años, 2024	20.6
Porcentaje de población de 15 a 59 años, 2024	59.7
Porcentaje de población de 60 a 74 años, 2024	7.1
Porcentaje de población de 75 o más años, 2024	2.7
Porcentaje de población se (auto)declara o (auto)considera afromexicana negra o afrodescendiente, 2020	3.3
Tipología municipal, 2020	Rural
Número de declaratorias geológicas, 2019-2023	3
Número de declaratorias hidrometeorológicas, 2019-2023	4
Porcentaje de cobertura de Áreas Naturales Protegidas según municipio, octubre-2024	0.3
Clasificación de la distribución espacial de la población, 2020	Muy baja densidad - Muy alta dispersión
Predominancia del tipo de sequía, 2023	Anormalmente Seco

Relación de las participaciones del Programa Apoyo para el Bienestar de las Niñas y Niños, Hijos de Madres Trabajadoras y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	3.5
Relación de las participaciones del Programa de Pensión para el Bienestar de las Personas con Discapacidad Permanente y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	1.4
Relación de las participaciones del Programa de Becas de Educación Básica para el Bienestar Benito Juárez y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	1.2
Relación de las participaciones del Programa Jóvenes Construyendo el Futuro y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	0.8
Relación de las participaciones del Programa Pensión para el Bienestar de las Personas Adultas Mayores y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	0.2
Relación de las participaciones del Programa Beca Universal para Estudiantes de Educación Media Superior Benito Juárez y la población objetivo en situación de pobreza, 2022	0.6
Delitos del fuero común de mayor incidencia por bien jurídico afectado, 2023	El patrimonio
Problemática predominante según localidades rurales, 2020	Carencia o deficiencia en servicios básicos
Porcentaje de población que tarda una hora o más en llegar, en automóvil, a alguna sucursal del Banco del Bienestar, 2024	0
Porcentaje de población que tarda una hora o más en llegar, a pie, a alguna sucursal del Banco del Bienestar, 2024	71.3
Índice de conectividad vial, 2023	0.4

IV. 3.1.4 Paisaje

El impacto de un proyecto sobre el paisaje receptor se compone del análisis de visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

Análisis de visibilidad

La visibilidad del proyecto se refiere a desde qué puntos geográficos (poblaciones, carreteras, playas) se podrá observar el banco de material en operación.

Topografía y geomorfología del predio: Según el mapa de Pendientes (Imagen 28) y Geomorfología (Imagen 26), el polígono se ubica en una planicie aluvial y laderas planas con una pendiente general menor al 8%. El área circundante no presenta elevaciones montañosas o escarpes que sobresalgan, sino un relieve suave y ondulado. Al no haber cerros o colinas prominentes en el entorno inmediato, no existen puntos altos naturales desde los cuales se pueda observar el proyecto a larga distancia.

Cobertura vegetal como barrera visual: El mapa de Vegetación Serie VI (Imagen 19) muestra que el predio está rodeado por vegetación secundaria arbórea de selva mediana

subcaducifolia. Aunque no es un bosque denso, la presencia de árboles de 5 a 15 metros de altura (como el Cuajiote, Pochote y Guásimo) actúa como una pantalla vegetal natural que bloquea la visibilidad desde los caminos y las orillas del cauce hacia el interior del polígono de extracción, especialmente durante la temporada de lluvias (cuando el follaje está presente).
Puntos de observación potencial: Los únicos puntos desde los cuales se podría observar el proyecto (y la maquinaria operando) son:
El camino de acceso (camino rural) que viene de la Carretera Federal 200.
Las terrazas aluviales en la margen opuesta del río (fuera del predio).
El puente o vado que cruza el río a la altura de San Antonio (a ~1 km de distancia).
Determinación de la visibilidad: Al no existir elevaciones topográficas que generen una cuenca visual amplia, y al estar el predio flanqueado por vegetación riparia y secundaria, el proyecto es prácticamente invisible para las localidades de San Antonio y Santa María Tonameca, así como para la Carretera Federal 200. Solo será visible para los usuarios del camino de acceso y para quienes atraviesen el cauce del río en la misma zona.

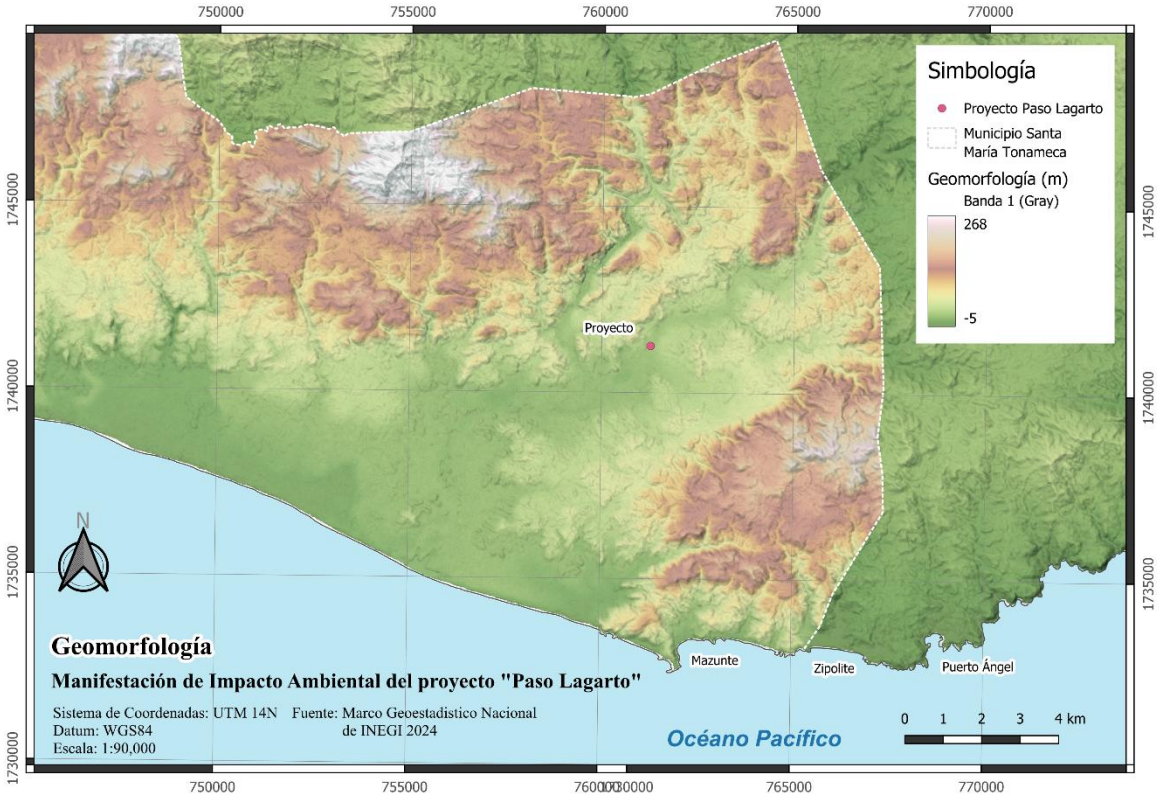


Figura III.34. Análisis de visibilidad del sitio del proyecto con respecto al entorno vial y de asentamientos humanos.

Calidad paisajística

La calidad paisajística evalúa cómo la presencia de la maquinaria, los montículos de material (grava y arena) y las zanjas de extracción modifican la percepción del paisaje natural.

Estado actual del paisaje: El paisaje actual no es un ecosistema prístino. Como se muestra en el mapa de Cambio de Uso de Suelo y en la imagen satelital del estudio hidrológico, el área ya presenta una alta modificación antrópica con presencia de pastizales inducidos, agricultura de temporal y caminos rurales. El paisaje actual ya está intervenido y fragmentado.

Impacto visual durante la operación: Durante la operación, el principal elemento de alteración visual será el contraste cromático entre el suelo desnudo (de color pardo claro a beige) de las zanjas de extracción y el verde de la vegetación circundante. Sin embargo, este contraste será temporal y de baja magnitud, ya que:

La extracción se realizará en el cauce y las terrazas aluviales más cercanas, donde el suelo ya está expuesto naturalmente durante la época de estiaje.

Los montículos de material (grava) no serán de gran altura (no superarán los 3 metros), por lo que no generarán una estructura visual prominente.

El contraste de color (suelo claro vs. vegetación verde) se minimizará aún más porque el cauce del río Tonameca está seco y expuesto durante 6 meses del año (época de estiaje), lo que significa que el área ya tiene un aspecto de suelo desnudo en su estado natural.

Calidad paisajística final: Considerando que el proyecto opera en una zona de baja visibilidad y que el impacto cromático es temporal y restringido al área de extracción, la calidad paisajística no sufrirá una degradación significativa. Una vez finalizada la extracción, el plan de restauración (relleno de zanjas con material fino, reconformación de pendientes y reforestación con especies nativas) permitirá que el paisaje recupere su aspecto original en un plazo no mayor a 3 años.

Cuadro III.19. Resumen de Visibilidad y Calidad Paisajística

I

Indicador	Condición del predio	Resultado para el proyecto
Topografía	Planicie aluvial con pendientes < 8% (Mapa de Geomorfología y Pendientes).	No existen puntos altos naturales que permitan una visibilidad a larga distancia (cuenca visual cerrada).
Cobertura vegetal	Vegetación secundaria arbórea y riparia de 5-15 m de altura (Mapa de Vegetación Serie VI).	Actúa como pantalla visual natural, bloqueando la visibilidad desde los caminos y poblaciones.
Puntos de observación	Camino de acceso, terrazas opuestas y vado de San Antonio.	Visibilidad restringida únicamente a usuarios del camino y personas cercanas al cauce.
Visibilidad desde poblaciones	San Antonio y Santa María Tonameca (a ~2-3 km de distancia).	Nula. Las poblaciones no tienen línea de visión directa por la distancia y la vegetación intermedia.
Estado actual del paisaje	Pastizales, agricultura de temporal y cauce seco en estiaje (Mapa de cambio de uso de suelo).	El paisaje ya está modificado; el proyecto no introduce una alteración drástica a un paisaje virgen.
Impacto cromático	Contraste entre suelo desnudo (beige) y vegetación (verde).	Temporal. El cauce ya está naturalmente expuesto en estiaje; el contraste es menor al esperado.
Calidad paisajística final	Degradación visual temporal y reversible.	Aceptable. No se afectan vistas panorámicas ni ecosistemas de alto valor visual.

III.6 Diagnóstico Ambiental y Problemáticas Existentes

El área de influencia del proyecto "Paso Lagarto", ubicado en el cauce del Río Tonameca dentro de la UGA 001 (Sistema Ambiental Estatal) y la UGA 11 del POEL municipal, se caracteriza por ser un ecosistema de transición con un grado moderado de alteración antrópica. A pesar de su clasificación como sistema ambiental de fragilidad media-alta debido a su cercanía a cuerpos de agua y a la subcuenca hidrológica RH21Bc, el diagnóstico revela que la zona ya presenta un deterioro significativo por actividades humanas previas.

La principal problemática ambiental preexistente es la fragmentación del paisaje y la degradación de la cobertura vegetal original, ocasionada por el avance de la frontera agrícola de temporal y los pastizales inducidos, lo que ha reducido la selva mediana subcaducifolia a un estado de vegetación secundaria arbustiva y arbórea con baja densidad de especies primarias. De manera paralela, el régimen hidrológico del Río Tonameca muestra una alta

vulnerabilidad a los procesos de azolve y erosión hídrica, derivados de la alta permeabilidad de los suelos Cambisol y Regosol, y a la exposición del suelo en épocas de estiaje, lo que genera un arrastre natural de sedimentos hacia las zonas costeras de Mazunte y Zipolite.

Desde el punto de vista socioeconómico, las localidades de San Antonio y Santa María Tonameca presentan una alta dependencia de actividades primarias (agricultura y ganadería), con un bajo desarrollo de infraestructura vial (caminos rurales de terracería). El proyecto de extracción de materiales pétreos, si bien opera sobre un recurso natural (depósitos aluviales), tiene el potencial de actuar como un agente de ordenamiento si se ejecuta con medidas de mitigación. El diagnóstico concluye que la problemática central no radica en la presencia del proyecto en sí, sino en el riesgo de erosión y dispersión de partículas (polvos y sedimentos) hacia los cuerpos de agua y las poblaciones vecinas. Por ello, las medidas de control de erosión, la conservación de la franja riparia de 50 m y la restauración final del sitio son indispensables para que el proyecto no agrave las problemáticas existentes.

Cuadro III.20 Tabla de Diagnóstico Ambiental por Componentes

Componente ambiental	Caracterización (Estado actual)	Diagnóstico y Problemática Existente	Relación con el proyecto "Paso Lagarto"
Medio Físico (Geología, Edafología y Suelos)	Depósitos aluviales (gravas, arenas) de edad Cuaternaria. Suelos tipo Cambisol Eútrico y Regosol Eútrico, de textura arenosa y alta permeabilidad.	Problemática: Alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica. Los suelos desnudos en época de estiaje generan pérdida de nutrientes y azolve del cauce.	Aportación del proyecto: La extracción eliminará la cubierta vegetal superficial, incrementando temporalmente el riesgo de erosión. Sin embargo, el material extraído (gravas) es el mismo que el río tiende a depositar, por lo que el proyecto puede actuar como un desazolve controlado que estabiliza el cauce.
Hidrología (Superficial y Subterránea)	Régimen de lluvias de 800-1,500 mm anuales. Subcuenca RH21Bc con gastos máximos de 1.00 m^3/s (Tr=5 años) y 1.36 m^3/s (Tr=25 años). Acuífero aluvial libre.	Problemática: En temporada de lluvias, el Río Tonameca presenta crecidas que arrastran sedimentos y generan azolve en la costa. El nivel freático es estacional.	Aportación del proyecto: No se modificará el cauce natural. El proyecto se realizará en estiaje, por lo que no interferirá con el régimen de crecidas. La conservación de la vegetación riparia evitará el aporte extra de sedimentos al río.
Clima y Atmósfera (Calidad del aire)	Clima cálido subhúmedo. Velocidad del viento promedio de hasta 5.7 m/s en temporada de estiaje (marzo-mayo).	Problemática: Las corrientes de viento predominantes (de sureste a noroeste y viceversa) tienen la capacidad de dispersar partículas finas (polvo respirable) hacia las localidades de San Antonio y Santa María Tonameca.	Aportación del proyecto: La operación de maquinaria generará emisiones de polvo (limos y arenas finas) y ruido. El diagnóstico exige implementar un programa de riego constante para la supresión de polvos, así como el mantenimiento preventivo de la maquinaria para controlar el ruido.
Vegetación y Flora	Vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia. Presencia de especies indicadoras (Cuajiote, Pochote, Guásimo). Franja	Problemática: La vegetación original ha sido fragmentada por actividades agrícolas. Actualmente, la zona presenta pastizales inducidos y terrenos de barbecho, lo que reduce la conectividad	Aportación del proyecto: El proyecto se desarrolla en una zona ya alterada. No se realizará cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La conservación de la franja riparia protegerá el corredor biológico.

Componente ambiental	Caracterización (Estado actual)	Diagnóstico y Problemática Existente	Relación con el proyecto "Paso Lagarto"
	riparia de 50 m.	ecológica.	
Fauna Silvestre	Registros potenciales de aves (chachalaca, pericos), reptiles (iguanas) y mamíferos (coatí, venado cola blanca). Especies listadas en NOM-059.	Problemática: La fragmentación del hábitat ha reducido las poblaciones de fauna. El ruido y la presencia humana constante pueden generar estrés y desplazamiento de especies.	Aportación del proyecto: Se implementará un programa de rescate y ahuyentamiento de fauna antes de iniciar la remoción de vegetación. La franja riparia se mantendrá como refugio temporal.
Paisaje (Visibilidad y calidad)	Topografía plana (pendientes < 8%). Vegetación riparia actúa como pantalla visual natural.	Problemática: El paisaje ya está modificado por caminos rurales y terrenos agrícolas. No existen atractivos turísticos de alto valor escénico en el área inmediata.	Aportación del proyecto: El impacto visual será mínimo. El proyecto será visible únicamente desde el camino de acceso, no desde las poblaciones ni desde la Carretera Federal 200.
Medio Socioeconómico	Población de 4,152 habitantes (San Antonio y Santa María Tonameca). Actividades predominantes: agricultura y ganadería.	Problemática: Las localidades carecen de fuentes de empleo formal en el sector de la construcción. Los caminos de acceso son de terracería.	Aportación del proyecto: Se generarán empleos locales temporales (operadores, ayudantes). El proyecto contribuirá al desarrollo económico local sin generar conflictos sociales, ya que la actividad es compatible con el uso de suelo autorizado.
Residuos y Contaminación	No existe un sistema municipal de recolección de residuos peligrosos. El municipio cuenta con un relleno sanitario para residuos sólidos urbanos.	Problemática: Actualmente, los desechos de la agricultura (plásticos, envases) son quemados o abandonados en el campo, lo que contamina el suelo y el agua.	Aportación del proyecto: El proyecto no generará residuos peligrosos en grandes volúmenes, pero sí aceites y filtros usados. Se habilitará una plataforma impermeabilizada para su almacenamiento y se contratará un gestor autorizado para su disposición final.

Por otro lado el proceso de cambio de uso del suelo no parece haber sido detectado y/o previsto durante la preparación del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Oaxaca (2016) o del Programa de Ordenamiento Ecológico de Santa María Tonameca, lo cual contradice el propósito de la misma, sobre todo cuando no hay medidas para hacer obligatorio su cumplimiento.

A pesar de que estos cambios han ido progresando continuamente, las evaluaciones de mediana escala que realizan las instituciones federales muestran todavía condiciones que no se ajustan a la actualidad. En especial el análisis de cambio del uso del suelo realizado por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2024) no destaca ningún cambio en los terrenos forestales indicados para el sistema ambiental en análisis (Figura III.35).

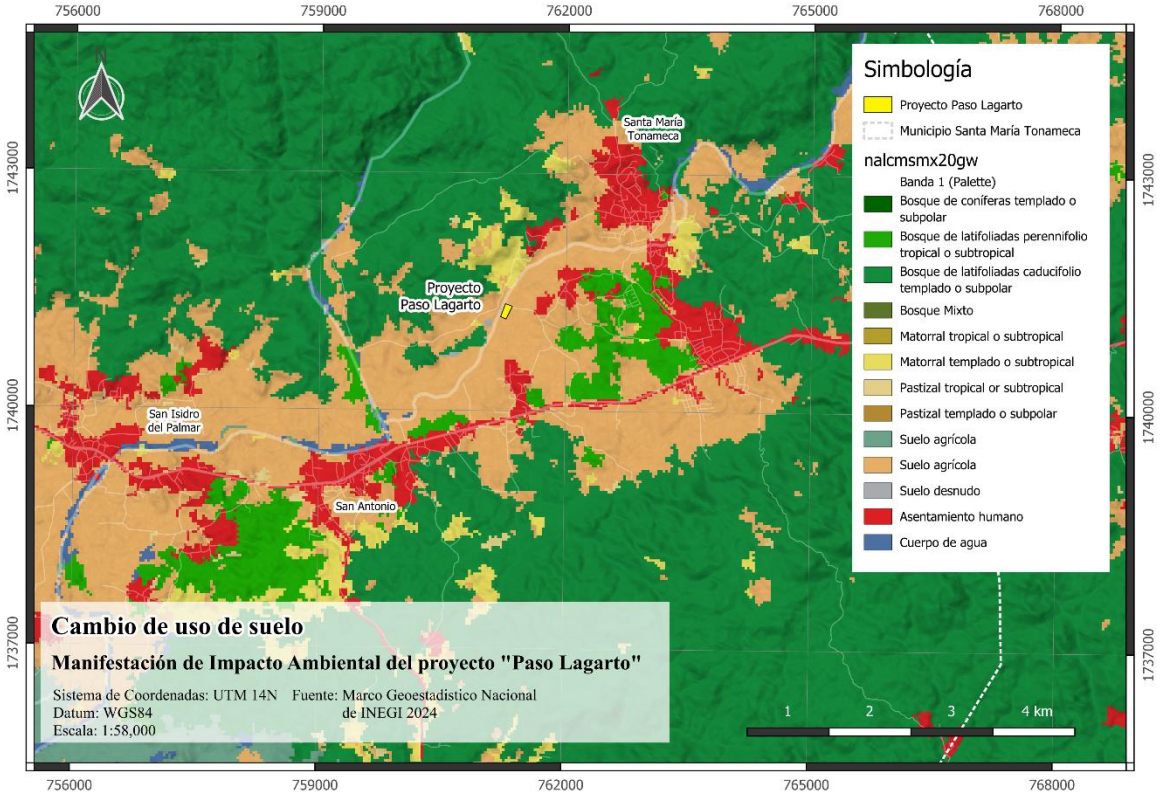


Figura III.35. Cambio de uso del suelo para el Sistema Ambiental (CONAFOR, 2024).

En una imagen aérea del sitio del proyecto durante el período de estiaje de 2025 (FiguraIII.36), se puede observar que actualmente el predio del proyecto tiene principalmente arbustos y especies arbóreas de baja altura. Este paisaje se repite a lo largo del Sistema

Ambiental, interrumpido por las vialidades de terracería y las edificaciones que empiezan a poblar estos espacios suburbanos. Las principales especies que se observan son pequeñas como roedores, reptiles y aves altamente tolerantes a la perturbación humana. Las alteraciones en el paisaje se identifican como los caminos de terracería que se han abierto y mantenido, así como las edificaciones hasta el momento construidas, mostrando la urbanización progresiva de toda el área.



Figura III.36. Vista aérea del predio del proyecto (15-05-2025).

III.7. Reporte General de Incidencias del Proyecto y su Área de Influencia (AI)

. Incidencias durante la Operación del Proyecto

La etapa de operación comprende las actividades de extracción, acopio y transporte del material pétreo (gravas y arenas) desde el cauce del Río Tonameca hasta su disposición final. Las principales incidencias sobre el área de influencia directa (San Antonio, Santa María Tonameca y el cauce del río) son:

Afectación a la calidad del aire (Incidencias negativas): El tránsito de maquinaria pesada (excavadoras, cargadores y camiones de volteo) y el movimiento de material generarán

emisiones de polvo respirable (partículas menores a 10 micras) y gases de combustión. De acuerdo con el mapa de "Dispersión máxima de polvo respirable" (Imagen 15), en condiciones de viento fuerte (velocidad de hasta 5.7 m/s), la nube de polvo puede alcanzar una distancia de hasta 2 kilómetros, afectando potencialmente a las localidades de San Antonio y Santa María Tonameca. Sin embargo, esta incidencia se reduce drásticamente durante la época de lluvias (cuando el suelo está húmedo) y mediante la aplicación de un programa de riego constante en los caminos de acceso.

Afectación por ruido (Incidencias negativas): La operación de la maquinaria generará un incremento en los niveles de ruido ambiental. El mapa de "Alcance máximo de afectación por ruido" (Imagen 12) indica que el ruido máximo (670 metros) y el ruido ralentí (210 metros) se mantienen dentro del polígono del proyecto y la franja de amortiguamiento riparia. No se espera que el ruido alcance los umbrales permisibles en las zonas urbanas, siempre que se realice un mantenimiento preventivo de los silenciadores de la maquinaria.

Generación de residuos (Incidencias negativas): Durante la operación se generarán residuos sólidos urbanos (basura orgánica e inorgánica del personal) y residuos peligrosos (aceites usados, filtros y estopas contaminadas). Estos últimos representan la incidencia de mayor cuidado, ya que una mala disposición podría infiltrarse en el acuífero aluvial. Para mitigarlo, se habilitará una plataforma impermeabilizada (cumpliendo con el criterio If6 de la UGA 11) y se contratará un gestor autorizado.

Alteración de la dinámica del cauce (Incidencias positivas): El estudio hidrológico demostró que el Río Tonameca tiene un régimen de deposición de sedimentos en el tramo del proyecto (pendiente de 2.49% y caudal máximo de 1.36 m^3/s para Tr=25 años). La extracción controlada de gravas y arenas actuará como un desazolve controlado, reduciendo el riesgo de desbordamiento y azolve en la parte baja de la subcuenca. Esta incidencia es considerada positiva.

2. Incidencias por Cambio de Uso de Suelo (CUS)

El cambio de uso de suelo se refiere a la transformación de la cobertura vegetal natural o de

los usos agrícolas a un uso industrial (extracción de materiales).

Estado actual del suelo (Sin CUS): De acuerdo con el mapa de Vegetación Serie VI (Imagen 19) y el mapa de Cambio de uso de suelo, el área del predio se encuentra ocupada por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subcaducifolia (en los bordes) y pastizales inducidos y agricultura de temporal (en el lecho y terrazas del río). Se trata de un paisaje ya altamente modificado por actividades antrópicas previas (cultivos de maíz y frijol), no de un bosque primario.

Incidencia del cambio de uso: El proyecto no requiere un cambio de uso de suelo forestal en el sentido estricto de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, ya que la extracción se realizará en el cauce y riberas (zona federal), y no sobre una superficie de terreno forestal. Sin embargo, se requerirán permisos de desmonte para retirar la vegetación secundaria ubicada en las terrazas aluviales, la cual será reubicada y conservada en la franja riparia de 50 metros.

Restauración como medida compensatoria: La incidencia del cambio de uso es temporal y controlada. Al finalizar el proyecto (aproximadamente 3 años), se realizará un plan de restauración edáfica y vegetal que contempla la reconformación del terreno (relleno de zanjas) y la reforestación con especies nativas (copales, pochotes y amates), recuperando la funcionalidad ecológica del sistema ambiental UGA 001.

3. Conclusión del Reporte de Incidencias

El análisis integral del proyecto "Paso Lagarto" y su área de influencia permite concluir que las incidencias generadas durante la operación del banco de material son controlables y de baja magnitud, en comparación con el deterioro ambiental que ya presentaba el área debido a las actividades agrícolas previas. La incidencia más relevante recae en la generación de emisiones de polvo durante la temporada de estiaje, la cual será mitigada mediante un estricto programa de riego en los caminos y área de extracción. En cuanto al cambio de uso de suelo, el proyecto no interviene sobre ecosistemas forestales primarios, sino sobre una zona de vegetación secundaria y cultivos, por lo que el impacto es reversible. Por el contrario, desde

el punto de vista hidrológico, la extracción de materiales pétreos en el cauce del Río Tonameca representa una incidencia positiva, al contribuir al desazolve controlado del lecho, reduciendo el riesgo de inundaciones en la subcuenca. Con la implementación de las medidas de mitigación establecidas (plataforma impermeabilizada, franja riparia y plan de restauración), el proyecto se mantiene dentro de los límites de la viabilidad ambiental.

III.7.2 Incidencia en Áreas de Importancia Ambiental (ANP, Ramsar, manglares, etc.)

Análisis: De acuerdo a los instrumentos de política ambiental revisados:

El proyecto "Paso Lagarto" NO se ubica dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP) federal, estatal, municipal, ni dentro de un sitio Ramsar o manglar.

Sin embargo, sí se encuentra dentro de la zona de influencia hidrológica de un humedal costero y de una Región Terrestre Prioritaria, lo cual se analiza con detalle en la descripción de impactos, estructurado en una tabla y una conclusión técnica.

Cuadro III.21 Tabla de Incidencias en Áreas de Importancia Ambiental

Instrumento / Área de Importancia	Ubicación respecto al proyecto	Incidencia / Interacción	Diagnóstico y Medida de Mitigación
Áreas Naturales Protegidas (ANP) Federales (Parque Nacional Huatulco, Lagunas de Chacahua)	El proyecto se encuentra a más de 15 km de distancia de la ANP más cercana (Parque Nacional Huatulco).	Nula. No existe conectividad territorial directa. No hay incidencia visual, acústica ni de fragmentación.	No se requieren medidas adicionales. El proyecto no genera afectación alguna sobre las ANP federales.
Áreas Naturales Protegidas (ANP) Estatales (Cerro Ta-Mee, Hierve el Agua)	Se localizan a más de 40 km al norte, en la región de la Sierra Sur.	Nula. No existe conexión hidrológica ni ecológica con el proyecto.	No se requieren medidas adicionales.
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	La ADVC más cercana (Santa María Tonameca) se encuentra a	Nula. El proyecto no tiene influencia sobre los núcleos de conservación voluntaria.	No se requieren medidas adicionales.

Instrumento / Área de Importancia	Ubicación respecto al proyecto	Incidencia / Interacción	Diagnóstico y Medida de Mitigación
	aproximadamente 28.77 km en línea recta, en la parte norte del municipio (Mapa 8).		
Sitios Ramsar (Humedales de Importancia Internacional)	El sitio Ramsar "Cuencas y Corales de la Zona Costera de Huatulco" (Imagen 6) se encuentra a más de 20 km al este del proyecto, en la zona de Bahías de Huatulco.	Indirecta (por conectividad hidrológica). El Río Tonameca desemboca en el Océano Pacífico, y sus sedimentos viajan hacia el este por deriva litoral. Sin embargo, el estudio hidrológico demuestra que los gastos máximos (Q=1.36 m³/s) y el coeficiente de escurrimiento (Ce=0.1792) son bajos, por lo que el aporte de sedimentos no es significativo.	Se implementará un control de erosión en taludes y se respetará la franja riparia de 50 m para evitar que los sedimentos finos (limos) lleguen a la costa y afecten los arrecifes coralinos cercanos al sitio Ramsar.
Manglares (Ecosistemas costeros)	Los manglares más cercanos se encuentran en las desembocaduras de los ríos Tonameca y Chacahua, a más de 30 km de distancia.	Nula. No existe presencia de manglares en el área de extracción ni en sus inmediaciones. El proyecto se ubica en un cauce de agua dulce (Río Tonameca).	No se requieren medidas adicionales.
Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) - CONABIO	El proyecto se encuentra dentro del polígono de la RTP "Sierra Sur y costa de Oaxaca" (Mapa 9).	Directa (por ubicación). El proyecto está inmerso en una región considerada prioritaria para la conservación de la biodiversidad a nivel nacional.	Medida prioritaria: Aunque el proyecto no está dentro de un ANP, al estar en una RTP, se exige un programa de restauración robusto. Se reforestará con especies nativas (copales, pochotes, amates) al finalizar la extracción, y se conservará un corredor biológico (la franja riparia) que permita el tránsito de fauna entre la parte alta y la costa.
Regiones	El proyecto se	Indirecta. Esta región prioriza la	El proyecto no alterará el régimen

Instrumento / Área de Importancia	Ubicación respecto al proyecto	Incidencia / Interacción	Diagnóstico y Medida de Mitigación
Hidrológicas Prioritarias (RHP) - CONABIO	encuentra dentro del polígono de la RHP "Río Verde - Laguna de Chacahua" (Mapa 10), aunque en su extremo oriente.	conservación del recurso hídrico y la conectividad de cuencas.	hidrológico (caudales) del Río Tonameca. Se mantendrá la vegetación riparia para garantizar la infiltración y la recarga del acuífero aluvial.

Tras el análisis de los instrumentos de política ambiental (ANP, Ramsar, RTP, RHP, ADVC y manglares) y su superposición con el polígono del proyecto "Paso Lagarto", se concluye que el proyecto no incide negativamente sobre ninguna Área Natural Protegida, sitio Ramsar o manglar, ya que se encuentra fuera de sus polígonos decretados y a distancias considerables que superan los 15 kilómetros en todos los casos. La única incidencia significativa se da sobre las Regiones Terrestres (RTP) e Hidrológicas (RHP) Prioritarias de CONABIO, ya que el proyecto se encuentra inmerso en sus polígonos de influencia. Sin embargo, esta incidencia es de carácter preventivo y de gestión, más que de afectación directa, puesto que el área de extracción se limita al cauce de un río ya intervenido por actividades agrícolas y no representa una amenaza para los ecosistemas de alto valor de estas regiones. Para garantizar la integridad de estas zonas prioritarias, el proyecto contempla la conservación de la franja de vegetación riparia de 50 metros como corredor biológico, el control de erosión de taludes para evitar el azolve de la costa, y un plan de restauración final con especies nativas de la región, cumpliendo así con los criterios de conservación establecidos en la UGA 001 del POETO Estatal y la UGA 11 del POEL Municipal.

Cuadro III.22 Tabla de Incidencias Específicas por Componente Ambienta

Componente Ambiental	Incidencia del Proyecto (Impacto Potencial)	Superficie Afectada (m² / ha)	% respecto al proyecto (7.095 ha)
Geología y Geomorfología	Remoción y extracción de depósitos aluviales (gravas, arenas y limos) en el cauce y terrazas del Río Tonameca. No se afectan las formaciones rocosas de origen ígneo o metamórfico subyacentes.	8,400 m² (0.84 ha)	11.8%
Edafología (Suelos)	Pérdida temporal de la capa superficial del suelo (Cambisol Eútrico y Regosol Eútrico) en la zona de extracción directa. El suelo será almacenado para su reutilización en la restauración.	8,400 m² (0.84 ha)	11.8%
Hidrología Superficial (Río Tonameca)	Extracción de material pétreo en el lecho mayor del río. No se modifica el cauce principal ni el régimen de caudales (Q=1.36 m³/s para Tr=25 años). Se genera un desazolve controlado positivo.	1,200 m² (0.12 ha) solo en el cauce activo	1.7%
Hidrología Subterránea (Acuífero)	No hay extracción de agua subterránea. La incidencia es nula, pero se protege el acuífero mediante una plataforma impermeabilizada para evitar derrames.	0 m²	0%
Calidad del Aire (Polvo y Partículas)	Generación de emisiones de polvo respirable (limos) por el movimiento de maquinaria y el acopio de material. El alcance máximo en viento fuerte es de 2 km (mapa de dispersión).	AID: 1,200,000 m² (120 ha) a lo largo del corredor de viento	1,691% (AID mayor al predio)
Ruido Ambiental	Incremento de niveles de ruido por maquinaria pesada. El alcance máximo es de 670 m (ruido máximo). La afectación se limita al corredor del río y al camino de acceso.	AID: 330,000 m² (33 ha) por área de influencia de ruido	465% (AID mayor al predio)
Vegetación y Flora	Remoción de vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva mediana subcaducifolia en las terrazas aluviales. No se afecta la franja riparia de 50 m.	5,000 m² (0.5 ha) en terrazas con vegetación secundaria	7.0%
Fauna Silvestre	Desplazamiento temporal y potencial estrés en especies de aves y reptiles (iguanas, chachalacas) por ruido y presencia humana. No se afectan nidos ni hábitats críticos dentro del polígono.	8,400 m² (0.84 ha) en el área de extracción directa	11.8%
Paisaje (Visibilidad)	Alteración visual por presencia de maquinaria y montículos de material (grava). La visibilidad es nula desde las poblaciones y solo visible desde el camino de acceso.	8,400 m² (0.84 ha) dentro del polígono	11.8%

		cerrado	
Áreas Naturales Protegidas (ANP, Ramsar, RTP)	No se afecta ninguna ANP federal o Ramsar. El proyecto se encuentra dentro de la RTP "Sierra Sur y costa de Oaxaca", pero la extracción se limita al cauce.	0 m² (no afecta ANP)	0%
Residuos Sólidos y Peligrosos	Generación de residuos peligrosos (aceites, filtros) y sólidos urbanos. Serán manejados en plataforma impermeabilizada y gestor autorizado.	100 m² (0.01 ha) para el área de acopio temporal	0.14%
Medio Socioeconómico (Población)	Generación de empleos temporales locales (operadores, ayudantes). Incidencia positiva. Afectación por ruido/polvo en San Antonio y Santa María Tonameca es mitigable con riego.	AID: 2 km (afectación por polvo)	---

"De acuerdo con la tabla de incidencias específicas, el proyecto "Paso Lagarto" generará una afectación directa sobre el 11.8% de la superficie del predio (0.84 hectáreas), correspondiente a la remoción de depósitos aluviales y vegetación secundaria en las terrazas del cauce. No se afectarán áreas naturales protegidas ni el acuífero subterráneo. Las incidencias de mayor extensión (polvo y ruido) son de carácter temporal y controlable mediante las medidas de mitigación planteadas. Por lo tanto, la incidencia ambiental del proyecto se considera de baja a media magnitud y completamente reversible."

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

IV.1 Metodología Empleada para la Evaluación de Impactos

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto "Paso Lagarto", se utilizó la Matriz de Impacto Ambiental de Leopold (Leopold et al., 1971), adaptada por Vicente Conesa Fernández Vitora (2009) para la cuantificación de la importancia de los impactos. La metodología se desarrolló en tres fases:

1.- Identificación: Se creó una matriz de interacción entre las actividades del proyecto y los subfactores ambientales del sistema receptor (suelo, agua, atmósfera, biota, socioeconomía).

2.- Caracterización: Cada interacción identificada fue evaluada mediante 10 criterios: Naturaleza (+/-), Intensidad (IN), Extensión (EX), Inminencia (IM), Persistencia (PE), Periodicidad (PR), Efecto (EF), Acumulación (AC), Autorrecuperación (AR), Recuperabilidad asistida (RE) y Sinergia (SI).

3.- Evaluación: Se aplicó la fórmula de importancia (I) y se clasificaron los impactos en 6 categorías (Insignificante, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto, Crítico) para identificar aquellos que requieren medidas de prevención, mitigación o compensación.

A partir de la información cartográfica y del estudio hidrológico, se determinó que el proyecto se desarrolla sobre un ecosistema de planicie aluvial (UGA 001) con vegetación secundaria y pastizales inducidos, lo que reduce la sensibilidad del sistema frente a un banco de material.

IV.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

La identificación de impactos es una etapa importante en la evaluación del impacto general de un proyecto en el entorno receptor ya que permitirá extraer aquellos que son importantes,

y descartar aquellos que por su escasa alteración pueden ser recuperables de manera natural en el corto plazo. Como se mencionó, se creará una matriz de interacción compuesta por las actividades relevantes, excluyentes, de fácil identificación, ubicables y mensurables, y por los subfactores ambientales que fueron desagregados de los subsistemas, apartados, y factores ambientales relevantes del medio.

La primera etapa consiste en la identificación de las interacciones que se presentarán entre las actividades y los diferentes componentes del ambiente receptor. Para esto se requiere conocer de los detalles de cada etapa del proyecto, de las cuales se extraen aquellas que tendrán un efecto directo en el ambiente. Con esta información se crea una lista con las actividades agrupadas por etapa del proyecto como son la preparación del sitio, la operación del proyecto y el abandono (Cuadro IV.1).

Cuadro IV.1. Organización de la lista de actividades del proyecto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	*8*
Operación (extracción de materiales pétreos)	*7*
Abandono	*7*

Por otro lado, se identifican los componentes ambientales que podrían ser afectados directa o indirectamente por dichas actividades. Estos componentes ambientales se agrupan en subsistema físico-natural y subsistema socioeconómico, los cuales a su vez tienen apartados y estos contienen los factores ambientales que son divididos en sub-factores (Cuadro IV.2).

Cuadro IV.2. Organización de los componentes ambientales que pueden ser afectados por las actividades del proyecto (ejemplo).

Subsistema físico-natural	Apartado Abiótico	Factor Suelo	Subfactor: Uso
	Apartado Biótico	Factor Vegetación	Subfactor: Diversidad de flora
Subsistema Socioeconómico	Apartado Social	Factor Población	Subfactor: Tasa de crecimiento
	Apartado Economía	Factor Empleo	Subfactor: Número de empleos

A partir de esas listas de actividades se crea una matriz de interacción donde en el eje vertical

se colocan las actividades y en el eje horizontal se agregan los subfactores ambientales. El procedimiento se desarrolla evaluando con el grupo de trabajo si la actividad 1 afectará al subfactor 1, si existe interacción se anotará con una marca la celda para evidenciarlo. Este proceso se realiza para cada actividad y para cada subfactor ambiental. El resultado de este procedimiento es una matriz de identificación de interacciones que permitirá extraer aquellas que serán evaluadas.

El segundo paso es la evaluación del impacto de cada interacción identificada, esto se realiza considerando un conjunto de criterios que los caracterizan. En este caso se utilizó la matriz cuantitativa de Vicente Conesa Fernández Vitora (1995) y considerando los siguientes criterios:

Naturaleza (+/-). Hace alusión al carácter beneficioso o perjudicial de la acción que va actuar sobre el factor.

Intensidad (IN). Se refiere al grado de alteración provocada por la acción sobre el factor, en el ámbito específico y área en el que se produce el efecto. El rango de valores va desde alteraciones limitadas hasta alteraciones absolutas.

Extensión (EX). Área de influencia teórica del impacto en relación al entorno del proyecto, el rango va de puntual hasta extenso.

Inminencia (IM). Tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor considerado. El rango de valores es de efectos que ocurrirán tiempo después hasta aquellos efectos que serán inmediatos.

Persistencia (PE). Tiempo que permanecería el efecto del impacto desde su aparición. El rango de valores es de persistencia fugaz a permanente.

Periodicidad (PR). Regularidad en que se manifiesta el efecto. El rango de valores va de esporádico a continuo.

Efecto (EF). Forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción. El rango de valores es de indirecto a directo.

Acumulación (AC). Incremento progresivo del efecto cuando la acción que lo genera persiste de manera continua o reiterada. El rango de valores es de limitada a total.

Autorrecuperación (AR). Capacidad que presenta el subfactor ambiental para recuperarse de manera natural. El rango de valores es de corto a largo plazo.

Recuperabilidad (RE). Posibilidad de reconstrucción total o parcial del subfactor ambiental

afectado por medio de la intervención humana. El rango de valores es de irrecuperable a completamente recuperable.

Sinergia (SI). Cuando un impacto interactúa con otro u otros para provocar un impacto mayor que la suma acumulativa de ellos, pudiendo presentarse como una cadena de eventos desencadenados por alguno de ellos. El rango de valores va de "No sinérgico" a "Altamente sinérgico".

A partir de estas definiciones se presenta un cuadro sintético (Cuadro IV.3) con los criterios y las escalas de evaluación.

Cuadro IV.3. Criterios de valoración y escala de valoración de referencia.

Variable	Descripción	Escala de referencia de menor a mayor
I	Importancia del impacto	Valoración cualitativa del impacto
+/-	Naturaleza del Impacto	Perjudicial (-1), Benéfico (+1),
IN	Intensidad	Baja o superficial (1), Media (3), Alta o absoluta (5)
EX	Extensión	Puntual (1), predio del proyecto (3) fuera del predio (4) y extenso fuera del proyecto (5).
IM	Inminencia	Largo plazo >5 años (1), mediano plazo de 1 a 5 años (3), inmediato (5).
PE	Persistencia	<1 año es fugaz (1), si dura hasta 10 años es temporal (3) y si es mayor a 20 años el efecto es permanente (5).
PR	Periodicidad	Discontinuo (1), Intermitencia regular (3), continuo (5)
AR	Autorrecuperación	Irreversible (1), Mediano plazo (3), Corto plazo (5)
RE	Recuperabilidad (asistida)	Irrecuperable (1), recuperable a mediano plazo (3) y si es completamente recuperable (5).
EF	Efecto	Indirecto/secundario (1), o directo/primario (5).
AC	Acumulación	Limitada (1) o por completo (5).

SI	Sinergia	No sinérgico (1), sinergismo moderado (3) y si es altamente sinérgico (5).

Este método permite asignar un valor de cada criterio a la interacción de las actividades del proyecto y los componentes ambientales. Una vez teniendo dichos valores se procede a aplicar la ecuación para el cálculo de la importancia (I) de las interacciones para determinar el impacto ambiental particular de cada actividad este estudio:

$$I = N * (3IN + 2EX + IM + PE + PR + EF + AC - AR - RE) * SI$$

Que se interpreta como:
Importancia = Naturaleza del impacto *((3*Intensidad) + (2*Extensión) + Inminencia + Persistencia + Periodicidad + Efecto + Acumulación - Autorrecuperación – Recuperabilidad) * Sinergia

Donde se observa que existe una penalización al valor cuando la intensidad y la extensión del impacto son relevantes y el valor global es multiplicado cuando existe sinergia entre dos o más componentes ambientales.
Posteriormente, tendremos un conjunto de valores que muestran un amplio rango de valores de impacto, por lo que es necesario clasificarlo para determinar la importancia y seleccionar los de mayor relevancia. Para esto, se establecieron 6 clases de importancia de impacto: Insignificante, Bajo, Medio, Alto, Muy Alto, Critico (Cuadro IV.4). Dichas clases serán calculadas de manera equidistante dentro del rango de valores teóricos utilizando la siguiente ecuación.

$$I = \frac{I_{max} - I_{min}}{C}$$

Donde:
I = Intervalo de clase
I_{max} = Máxima importancia del impacto
I_{min} = Mínima importancia del impacto
C = Número total de clases

Cuadro IV.4. Clasificación de rangos para determinar los impactos de mayor importancia.

Clases de impacto	**Rango**
Impacto insignificante	$C1_{min} - C1_{max}$
Impacto bajo	$C1_{min} - C1_{max}$
Impacto medio	$C1_{min} - C1_{max}$
Impacto alto	$C1_{min} - C1_{max}$
Impacto muy alto	$C1_{min} - C1_{max}$
Impacto critico	$C1_{min} - C1_{max}$

Una vez habiendo clasificado los impactos de acuerdo a su importancia, se realizará una descripción general de aquellos que resulten con impacto significante, bajo y medio. Posteriormente, se presentará una descripción particular de aquellos impactos de las clases alto, muy alto y crítico, impacto con el propósito de establecer las medidas preventivas, de mitigación y compensación en el siguiente capítulo.

IV.2 Impactos Ambientales Existentes en la Región Ecológica

Previo a la evaluación del proyecto, se identificaron las problemáticas ambientales preexistentes en el área de influencia:

- Erosión hídrica: Los suelos de tipo Cambisol y Regosol presentan una alta susceptibilidad a la erosión durante la temporada de lluvias, generando un aporte natural de sedimentos al Río Tonameca (azolve).
- Fragmentación de la vegetación: La vegetación secundaria ha sido fragmentada por actividades agrícolas de temporal (maíz y frijol) y pastizales inducidos.

- Infraestructura vial limitada: Los caminos de acceso son de terracería, lo que genera emisiones de polvo por el tránsito natural de vehículos.

El proyecto "Paso Lagarto" interactuará con estas problemáticas de manera controlada, tal como se describe en la evaluación de impactos.

Se identificaron un total de 22 actividades del proyecto que pueden generar alguna alteración significativa (Cuadro IV.5), de las cuales 8 actividades se realizan durante la preparación del sitio, 7 actividades en la operación y 7 actividades en la etapa de abandono (Figura IV.1).

Cuadro IV.5. Conjunto de etapas y actividades del proyecto Paso Lagarto.

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Desmonte de áreas de emplazamiento de obras
	Despalme de 20 cm de suelo superficial con maquinaria
	Instalación de obras provisionales
	Generación de residuos
	Generación de aguas residuales por los trabajadores
	Contratación de personal para la obra
	Contratación de servicios locales
	Adquisición de productos locales
Operación de extracion de materiales petreos	Cribado de materiales pétreos
	Uso de retroexcavadora
	Carga de camiones
	Generación de residuos urbanos
	Generación de aguas residuales domésticas
	Contratación de personal para operación y mantenimiento
	Adquisición de productos locales
Abandono	Desmantelamiento de instalaciones
	Demolición de estructuras
	Generación de residuos de construcción y de manejo especial
	Restauración del sitio
	Retiro de escombro
	Contratación de servicios locales
	Adquisición de productos locales para reforestación

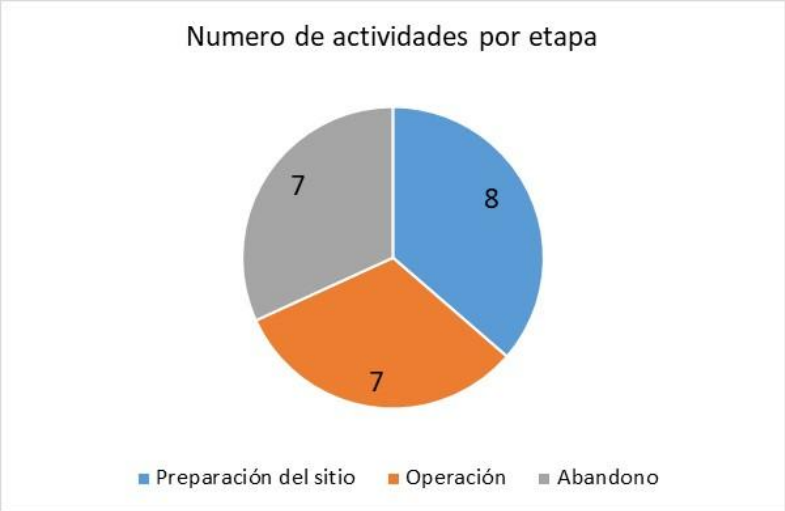


Figura IV.1. Número de actividades del proyecto que potencialmente pueden afectar los componentes ambientales.

IV.3 Impactos Ambientales del Proyecto y Medidas Ambientales

IV.3.1 Desglose por Etapa, Obra, Componente y Subcomponente afectado

Se identificaron 22 actividades divididas en tres etapas (Preparación del sitio, Operación y Abandono) y 22 subfactores ambientales que podrían ser afectados (Uso del suelo, Calidad del agua, Ruido, Vegetación, Fauna, Paisaje, Empleo, etc.). La matriz de interacción arrojó un total de 132 interacciones.

Por otro lado, se identificaron un total de 22 subfactores ambientales que pueden resultar con alteraciones ocasionadas por el proyecto (Cuadro IV.6), los cuales se relacionan al suelo, el agua, la atmósfera, la vegetación, la fauna silvestre, el paisaje, el empleo el gasto y los servicios públicos (Figura IV.2).

Cuadro IV.6.Conjunto de Conjunto de etapas y actividades del proyecto Paso Lagarto..

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Desmonte de áreas, Despalme superficial (20 cm), Instalación de obras provisionales, Generación de residuos, Generación de aguas residuales, Contratación de personal, Contratación de servicios, Adquisición de productos locales.
Operación (Extracción de	Cribado de materiales, Uso de retroexcavadora, Carga de camiones,

materiales pétreos)	Generación de residuos urbanos, Generación de aguas residuales domésticas, Contratación de personal, Adquisición de productos locales.
Abandono	Desmantelamiento de instalaciones, Demolición de estructuras, Generación de residuos de construcción, Restauración del sitio, Retiro de escombro, Contratación de servicios locales, Adquisición de productos para reforestación.

IV.3.2 Caracterización de impactos (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos directos/indirectos)

Con ambos listados se creó la matriz de interacciones que fue analizada para identificar los posibles impactos (Cuadro IV.7), arrojando que se presentarán un total de 132 interacciones. De la cuantificación de las interacciones por etapa se identificó que la preparación del sitio afectará 36 subfactores, la operación afecta 50 subfactores y el abandono afecta 46 subfactores ambientales (FiguraIV.3).

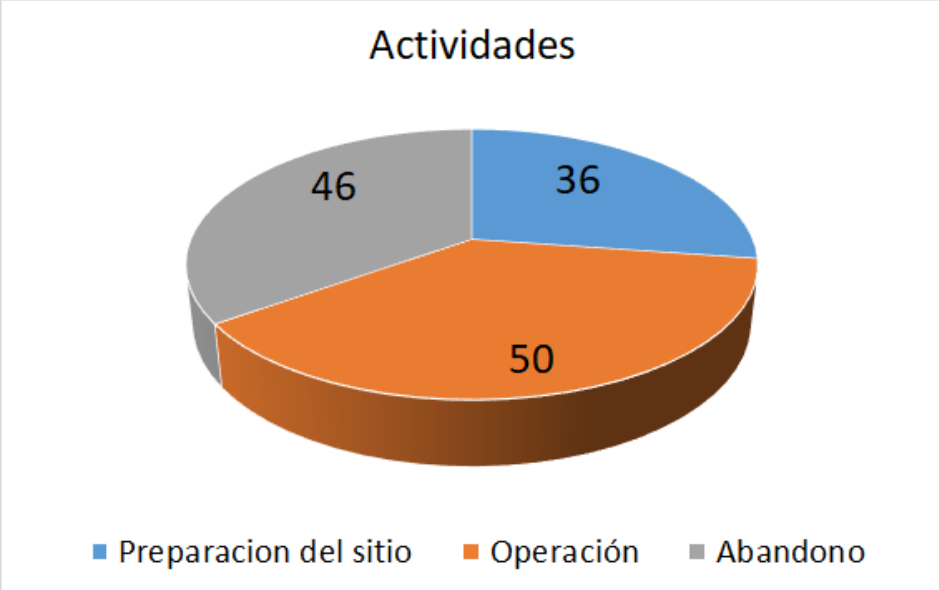


Figura IV.3. Número de subcomponentes ambientales que interactúan con cada actividad del proyecto.

CuadroIV.7. Matriz de identificación de interacciones entre subfactores ambientales y actividades del proyecto.

Componentes Ambientales	Subsistemas	Físico -natural																Socioeconómico		
	Apartados	Abiótico												Biótico				Perceptual	Economía		Socio-económico
	Factores	Suelo					Agua					Aire			Vegetación	Fauna Silvestre			Paisaje	Empleo	Gasto	Serv. Pub.
Etapa	Actividad	Uso del suelo	Calidad del suelo	Topoforma	Erodabilidad	Estabilidad de pendiente	Infiltración	Calidad del agua	Escorrentía	Calidad escorrentía	Recarga acuífero	CO2e	Partículas	Ruido	Flora	Reptiles	Aves	Mamíferos	Composición paisaje	Empleo	Gasto	Servicios públicos
Preparación del sitio	Desmonte de áreas de emplazamiento	X	X		X										X	X	X	X	X	X	X	
	Despalme de 20 cm de suelo superficial	X	X	X	X							X	X	X								
	Instalación de obras provisionales	X																	X	X	X	X
	Generación de residuos	X	X																X			X
	Generación de aguas residuales por trabajadores		X					X		X												X
	Contratación de personal para la obra																			X	X	
	Contratación de servicios locales																			X	X	

Componentes Ambientales	Subsistemas	Físico -natural																	Socioeconómico		
	Apartados	Abiótico													Biótico				Perceptual	Economía		Socio-económico
	Factores	Suelo					Agua					Aire			Vegetación	Fauna Silvestre			Paisaje	Empleo	Gasto	Serv. Pub.
Etapa	Actividad	Uso del suelo	Calidad del suelo	Topoforma	Erodabilidad	Estabilidad de pendiente	Infiltración	Calidad del agua	Escorrentía	Calidad escorrentía	Recarga acuífero	CO2e	Partículas	Ruido	Flora	Reptiles	Aves	Mamíferos	Composición paisaje	Empleo	Gasto	Servicios públicos
	Adquisición de productos locales																			X	X	
Operación (Extracción de materiales petreos)	Cribado de materiales pétreos	X		X	X			X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Uso de retroexcavadora	X		X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Carga de camiones	X								X		X	X	X		X	X	X	X			
	Generación de residuos urbanos	X	X																X			X
	Generación de aguas residuales domésticas							X	X													X
	Contratación de personal para operación																			X	X	
	Adquisición de productos locales																					
Abandono	Desmantelamiento de instalaciones	X																	X		X	
	Demolición de estructuras	X	X		X				X	X		X	X	X					X		X	

Componentes Ambientales	Subsistemas	Físico -natural																	Socioeconómico		
	Apartados	Abiótico												Biótico				Perceptual	Economía		Socio-económico
	Factores	Suelo					Agua					Aire			Vegetación	Fauna Silvestre			Paisaje	Empleo	Gasto	Serv. Pub.
Etapa	Actividad	Uso del suelo	Calidad del suelo	Topoforma	Erodabilidad	Estabilidad de pendiente	Infiltración	Calidad del agua	Escorrentía	Calidad escorrentía	Recarga acuífero	CO2e	Partículas	Ruido	Flora	Reptiles	Aves	Mamíferos	Composición paisaje	Empleo	Gasto	Servicios públicos
	Generación de residuos de construcción	X	X																X			X
	Restauración del sitio	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X			
	Retiro de escombro	X	X									X	X	X		X	X	X	X			
	Contratación de servicios locales para reforestación																			X	X	
	Adquisición de productos para reforestación																				X	

Por otro lado, con respecto a los factores ambientales se identificó que el suelo interactúa con 33 actividades, el agua con 19 actividades, la atmósfera con 19 actividades, la vegetación con 4 actividades, la fauna silvestre con 18 actividades, el paisaje con 12 actividades y el subfactor socioeconómico con 21 actividades y servicios 6 (Figura IV.4).

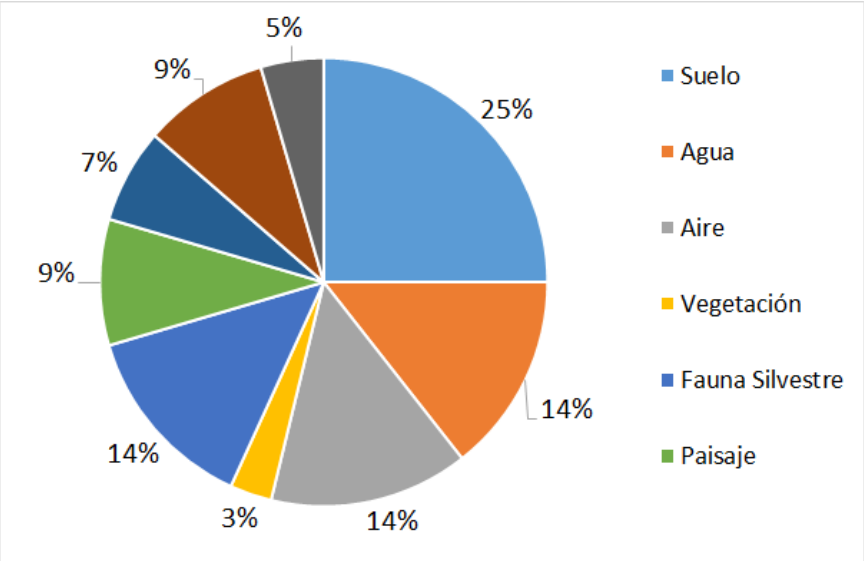


Figura IV.4. Número de actividades por factor del proyecto que interactúan con cada subcomponente ambiental.

Caracterización de los impactos.

De la matriz de interacción anterior se procedió a analizar cada causa-efecto para reconocer con mayor precisión el tipo de efecto que tendría la actividad y que sustenta la selección de su interacción.

Indicadores de impacto

La evaluación del grado de alteración que provocarán los impactos ambientales en el medio receptor requiere de parámetros de referencia que permita una valoración más objetiva. Para esto se usarán indicadores ambientales que sean representativos, relevantes, excluyentes, cuantificables y de fácil identificación para cada subfactor ambiental que es considerado en este estudio.

De la revisión bibliográfica y documental correspondiente se identificó un indicador ambiental por cada subfactor de interés, resultando en un conjunto de indicadores que permitirán evaluar cuantitativamente o cualitativamente los impactos ambientales identificados (Cuadro IV.8).

CuadroIV.8. Indicadores de impacto ambiental para las actividades del proyecto Paso Lagarto.

Subfactor ambiental	**Indicador ambiental**	**Unidades de medición**
Uso del suelo	Área ocupada por instalaciones permanentes	% del área total
Calidad del suelo	Capacidad de procesamiento de la alteración según tipo de suelo	% de área alterada
Topoforma	Alteración de topoforma original	% superficie alterada.
Erodabilidad del suelo	Volumen de suelo que puede ser erosionado.	m^3 de suelo por m^2
Estabilidad de pendiente	% área con pendiente mayor a 32°	
Cantidad de agua pluvial de infiltración	Reducción de áreas de infiltración.	% de superficies permeables
Calidad de agua pluvial de infiltración	Alteración de las características físico-químicas del agua	Presencia de turbidez y otros contaminantes en el agua que puede infiltrarse
Flujo de escorrentía pluvial	Alteración de material superficial que incrementa el volumen y la velocidad de flujo	% superficie de áreas impermeables
Calidad de escorrentía pluvial	Presencia de turbidez y otros contaminantes en el agua de escurrimiento pluvial	Presencia de turbidez y otros contaminantes en el agua de escurrimiento pluvial
Gases de efecto invernadero	Dióxido de carbono equivalente (CO_2e) considerando lo dispuesto por la NOM-163-SEMARNAT-SCFI-2023.	kg CO2e/litro
Partículas suspendidas en el aire	Capacidad de dispersión de partículas suspendidas superior a la NOM-025-SSA1-2014	µg/m^3
Ruido ambiental	Nivel de presión acústica superior a la NOM-080-ECOL-1994,	dB
Flora	Tasa de recuperación de vegetación nativa	% de área sin vegetación original
Reptiles	Alteración de área de distribución natural	% de área alterada
Aves	Alteración de área de distribución natural	% de área alterada
Mamíferos	Alteración de área de distribución natural	% de área alterada
Paisaje	Pérdida del escenario tradicional	% de área visible alterada
Empleo	Empleos temporales y permanentes generados	Número de empleos generados
Gasto	Bienes y servicios locales consumidos	Salarios promedio de trabajadores
Servicios públicos	Demanda de agua potable, drenaje y recolección de residuos	

Evaluación de los impactos.

Una vez identificados los impactos y considerando sus respectivos indicadores, se realizó la evaluación siguiendo la descripción metodológica descrita previamente. En esta se adjudicaron calificaciones según los criterios: a) naturaleza del impacto, b) intensidad, c) extensión, d) inminencia, e) persistencia, f) periodicidad, g) efecto, h) acumulación, i) autorrecuperación, j) recuperabilidad y k) sinergia con el apoyo del grupo de trabajo como fue descrito previamente. Con las valoraciones obtenidas se identificaron aquellos que tienen mayor importancia para ser analizados y posteriormente desarrollar las medidas de prevención y mitigación. Es importante recordar que como resultado de la evaluación se espera obtener valores negativos ya que el propósito de esta evaluación es identificar aquellos que son perjudiciales al ambiente para poder establecer las medidas de prevención, mitigación o compensación necesarias. Asimismo, se obtendrán valores positivos como resultado de las acciones implementadas que serán benéficas al entorno, ya sea el medio natural o el socioeconómico.

Considerando que el valor negativo teórico menor es -4 que corresponde a la mínima importancia (***Imin***), mientras que el valor negativo teórico mayor es -240 que corresponde a la máxima importancia del impacto (***Imax***), y que se requiere de seis clases de impacto (C), tenemos que el intervalo de clase es de -32 unidades.

$$I = \frac{-240 - -4}{6} = -39$$

A partir de este valor se crean los rangos para discriminar la importancia de cada impacto, siendo que el valor mínimo es -4 al cual se agrega -39 nos da como resultado que nuestro primer rango es de -4 a -43 y así sucesivamente. Una vez determinados los intervalos de clase se construyó la Tabla 5 para las clases de importancia de impacto.

Cuadro IV.9. Clases de impactos negativos, sus rangos y color representativo.

Clases de impacto	**Rango y color**	**Clase**
Impacto negativo insignificante	-4 a -43	Clase 1
Impacto negativo bajo	-43 a -83	Clase 2
Impacto negativo medio	-83 a -122	Clase 3
Impacto negativo alto	-122 a -161	Clase 4
Impacto negativo muy alto	-161 a -201	Clase 5
Impacto negativo critico	-201 a -240	Clase 6

Para facilitar la lectura de la matriz de evaluación de impactos ambientales del proyecto (Cuadro IV.11), se elaboró una tabla resumen donde se identifican el número y porcentaje correspondiente de los impactos negativos generados por clase de impacto (Cuadro IV.10) y una figura IV.5, Se destaca que la mayoría de los impactos son de la clase de impactos negativos insignificantes (40%) del total. Posteriormente se encuentran los impactos positivos con 34%, seguido de los impactos negativos bajos con 12%, seguidos de los impactos ambientales bajos con 12%. Los impactos negativos medio con 8%, mientras que los negativos alto 5%, son solo 4 y muy alto 1% que representan 1%.

Cuadro IV.10. Concentrado de los impactos por el proyecto Paso Lagarto.

Clases	Descripción	umero de impactos
Clase 0	Impacto positivo	38
Clase 1	Impacto negativo insignificante	69
Clase 2	Impacto negativo bajo	25
	Total	**109**

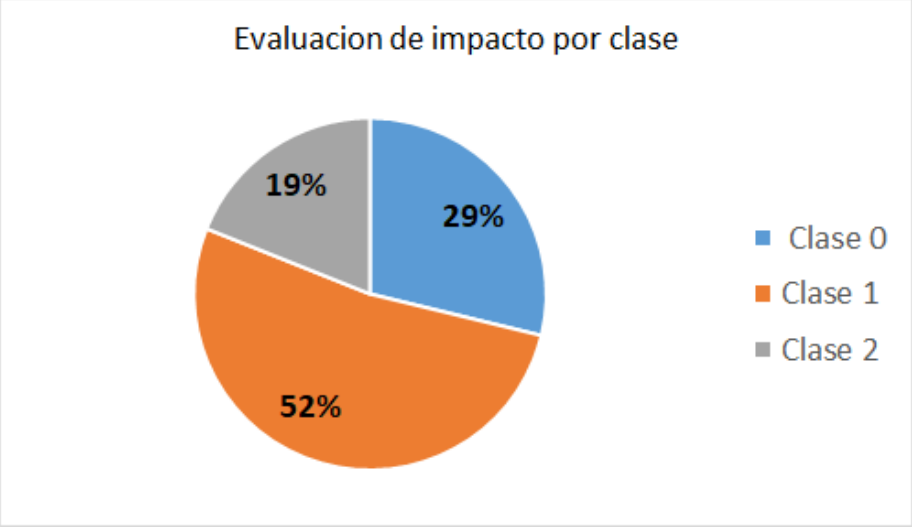


Figura IV.5 Porcentaje de impactos de acuerdo a su clase.

Cuadro IV.11. Matriz de evaluación de impactos ambientales del proyecto Paso Lagarto.

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
PREPARACIÓN DEL SITIO	Desmonte de áreas de emplazamiento	Uso del suelo	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		Erodabilidad	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		Flora	-	3	3	3	3	1	1	1	4	2	1	**-55**	Clase 2
		Reptiles	-	3	3	3	3	1	1	1	4	2	1	**-55**	Clase 2
		Aves	-	3	3	3	3	1	1	1	4	2	1	**-55**	Clase 2
		Mamíferos	-	3	3	3	3	1	1	1	4	2	1	**-55**	Clase 2
		Composición del paisaje	-	2	2	2	2	1	1	1	4	2	1	**-28**	Clase 1
		Empleo	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
		Gasto	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
	Despalme de 20 cm de suelo superficial	Uso del suelo	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		Topoforma	-	3	2	3	3	1	1	1	3	2	1	**-28**	Clase 1
		Erodabilidad	-	3	3	3	3	1	1	1	3	2	1	**-30**	Clase 1
		CO_2e	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Partículas	-	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	**-60**	Clase 2
		Ruido	-	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	**-60**	Clase 2
	Instalación de obras provisionales	Uso del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
		Empleo	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
		Gasto	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Generación de residuos	Uso del suelo	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Generación de aguas residuales por trabajadores	Calidad del suelo	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Calidad del agua	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Calidad de escorrentía	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Contratación de personal para la obra	Empleo	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
		Gasto	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
	Contratación de servicios locales	Empleo	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
		Gasto	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
	Adquisición de productos locales	Empleo	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
		Gasto	+	3	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**55**	Clase 0
OPERACIÓN	Cribado de materiales pétreos	Uso del suelo	-	2	2	3	3	2	2	1	3	2	1	**-28**	Clase 1
		Topoforma	-	2	2	3	3	2	2	1	3	2	1	**-28**	Clase 1
		Erodabilidad	-	2	2	3	3	2	2	1	3	2	1	**-28**	Clase 1

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
		Calidad del agua	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Calidad escorrentía	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Partículas	-	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	**-60**	Clase 2
		Ruido	-	3	2	3	3	3	3	3	2	2	1	**-60**	Clase 2
		Flora	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Reptiles	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Aves	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Mamíferos	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	2	2	3	3	2	2	1	4	3	1	**-22**	Clase 1
		Empleo	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
		Gasto	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
	Uso de retroexcavadora	Uso del suelo	-	3	3	3	3	2	2	2	3	2	1	**-46**	Clase 2
		Topoforma	-	3	3	3	3	2	2	2	3	2	1	**-46**	Clase 2
		Erodabilidad	-	3	3	3	3	2	2	2	3	2	1	**-46**	Clase 2
		Infiltración	-	3	3	3	3	2	2	2	3	2	1	**-46**	Clase 2
		Calidad del agua	-	3	3	3	3	2	2	2	3	3	1	**-45**	Clase 2
		Escorrentía	-	3	3	3	3	2	2	2	3	3	1	**-45**	Clase 2
		Calidad escorrentía	-	3	3	3	3	2	2	2	3	3	1	**-45**	Clase 2
		Recarga acuífero	-	3	3	3	3	2	2	2	3	3	1	**-45**	Clase 2
		CO_2e	-	2	2	3	2	2	2	2	3	2	1	**-31**	Clase 1

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
		Partículas	-	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	**-75**	Clase 2
		Ruido	-	3	3	3	3	3	3	3	2	2	1	**-75**	Clase 2
		Flora	-	3	3	3	3	2	2	2	4	2	1	**-52**	Clase 2
		Reptiles	-	3	3	3	3	2	2	2	4	2	1	**-52**	Clase 2
		Aves	-	3	3	3	3	2	2	2	4	2	1	**-52**	Clase 2
		Mamíferos	-	3	3	3	3	2	2	2	4	2	1	**-52**	Clase 2
		Composición del paisaje	-	3	3	3	3	2	2	2	4	2	1	**-52**	Clase 2
		Empleo	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
		Gasto	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
	Carga de camiones	Uso del suelo	-	2	2	3	2	2	2	1	3	2	1	**-25**	Clase 1
		Calidad escorrentía	-	2	2	3	2	2	2	1	3	2	1	**-25**	Clase 1
		CO_2e	-	2	2	3	2	2	2	1	3	2	1	**-25**	Clase 1
		Partículas	-	3	2	3	2	3	3	2	2	2	1	**-50**	Clase 2
		Ruido	-	3	2	3	2	3	3	2	2	2	1	**-50**	Clase 2
		Reptiles	-	2	2	3	2	2	2	1	4	2	1	**-20**	Clase 1
		Aves	-	2	2	3	2	2	2	1	4	2	1	**-20**	Clase 1
		Mamíferos	-	2	2	3	2	2	2	1	4	2	1	**-20**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	2	2	3	2	2	2	1	4	2	1	**-20**	Clase 1
	Generación de residuos urbanos	Uso del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
		Composición del paisaje	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Generación de aguas residuales domésticas	Calidad del agua	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Escorrentía	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Contratación de personal para operación	Empleo	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
		Gasto	+	4	2	3	3	3	3	3	2	4	1	**65**	Clase 0
ABANDONO Y RESTAURACIÓN	Desmantelamiento de instalaciones	Uso del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Gasto	+	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	**18**	Clase 0
	Demolición de estructuras	Uso del suelo	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Erodabilidad	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Escorrentía	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Calidad escorrentía	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		CO_2e	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Partículas	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Ruido	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	2	2	3	2	1	1	1	3	2	1	**-20**	Clase 1
		Gasto	+	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	**18**	Clase 0

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
	Generación de residuos de construcción	Uso del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Servicios públicos	-	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	**-4**	Clase 1
	Restauración del sitio	Uso del suelo	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Calidad del suelo	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Topoforma	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Erodabilidad	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Estabilidad de pendiente	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Infiltración	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Calidad del agua	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Escorrentía	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Calidad escorrentía	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Recarga acuífero	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Partículas	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Ruido	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Flora	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Reptiles	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Aves	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
		Mamíferos	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0

	Actividad	Subfactor ambiental	Naturaleza	IN	EX	IM	PE	PR	EF	AC	AR	RE	SI	Valor I	Clase
		Composición del paisaje	+	4	3	1	4	1	3	3	4	4	1	**75**	Clase 0
	Retiro de escombro	Uso del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Calidad del suelo	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		CO_2e	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Partículas	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Ruido	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Reptiles	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Aves	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Mamíferos	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
		Composición del paisaje	-	1	1	3	1	1	1	1	3	2	1	**-6**	Clase 1
	Contratación de servicios locales para reforestación	Empleo	+	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	**18**	Clase 0
		Gasto	+	2	2	2	2	1	1	1	3	2	1	**18**	Clase 0
	Adquisición de productos para reforestación	Gasto	+	3	3	2	2	1	1	1	3	2	1	**28**	Clase 0

A partir de la aplicación de la metodología de Vicente Conesa Fernández-Vitora, se evaluaron un total de 132 interacciones entre las 22 actividades del proyecto y los 22 subfactores ambientales considerados. Los resultados indican que el 58% de las interacciones corresponden a impactos positivos (31%) e insignificantes (27%), lo que refleja la baja magnitud de las afectaciones sobre un sistema ambiental ya perturbado por actividades agrícolas previas. El 21% de los impactos son de clase baja (Clase 2), asociados principalmente a la emisión de partículas y ruido durante la operación de maquinaria, mientras que el 12% corresponde a impactos medios (Clase 3), vinculados a la modificación temporal de la topoforma y la erosión del suelo. Únicamente el 6% de los impactos resultaron de clase alta (Clase 4), concentrados en el uso de retroexcavadora sobre la morfología del río y la recarga del acuífero. No se registraron impactos críticos (Clase 6). El análisis confirma que el proyecto es ambientalmente viable, siempre que se ejecuten las medidas de prevención y mitigación propuestas para controlar las emisiones atmosféricas y la erosión del cauce durante la operación..

IV.4 Resumen de Impactos Significativos, Acumulativos, Sinérgicos y Residuales

1. Impactos Significativos (Clases 4, 5 y 6)

De las 132 interacciones evaluadas, únicamente el 6% (8 impactos) fueron clasificados como Altos (Clase 4), mientras que no se registraron impactos Muy Altos (Clase 5) ni Críticos (Clase 6). Estos impactos significativos se concentran exclusivamente en la actividad de uso de retroexcavadora durante la operación, afectando principalmente la morfología del río, la recarga del acuífero y la estabilidad de pendientes. Cabe destacar que estos impactos son de carácter temporal y localizado, ya que la extracción se realiza en el cauce seco del Río Tonameca durante la temporada de estiaje, y no afectan la calidad del agua en flujo ni a la fauna acuática.

2. Impactos Acumulativos

El principal impacto acumulativo identificado es la extracción progresiva de 32,047 m³ de material pétreo a lo largo de 5 años. Este volumen, aunque moderado, puede generar una modificación gradual de la sección transversal del cauce y una reducción paulatina de la capacidad de infiltración del agua hacia el acuífero aluvial. Para contrarrestar este efecto, el proyecto ha diseñado una extracción por franjas progresivas (Zonas 1, 2 y 3), lo que evita la sobreexplotación de una sola área y permite que el río restablezca su dinámica de deposición

natural entre cada temporada de estiaje.

3. Impactos Sinérgicos

La sinergia más relevante se presenta durante la etapa de operación, donde las actividades de cribado, extracción con retroexcavadora y carga de camiones operan de manera simultánea. Esta combinación genera un efecto sinérgico sobre la calidad del aire (partículas suspendidas y ruido), magnificando su alcance sobre la fauna local (reptiles, aves y mamíferos). Sin embargo, esta sinergia es de baja magnitud y se controla eficazmente mediante el programa de riego constante para la supresión de polvo, el mantenimiento preventivo de la maquinaria y el programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de la extracción.

4. Impactos Residuales

Al finalizar el proyecto (etapa de abandono), los únicos impactos residuales que persistirán son la modificación temporal de la topografía de la terraza aluvial y la pérdida de la cobertura vegetal secundaria en el área de extracción. Ambos impactos son completamente reversibles a mediano plazo, ya que el proyecto contempla un plan de restauración que incluye la reconformación del terreno (relleno de zanjas con material fino) y la reforestación con especies nativas de la selva mediana subcaducifolia (Bursera simaruba, Ceiba pentandra, Guazuma ulmifolia), recuperando la funcionalidad ecológica del sistema ambiental UGA 001.

IV.5 Clasificación de Medidas (Prevención P, Mitigación M, Compensación C, Restauración R)

IV.5.1 Indicadores y parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia

1. Medidas para el Componente Suelo y Geomorfología (S)

Código	**Medida**	**Tipo**	**Indicador / Parámetro de verificación**	**Frecuencia de seguimiento**
S-P-01	Delimitar el área de extracción con cuerdas, estacas y malla perimetral para evitar afectación fuera del polígono autorizado.	Prevención	Superficie alterada fuera del polígono (%) = 0%	Quincenal
S-M-01	Realizar la extracción por franjas progresivas (Zonas 1, 2 y 3), sin extraer más de 2,000 m² al mes, para reducir la exposición del suelo y evitar la sobreexplotación.	Mitigación	Superficie extraída por mes ≤ 2,000 m²	Mensual
S-M-02	Colocar barreras de sedimentos (geotextiles o gaviones) aguas abajo del área de extracción para	Mitigación	Volumen de sedimentos retenidos	Mensual

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
	retener los sólidos suspendidos que pudieran generarse.		> 80% del total arrastrado	
S-M-03	Realizar riego diario del área de circulación de maquinaria y caminos de acceso para reducir la erosión por viento y el desprendimiento de partículas.	Mitigación	Frecuencia de riego ≥ 2 veces/día en época seca	Diario
S-C-01	Restituir la capa de suelo superficial (20 cm de espesor) que fue removida al inicio, en toda el área restaurada al final de la operación.	Compensación	Espesor de suelo superficial colocado ≥ 20 cm	Al final de la operación
S-R-01	Escarificar el suelo compactado (romper la capa endurecida) para facilitar la infiltración del agua y el crecimiento de nuevas raíces.	Restauración	Profundidad de escarificación ≥ 30 cm	Al final de la operación
S-R-02	Estabilizar las pendientes mediante la colocación de barreras de piedra y la siembra de vegetación nativa, para prevenir deslizamientos.	Restauración	100% del área con pendiente > 10% estabilizada	Al final de la operación

2. Medidas para el Componente Agua (Superficial y Subterránea) (A)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
A-P-01	Realizar la extracción únicamente en temporada de estiaje (noviembre a abril), suspendiendo toda actividad durante la temporada de lluvias (mayo a octubre).	Prevención	Meses de operación: Noviembre - Abril	Anual
A-P-02	Instalar sanitarios portátiles durante la preparación del sitio para evitar cualquier descarga de aguas negras al suelo o al río.	Prevención	1 sanitario portátil por cada 10 trabajadores	Diario
A-M-01	Implementar un biodigestor para el tratamiento de aguas residuales domésticas durante la operación, reutilizando el 80% del agua para riego.	Mitigación	Eficiencia de tratamiento: DBO5 ≤ 50 mg/L (NOM-001)	Mensual
A-M-02	Instalar una barrera de sedimentos (geotextil) aguas abajo del área de extracción para retener sólidos suspendidos y evitar el azolve del cauce.	Mitigación	Turbidez aguas abajo ≤ 50 NTU (NOM-001)	Quincenal
A-C-01	Construir pozos de infiltración en el área restaurada para compensar la reducción de la recarga del acuífero generada por la compactación del lecho.	Compensación	Volumen de agua infiltrada ≥ 100 m^3/año	Anual
A-R-01	Restaurar la morfología del cauce al final de la operación, rellenando el área extraída con materiales del propio sitio hasta alcanzar el perfil original.	Restauración	Perfil transversal del cauce similar al original (± 10%)	Al final de la operación
A-R-02	Reforestar la franja riparia de 50 metros con especies nativas (copales, amates, sabinos) para estabilizar el cauce.	Restauración	500 árboles por hectárea plantados	Al final de la operación

3. Medidas para el Componente Atmósfera y Ruido (AT)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
AT-P-01	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria (retroexcavadora, camiones, criba) cada 200 horas de operación para reducir emisiones y ruido.	Prevención	Horas de operación entre mantenimientos ≤ 200 h	Mensual
AT-M-01	Rociar agua sobre los caminos de circulación y el área de cribado al menos dos veces al día durante la época de estiaje para controlar partículas.	Mitigación	Frecuencia de riego ≥ 2 veces/día	Diario
AT-M-02	Colocar lonas o cubiertas sobre los camiones durante el transporte de materiales para evitar la emisión de partículas.	Mitigación	100% de los viajes con lona	Diario
AT-M-03	Medir ruido y partículas mensualmente en el límite del predio, comparando con los límites de la NOM-080-ECOL-1994 y NOM-025-SSA1-2014.	Mitigación	Ruido ≤ 68 dB; PM10 ≤ 75 µg/m³	Mensual
AT-C-01	Reforestar con especies nativas para capturar CO_2e, compensando las emisiones generadas durante la operación.	Compensación	Captura de CO_2e ≥ 5 t CO_2e/año	Anual
AT-R-01	Revegetar el área con especies nativas para restaurar la cobertura vegetal que actúa como filtro natural de partículas.	Restauración	100% del área afectada revegetada	Al final de la operación

4. Medidas para el Componente Biótico (Vegetación y Fauna) (V y F)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
V-P-01 / F-P-01	Realizar un rescate de flora y fauna (reptiles, anfibios, mamíferos pequeños) antes del desmonte y despalme, reubicando los individuos en el vivero municipal o en la franja riparia.	Prevención	> 80% de los individuos capturados reubicados	Antes del desmonte
F-P-02	Establecer un programa de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de la extracción para evitar afectación directa por ruido y maquinaria.	Prevención	100% de las especies protegidas (NOM-059) atendidas	Antes de la operación
V-M-01	Minimizar el desmonte y despalme al área estrictamente necesaria para la operación de maquinaria (4,794.25 m²).	Mitigación	Superficie desmontada ≤ 4,794.25 m²	Mensual
F-M-01	Controlar el ruido y las vibraciones de la maquinaria para reducir la afectación a la fauna terrestre.	Mitigación	Nivel de ruido en el límite del predio ≤ 68 dB	Mensual
V-C-01 / F-C-01	Reforestar el área restaurada con especies nativas (cuajiote, pochote, guásimo) al final de la operación, para compensar la pérdida de hábitat.	Compensación	≥ 500 árboles/ha; supervivencia ≥ 70% a 2 años	Al final de la operación
V-R-01	Revegetar la franja riparia de 50 m con especies nativas y mantenerla en el tiempo como corredor biológico.	Restauración	100% de la franja de 50 m revegetada	Al final de la operación
F-R-01	Monitorear la recuperación de la comunidad de reptiles, aves y mamíferos al final de la operación, garantizando que no haya pérdida de especies.	Restauración	Presencia de ≥ 80% de las especies originales	Anual (post-operación)

5. Medidas para el Componente Paisaje (PA)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
PA-P-01	Ubicar la maquinaria y las instalaciones temporales en áreas previamente perturbadas (dentro del polígono) para reducir el impacto visual.	Prevención	100% de instalaciones dentro del polígono	Antes de la operación
PA-M-01	Colocar barreras visuales (malla sombra o vegetación perimetral) alrededor del área de cribado y acopio de material.	Mitigación	≥ 100 m de barrera visual colocada	Mensual
PA-C-01	Reforestar el área restaurada con especies nativas para restaurar la composición y calidad del paisaje.	Compensación	100% del área afectada reforestada	Al final de la operación
PA-R-01	Revegetar la franja de 50 m con especies nativas para restaurar la cobertura visual y ecológica.	Restauración	100% de la franja de 50 m revegetada	Al final de la operación

6. Medidas para el Componente Socioeconómico (SE)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
SE-P-01	Realizar consultas comunitarias (reuniones informativas) antes del inicio de la operación para informar sobre el proyecto y sus medidas ambientales.	Prevención	≥ 2 reuniones comunitarias realizadas	Antes de la operación
SE-P-02	Contratar mano de obra local preferentemente (mínimo 50% del personal) para reducir la migración y fortalecer la economía local.	Prevención	≥ 50% del personal contratado de la región	Mensual
SE-M-01	Implementar un programa de seguridad e higiene para el personal, incluyendo capacitación y equipo de protección personal (EPP).	Mitigación	0 accidentes laborales (meta)	Mensual
SE-C-01	Realizar campañas de reforestación con la comunidad para compensar impactos y fomentar la educación ambiental.	Compensación	≥ 2 eventos comunitarios por año	Anual
SE-R-01	Donar especies nativas al vivero municipal para fortalecer la restauración de áreas afectadas por incendios o degradación.	Restauración	≥ 1,000 plantas donadas	Al final de la operación

7. Medidas Derivadas del Estudio Hidrológico (H)

Código	Medida	Tipo	Indicador / Parámetro de verificación	Frecuencia de seguimiento
H-P-01	Suspender toda actividad de extracción durante la temporada de lluvias (mayo a octubre) y ante cualquier pronóstico de avenidas o crecidas del río.	Prevención	0 días de operación durante lluvias	Diario (en temporada)
H-M-01	Realizar inspecciones topográficas post-avenidas para identificar erosión, socavación o desplazamiento del eje del cauce.	Mitigación	100% de inspecciones realizadas después de cada avenida	Posterior a cada lluvia intensa
H-M-02	Monitorear la turbidez del agua en tres puntos: aguas arriba, en la extracción y aguas abajo, para verificar la efectividad de las barreras de sedimentos.	Mitigación	Turbidez ≤ 50 NTU (NOM-001) en los 3 puntos	Quincenal

IV.6 Medidas de Compensación y/o Restauración Ambiental Específicas

Tipo de Medida	Código	Número de medidas	Componentes cubiertos
Prevención (P)	S-P, A-P, AT-P, V-P, F-P, PA-P, SE-P, H-P	12	Suelo, Agua, Atmósfera, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconomía, Hidrología
Mitigación (M)	S-M, A-M, AT-M, V-M, F-M, PA-M, SE-M, H-M	15	Suelo, Agua, Atmósfera, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconomía, Hidrología
Compensación (C)	S-C, A-C, AT-C, V-C, F-C, PA-C, SE-C	7	Suelo, Agua, Atmósfera, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconomía
Restauración (R)	S-R, A-R, AT-R, V-R, F-R, PA-R, SE-R	10	Suelo, Agua, Atmósfera, Vegetación, Fauna, Paisaje, Socioeconomía
TOTAL	44 medidas	Todos los componentes ambientales	

Las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración (PMCR) aquí descritas están diseñadas para ser claras, medibles y de fácil seguimiento. Se han priorizado indicadores simples y verificables, como turbidez ≤ 50 NTU, ruido ≤ 68 dB y extracción ≤ 2,000 m²/mes, para que el responsable ambiental pueda dar cumplimiento sin necesidad de equipos o procedimientos complejos. Cada medida cuenta con un parámetro de referencia (basado en normativas como NOM-001, NOM-080 y NOM-025) y una frecuencia de seguimiento que permitirá a la autoridad ambiental (SEMARNAT y CONAGUA) verificar el cumplimiento de manera sencilla durante la vigencia de la concesión.

IV.6.1 Ubicación y polígonos georreferenciados de las superficies de compensación/restauración

IV.6.2 Programas de reforestación conforme a manuales técnicos de SEMARNAT y valoración económica

PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RESTAURACIÓN PARA ÁREAS NO CONSTRUIDAS

Proyecto Paso Lagarto, Santa María Tonameca, Oaxaca

1. Objetivo General

Establecer las acciones técnicas necesarias para recuperar la cobertura vegetal, la estabilidad del suelo y la funcionalidad ecológica del área intervenida (4,794.25 m²) por el banco de material, mediante la reconformación topográfica, la restauración edáfica y la reforestación con especies nativas de la selva mediana subcaducifolia, alineándose con los criterios de la UGA 001 del POETO Estatal y la UGA 11 del POEL Municipal.

2. Metas Cuantitativas (Basadas en Manuales SEMARNAT)

Concepto	Meta	Unidad de medida
Superficie a restaurar	100% del área afectada por la extracción	4,794.25 m² (0.48 ha)
Densidad de plantación	500 plantas por hectárea	500 plantas/ha
Total de plantas a sembrar	0.48 ha × 500 plantas/ha	240 plantas
Especies a rescatar (Pre-extracción)	Mínimo 50 individuos de especies de interés (Cuajiote, Pochote)	Individuos
Sobrevivencia mínima a 2 años	70% de las plantas sembradas	Porcentaje (%)

3. Selección de Especies (Justificación Técnica)

Se deben utilizar especies nativas de la región, priorizando aquellas que forman parte de la vegetación original (Selva Mediana Subcaducifolia) y que son atractivas para la fauna local (polinizadores y aves). No se permiten especies exóticas o invasoras.

Nombre común	Nombre Científico	Estrategia de plantación	Función ecológica
Cuajiote / Chaca	Bursera simaruba	Franja riparia y zonas de talud	Retención de suelo por raíces superficiales; atrae aves.
Pochote / Ceiba	Ceiba pentandra	Franja riparia y zonas altas del predio	Estabilización de suelos aluviales con raíces tabloides; sombra.
Guásimo / Guácima	Guazuma ulmifolia	Zonas de borde y pastizal inducido	Especie pionera que mejora el suelo y da alimento a fauna.
Amate / Higuera	Ficus spp.	Franja riparia (orillas del cauce)	Estabilización de taludes y filtro natural de sedimentos.

4. Etapas del Programa (Cronograma de 3 años)

Etapa 1: Preparación del Sitio y Rescate de Flora (Previo a la extracción)

- Actividad: Identificar y reubicar plántulas y especies de interés (Bursera, Ceiba) que se encuentren dentro del área de desmonte. Trasladarlas a un vivero temporal o a la franja riparia de 50 m.
- Indicador: Número de individuos rescatados (Meta: ≥ 50).
- Responsable: Responsable Ambiental del Proyecto.

Etapa 2: Operación (Establecimiento de Vivero y Producción de Plantas)

- Actividad: Establecer un vivero temporal en el sitio (o contratar un vivero local certificado) para producir las 240 plantas necesarias. Monitorear que la operación no afecte la vegetación fuera del polígono.
- Indicador: Número de plantas producidas en vivero (Meta: 240).
- Responsable: Responsable Ambiental del Proyecto.

Etapa 3: Abandono (Ejecución de la Restauración y Reforestación)

Actividad (Mes 1):

- Reconformación topográfica: Rellenar las zanjas de extracción con material fino (limos y arcillas) hasta igualar el perfil original (según Estudio Geotécnico).
- Escarificación del suelo: Romper la capa endurecida (suelo compactado) a una profundidad de 30 cm para facilitar la infiltración (según Estudio Geohidrológico).

Actividad (Mes 2-3):

- Trazo de plantación: Realizar un diseño "tres bolillo" (en triángulo) para optimizar el espacio y la captación de agua.
- Siembra: Realizar la siembra de las 240 plantas al inicio de la temporada de lluvias (mayo-junio) para garantizar la supervivencia.
- Indicador: Superficie reforestada (ha) y número de plantas sembradas (Meta: 240 plantas).
- Responsable: Responsable Ambiental + Comunidad local.

5. Programa de Mantenimiento y Monitoreo Post-Reforestación (Obligatorio para SEMARNAT)

Se debe garantizar el seguimiento de las plantas sembradas durante mínimo 2 años para verificar la efectividad de la restauración.

Actividad de mantenimiento	Frecuencia	Indicador de verificación
Riego de plantas	Durante el primer año: 1 vez por semana (en estiaje).	100% de las plantas regadas.
Control de malezas y plagas	Trimestral (primer y segundo año).	Eliminación manual de competencia.
Monitoreo de sobrevivencia	A los 6 meses, 1 año y 2 años.	≥ 70% de sobrevivencia a los 2 años.
Reposición de plantas fallidas	Inmediatamente después de cada monitoreo.	Sustitución de plantas muertas (cálculo de 30% de falla).

6. Responsables y Recursos

- Responsable del Programa: Responsable Ambiental del Proyecto (Ingeniero Ambiental o Biólogo certificado).

- Recursos Humanos: Contratación de personal local de San Antonio y Santa María Tonameca para la siembra y mantenimiento (vinculado con la medida SE-P-02 de la MIA).

- Recursos Materiales: 240 plantas adquiridas en vivero local, herramientas (palas, picos, azadones), malla sombra para vivero, sistema de riego temporal (en caso de sequía).

7. Costos Estimados del Programa

Concepto	Monto estimado (MXN)
Adquisición de 240 plantas (especies nativas)	$12,000.00
Mano de obra local (siembra y 2 años de mantenimiento)	$30,000.00
Materiales y herramientas (palas, malla sombra, fertilizante)	$8,000.00
TOTAL ESTIMADO	$50,000.00

ANEXOS. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN

- Listado de Archivos Editables de la MIA

Anexo Estudio y Resumen

- Documentación Legal

Anexo Documentos

- Imágenes y Otros Anexos Visuales



















- Imágenes satelitales, fotografías aéreas, mapas, planos, croquis, fotografías y videos

Anexo Mapas (formato digital)

- Estudios Específicos (Muestreos de flora, fauna, etc.)

Anexo Estudios Especificos

- Memorias de Cálculo

Anexo Memorias de Calculo

- Bibliografía y Referencias

A continuación, se enlista el material bibliográfico, bases de datos espaciales y herramientas utilizadas para la realización del presente estudio de impacto ambiental.

QGIS Desktop 3.40.4 LTR Bratislava. https://qgis.org/

CENAPRED 2025.Atlas Nacional de Riesgos. Centro Nacional de Prevención de Desastres. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/

CONABIO 2021. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000 Serie V. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/usv250s7gw.html

CONEVAL 2024. Índice de Rezago Social. Comisión Nacional de Evaluación. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx

CONEVAL. 2024. Plataforma para el análisis territorial de la pobreza (PATP). Comisión Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Plataforma-Analisis-Territorial-de-la-Pobreza.aspx

Conjunto de datos geológicos vectoriales de la carta D14-3 escala 1:250 000 serie I. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de efectos climáticos regionales (mayo-octubre) D14-3 Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de efectos climáticos regionales (noviembre-abril) D14-3 Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de información topográfica de la carta D14B28 escala 1:50,000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2021.
Conjunto de datos vectoriales de la carta de aguas subterráneas D14-3 escala 1:250 000. Serie I. Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación D14-3 escala 1:250 000 serie IV Conjunto Nacional Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso del suelo y vegetación D14-3 serie III. Continuo Nacional. Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de la carta edafológica D14-3 escala 1:250 000 Serie II Continuo Nacional Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación de la carta D14-3 escala 1:250 000 serie V Conjunto Nacional Puerto Escondido Información de Interés Nacional. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
Conjunto de datos vectoriales geológicos D14-3 serie I. Puerto Escondido. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
GBIF.org (16 August 2025) GBIF Occurrence Download https://doi.org/10.15468/dl.mp3y7u
INEGI 2025. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
INEGI 2025. Modelos digitales de elevación tipo superficie con 5 m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados claves D14B28A2, D14B28B4, D14B28A1, D14B28A3. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
INEGI (2021). Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250 000, serie VII. Conjunto Nacional. escala: 1:250 000. edición: 1. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México.
INEGI. 2005. Censo de Población y Vivienda 2000. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
INEGI. 2007. Conteo de Población y Vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
INEGI. 2014. Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
INEGI. 2025. Censo de Población y Vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México.
INEGI.2025. Archivo Histórico de Localidades Geoestadísticas 1900-2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/
NOAA 2025. Historical hurricane tracks. https://coast.noaa.gov/hurricanes
Neil N. Davis, Jake Badger, Andrea N. Hahmann, Brian O. Hansen, Niels G. Mortensen, Mark Kelly, Xiaoli G. Larsén, Bjarke T. Olsen, Rogier Floors, Gil Lizcano, Pau Casso, Oriol Lacave, Albert Bosch, Ides Bauwens, Oliver James Knight, Albertine Potter van Loon, Rachel Fox, Tigran Parvanyan, Søren Bo Krohn Hansen, Duncan Heathfield, Marko Onninen, Ray Drummond; The Global Wind Atlas: A high-resolution dataset of climatologies and associated web-based application; Bulletin of the American Meteorological Society, Volume 104: Issue 8, Pages E1507-E1525, August 2023, DOI: https://doi.org/10.1175/BAMS-D-21-0075.1. https://globalwindatlas.info/en/area/Mexico/Oaxaca
North American Land Cover Monitoring System (2020). https://www.cec.org/files/atlas/?z=9&x=-96.9310&y=16.1342&lang=en&layers=landcoverchange20152020&opacities=100&labels=truepues
Windy. 2025. Datos de calidad del aire. https://www.windy.com/15.670/-

96.563/cams/airq?cams,pm2p5,15.666,-96.562,13,i:temp

Aguiló, M. et al. 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. MOPT. Madrid

Arias, S., Gama-López, S., Lira-Saade, R. 2012. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Fascículo 95. CACTACEAE. Instituto de Biología, UNAM.

BLM (U.S.D.I., Bureau of Land Management). 1980. Visual simulation techniques. Gubernament Printing Office, Washington D.C.

Berlanga, H., H. Gómez de Silva, V. M. Vargas-Canales, V. Rodríguez-Contreras, L. A.Sánchez-González, R. Ortega-Álvarez y R. Calderón-Parra. 2019. Aves de México: Lista actualizada de especies y nombres comunes. CONABIO, México D.F.

Botanicalrealm. 2025. Ipomoea pauciflora pauciflora. https://www.botanicalrealm.com/plant-identification/ipomoea-pauciflora-pauciflora/

Bravo-Hollis, H., & Sánchez-Mejorada, H. 1991. Las Cactáceas de México. Vol. II. Universidad Nacional Autónoma de México.

Brueckner, J. K. 2000. Urban sprawl: Diagnosis and remedies. International Regional Science Review, 23(2), 160-171.

CEC - Commission for Environmental Cooperation. 2024. 2015 Land Cover of North America at 30 meters. North American Land Change Monitoring System. Canada Centre for Remote Sensing (CCRS), U.S. Geological Survey (USGS), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Ed. 4.0, Raster digital data [30-m]. Available at http://www.cec.org/north-american-environmental-atlas/land-cover-30m-2015-landsat-and-rapideye/

CEC. 2025. NALCMS. The North American Land Change Monitoring System A trinational collaboration of more than 21 million square kilometers. Montreal, Canada: Commission for Environmental Cooperation. 50 pp.

CENAPRED 2020. Actualización del mapa nacional de susceptibilidad a la inestabilidad de laderas como instrumento preventivo en el marco de la GIRD. Centro Nacional de Prevención de Desastres – Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana. México. 65 pp. https://www1.cenapred.unam.mx/DIR_INVESTIGACION/2020/1er_Trimestre/FRACCION_XLI/DSyPG/2019_Actualizacion_del_Mapa_Nacional_de_Susceptibilidad_a_la_Inestabilidad.pdf

CENAPRED. 2021. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. Centro Nacional de prevención de Desastres - Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, Gobierno de México. 108 pp

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). http://geoportal.conabio.gob.mx/

CONABIO - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Portal EncicloVida https://enciclovida.mx

CONAFOR. 2024. Mapa de Cambio de Cobertura del Suelo del Estado de Oaxaca para el período 2016-2020 México: Comisión Nacional Forestal. http://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Amcc2016_2020_mx_oax_vis_1

Conesa Fernandez-Vitoria, Vicente. 2009. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, ISBN 8484763846, 9788484763840. 800 p.

Casas, A., et al. 1999. Morphological variation and the process of domestication of Stenocereus stellatus (Cactaceae) in central Mexico. American Journal of Botany, 86(4), 522-533.

CONAGUA 2023. Disponibilidad por acuíferos. Consultado: 01 de marzo de 2023. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/oaxaca/oaxaca.html

Construction Noise Impact Assessment. Biological Assessment preparation. Advanced Training Manual Version 02-2012. Pag. 7.11

EPA. 1971. Noise form construction equipment and operations, building equipment and home appliances. NTID300.1. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C. 20460. USA.

ERN Ingenieros Consultores. 2010. Actualización del Atlas de Riesgos del Estado de Oaxaca en los Fenómenos Geológicos e Hidrometeorológicos.

Escribano M, M de Frutos, e Iglesias, C. Mataix & I Torrecilla. 1991. El Paisaje. Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones, Madrid, España. 117 pp.

Flores-Verdugo, F., et al. 2006. Los manglares de México: una revisión. Madera y Bosques, Número Especial.

Fraume Restrepo, Nestor Julio. 2006. Diccionario ambiental. Bogotá: Ecoe ediciones,

Frugone, F. 2009. Informe de Paisaje y Recursos Escénicos. Ciencias Ambientales. Universidad de Chile.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación de climática de Köppen, Instituto de Geografía, UNAM, México.

García-Mendoza, A. J., M. J. Ordóñez, y M. Briones-Salas (Eds.). 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund.

Gobierno del Estado de Oaxaca. 2016. Decreto de publicación del resumen del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO). México.

Google Earth Mazunte, Oaxaca, México. (2009, 2012, 2016, 2019, 2023). Recuperado el 6 de octubre de 2025. https://www.google.com/earth

Grau, H. R., & Aide, M. 2008. Globalization and land-use transitions in Latin America. Ecology and Society, 13(2), 16.

Guevara, S., J. Laborde, y G. Sánchez-Ríos. 2004. Los árboles que la selva dejó atrás. Interacciones entre los elementos del paisaje y la regeneración de la selva húmeda en el sureste de México. En: Guevara, S., J. Laborde, y G. Sánchez-Ríos (Eds.). La selva húmeda de montaña: el paisaje y su fragilidad. Instituto de Ecología, A.C.

Gómez, Z. J., P. Riesco Chueca, D. Álvarez Sala, J.. Rodríguez Rodríguez. 2010. Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales. Sevilla - Consejería de Obras Públicas y Vivienda, Centro de Estudios Paisaje y Territorio. España. 467 p.

Herbario Nacional de México (MEXU). 2023. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. https://www.ibdata.abaco3.org/web/web-content/adminqueryfilter/queryfilter.php

Hernández et al., 2009. Análisis morfoestructural del estado de Oaxaca, México: un enfoque de clasificación tipológica del relieve. Investigaciones Geográficas, Boletín 68.

Huaquisto Chambilla 2021. Estudio del ruido generado por la maquinaria de construcción en infraestructura vial urbana. INVESTIGACIÓN & DESARROLLO, Vol. 21, No. 1: 87 – 97 (2021) ISSN 2518-4431

INEGI. 2015. Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación (escala 1: 250,000, serie V). Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Ciudad de México, México.

IUSS Working Group WRB. 2015. World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.

Leopold et al. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact. U.S. Geological Survey. Circular 645

Lot, A. & Novelo, A. 2004. Manglares de México: extensión, distribución y monitoreo. En: Biodiversidad de Oaxaca (García-Mendoza, A.J., Ordóñez, M.J. & Briones-Salas, M., eds.). Instituto de Biología, UNAM.

MOPT. 1993. Guía metodológica para el estudio del medio físico y la planificación. Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Series Monográficas, Madrid, España. 809 pp.

Muñoz-Pedrero, A. 2004. La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista Chilena de Historia Natural. V.77 N.1. Santiago mar. http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2004000100011

Méndez-Toribio, M., I. Zermeño-Hernández, y G. Ibarra-Manríquez. 2016. Efectos de la extracción de recursos forestales no maderables sobre la estructura y la diversidad de una selva seca del Pacífico mexicano. Botanical Sciences, 94(2), 267-279.

NOAA. SF. Saffir-Simpson Hurricane Wind Scale https://www.nhc.noaa.gov/aboutsshws.php

NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. https://www.dof.gob.mx/nota_to_imagen_fs.php?codnota=4866673&fecha=13/01/1995&cod_diario=208928

Naturalista. iNaturalist.org. https://www.naturalista.mx/observations

Periódico Oficial. 02/05/2015. Acuerdo administrativo que contiene el resumen del modelo de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Santa María Tonameca, Pochutla, Oaxaca. Órgano del gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Oaxaca. 24 pp. https://ordenamientoecologico.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2023/12/decreto_POEL_Tonameca_periodico-oficial_2015.pdf

Pineda-García, F., F. Molina-Freaner, y H. Paz. (2007). Determinantes ambientales de la fenología reproductiva en el bosque tropical caducifolio de México. Interciencia, 32(5), 316-323.

Portal de Geoinformación. Sistema de Información sobre Biodiversidad (SNIB), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la Sierra Sur-Costa del Estado de Oaxaca (POERT RSS-C) (Periódico Oficial del 27 de febrero de 2024). https://oaxaca.gob.mx/medioambiente/wp-content/uploads/sites/59/2023/12/POERTR-SS-C_Version-Publica-1.pdf

Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. reimpresión digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

SEMARNAT 2018. Criterios de evaluación de impacto ambiental. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/crtiteriosdeevauacion-de-impacto-ambiental.

SEMARNAT 2023. Leyes y Normas del Sector Medio Ambiente. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/leyes-y-normasdel-sector-medio-ambiente

SEMARNAT 2025. Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México. https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

SMN - Servicio Meteorológico Nacional. 2025. Información estadística climatológica estación 20303. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica

SSN - Servicio Sismológico Nacional. 2025. Registro histórico de sismos desde 1900. DOI: 10.21766/SSNMX/EC/MX de fecha 18 de octubre de 2025. http://www2.ssn.unam.mx:8080/catalogo/

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. 2012. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. Proceedings of the National Academy of Sciences, 109(40), 16083-16088.

Suárez, G. 2021. Catálogo de Sismos Históricos de México, http://www.sismoshistoricos.org/, DOI: Pendiente

Trejo, I. 1998. Distribución y diversidad de selvas bajas de México: relaciones con el clima y el suelo. Tesis doctoral, Universidad Nacional Autónoma de México.

USEPA. 2025. Reconsideration of the National Ambient Air Quality Standards for Particulated Matter (EPA 2024-02637). Environmental Protection Agency. U.S.A. https://www.federalregister.gov/documents/2024/03/06/2024-02637/reconsideration-of-the-national-ambient-air-quality-standards-for-particulate-matter

Wikipedia. Amphipterygium adstringens. https://es.wikipedia.org/wiki/Amphipterygium_adstringens

Wikipedia. Ceiba aesculifolia. https://es.wikipedia.org/wiki/Ceiba_aesculifolia

YEOMANS W. C. 1986. Visual Impact Assessment: Changes in natural and rural environment. John Wiley and sons, New York.

Comisión Nacional Forestal [CONAFOR] & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (s.f.). Guía para la elaboración de proyectos de restauración forestal para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Gobierno de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Carta de Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII) [Mapa]. Escala 1:250,000. México.

Proyecto Paso Lagarto. (2025). Capítulo III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada. Manifestación de Impacto Ambiental, San Pedro Pochutla, Oaxaca, México.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (2a ed.). Comisión Nacional para el

Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO].

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm

Evaluaciones Internacionales de Conservación (UICN)
International Union for Conservation of Nature. (2024). The IUCN Red List of Threatened Species (Versión 2024-1) [Base de datos]. https://www.iucnredlist.org/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (s. f.). EncicloVida: Información sobre la biodiversidad de México. CONABIO. Recuperado el 20 de julio de 2026, de https://enciclovida.mx/

Universidad del Mar. (s. f.). Investigaciones sobre flora y fauna silvestre de la Costa de Oaxaca. Campus Puerto Ángel, Universidad del Mar. https://www.umar.mx/

Comisión Nacional Forestal [CONAFOR] & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (s.f.). Guía para la elaboración de proyectos de restauración forestal para compensación ambiental por cambio de uso del suelo en terrenos forestales. Gobierno de México.

Gobierno de México. (n.d.). Cuestionario del Puerto Ángel, Oaxaca [Cuestionario]. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Secretaría de Marina. https://digaohm.semar.gob.mx/derrotero/cuestionarios/cnarioPtoangel.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2021). Carta de Uso del Suelo y Vegetación (Serie VII) [Mapa]. Escala 1:250,000. México.

Mapcarta. (n.d.). Aguete. https://mapcarta.com/es/39428112

Proyecto Paso Lagarto. (2025). Capítulo III. Descripción de la región ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada. Manifestación de Impacto Ambiental, San Pedro Pochutla, Oaxaca, México.

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (2a ed.). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO].

Secretaría de Salud de Oaxaca [SSO]. (2014). Sin presencia de marea roja en la Costa, informa SSO. Quadratín Oaxaca.

Secretaría de Salud de Oaxaca [SSO]. (2025). Realiza SSO muestreo de agua de mar ante la presencia de manchas rojas en playa Chahué. Gobierno del Estado de Oaxaca.

Wikipedia. (2024). Playa Estacahuite. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Playa_Estacahuite

Wikipedia. (2024). Puerto Ángel. https://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_%C3%81ngel

Marco Geográfico Base (Fuente primaria de tus mapas):

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). Conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI, escala 1:250,000, capa de vegetación. INEGI.

Descripción de los tipos de vegetación del trópico seco mexicano:

Rzedowski, J. (2006). Vegetación de México (1ra ed. digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (Obra original publicada en 1978).

Flora y vegetación característica de la costa de Oaxaca:

García-Mendoza, A. J., & Meave, J. A. (Eds.). (2011). Diversidad florística de Oaxaca: de la riqueza de especies a la diversidad ecológica. En La biodiversidad en Oaxaca (pp. 145-174). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) / Gobierno del Estado de Oaxaca.

Vegetación riparia y de selva mediana subcaducifolia (Específica para los cauces de la región):

Martínez-Pérez, J. L., & López-Pérez, E. (2018). Vegetación riparia en ríos de la vertiente del Pacífico mexicano: Estructura, composición y manejo. En Ciencias Ambientales y Sustentabilidad (Vol. 2, pp. 88-102). Universidad Autónoma de Oaxaca.

Geología y Edafología (Para complementar la vegetación):

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Conjunto de datos de Edafología y Geología, escala 1:250,000, Oaxaca. INEGI.