# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## RESUMEN EJECUTIVO

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Contenido

**I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL** ..... 1

**I.1. Proyecto** ..... 1

**I.1.1 y 2. Nombre y Ubicación del Proyecto** ..... 1

**I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto acotarlo en años o meses** ..... 1

**1.1.4 Presentación de la documentación legal** ..... 1

**I.2 Promovente** ..... 1

**I.2.1 Nombre o razón social** ..... 1

**I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente** ..... 1

**I.2.3 Nombre y cargo del representante legal** ..... 1

**I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal** ..... 2

**I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental** ..... 2

**I.3.1 Nombre o razón social** ..... 2

**I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP** ..... 2

**I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio** ..... 2

**I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio** ..... 2

**CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO** ..... 2

**II.1.1 Naturaleza del proyecto** ..... 2

**Objetivo general** ..... 3

**Objetivos específicos** ..... 3

**II.1.2 Selección del sitio** ..... 3

**II.1.4 Inversión requerida** ..... 4

**II.1.5 Dimensiones del proyecto** ..... 4

**II.1.6 Uso actual de suelo** ..... 5

**II.2 Características particulares del proyecto** ..... 5

**II.2.2 Preparación del sitio** ..... 5

**II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento** ..... 5

**II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera** ..... 6

**II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos** ..... 6

**III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO.** ..... 6
**III.1. Análisis de los instrumentos de planeación para el desarrollo** ..... 6
**III.2. Programas de Desarrollo Urbano** ..... 7
**III.3. Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET)** ..... 7
**III.4. Regiones prioritarias** ..... 8
**III.5 Áreas Naturales Protegidas** ..... 8
**III.6. Instrumentos jurídicos** ..... 8
**CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL E INVENTARIO AMBIENTAL** ..... 9
**IV.1 Delimitación del área de estudio** ..... 9
**IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental** ..... 9
**IV.2.1 Aspectos abióticos** ..... 9
**IV.2.2 Aspectos bióticos** ..... 10
**IV.2.4 Medio socioeconómico** ..... 10
**IV.2.5 Diagnóstico ambiental** ..... 10
**CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES** ..... 11
**CONTEXTO DEL PROYECTO** ..... 11
**V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES** ..... 11
**V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO** ..... 12
**V.1.2 SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO DEL PROYECTO** ..... 12
**V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN** ..... 12
**V.1.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS** ..... 13
**V.1.7 MATRIZ DE VINCULACIÓN DE IMPACTOS PRIORITARIOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL** ..... 13
**V.2 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO Y CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPACTO** ..... 14
**CAPÍTULO VI: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES** ..... 14
**VI.1 INTRODUCCIÓN Y ENFOQUE INTEGRAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)** ..... 14
**VI.1.1 Principios rectores del PMA** ..... 14
**VI.1.2 Vinculación entre impactos (Cap. V) y programas del PMA** ..... 14
**VI.2 PROGRAMAS ESPECÍFICOS BIO-OPERATIVOS DEL PMA** ..... 15

**VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (UNIDAD DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL — USA** ..... 18
**VI.3.1 Estructura y funciones de la USA** ..... 18
**VI.3.2 Protocolo de informes y reporte a la DGIRA** ..... 18
**VI.3.3 Protocolo de respuesta ante contingencias ambientales** ..... 18
**VI.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES** ..... 18
**VI.5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL** ..... 19
**VI.6 CONCLUSIONES Y DECLARATORIA DE VIABILIDAD AMBIENTAL CONDICIONADA** ..... 19
**CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS** ..... 20
**VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS** ..... 20
**VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO** ..... 20
**VII.1.2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS** ..... 21
**VII.2. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL** ..... 22
**VII.3. CONCLUSIONES** ..... 23
**VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES** ..... 23
**VIII.1. Formatos de presentación** ..... 23
**VIII.1.1. Cartografía** ..... 24

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

## I.1. Proyecto

El proyecto lleva por título "Desarrollo habitacional Ecosustentable" se encuentra en el predio La Trinidad, municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, con la siguiente coordenada central WGS 84 UTM zone norte 15Q 0537502.32 E – 1848346.58 N.

### I.1.1 y 2. Nombre y Ubicación del Proyecto

- Nombre del Proyecto: "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el predio "La Trinidad", ubicado en el, Chiapas"
- Nombre del predio: Predio particular "La Trinidad"
- Municipio: San Cristóbal de Las Casas.
- Estado: Chiapas.

### I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto acotarlo en años o meses

La vigencia del proyecto se contempla un periodo de 100 años desde la preparación de sitio y mantenimiento bianual de las calles.

### 1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa escritura pública donde da fe que el C. Alberto Fonseca Ruiz traspasa sin dolo, el terreno a favor de la C. Juana Elena Fonseca Morales y lo vende libre de todo gravamen sin limitación de dominio y al corriente en el pago de todos los impuestos.

## I.2 Promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

Gregorio Javier Martínez Aguilar

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

[redacted]

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

Gregorio Javier Martínez Aguilar

Apoderado legal

### I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

[redacted].

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

### I.3.1 Nombre o razón social

C. Mario Abiquel Pérez Martínez

Se presenta copia de la identificación oficial del responsable técnico en el anexo.

### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

RFC: [redacted]

### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Nombre: Ing. Mario Abiquel Pérez Martínez

RFC: [redacted]

Cédula Profesional: [redacted]

### I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

Teléfono: [redacted]

Correo Electrónico: [redacted]

# CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto denominado “Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el Predio La Trinidad” ubicado en municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, y corresponde para una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, para el cambio de uso de suelo.

Se contempla el desarrollo de un conjunto habitacional sobre un predio con una superficie total de 20,000 $m^2$ (2 hectáreas). De esta superficie, se pretende realizar el cambio de uso de suelo en 15,950 $m^2$, equivalentes al 79.75 % del predio, destinándose principalmente a la construcción de viviendas y vialidades. El proyecto considera la construcción de 67 casas habitacionales sustentables, distribuidas en 67 lotes, con sistemas de cimentación mediante pilotes de concreto.

Una de las características centrales del proyecto es la incorporación de criterios de sustentabilidad orientados al manejo del agua pluvial, la conservación de áreas verdes y la reducción de la impermeabilización del suelo. Las viviendas serán elevadas mediante pilotes, buscando favorecer la captación e infiltración del agua hacia el subsuelo. Asimismo, se contempla la utilización de pavimentos permeables y el establecimiento de áreas verdes. El proyecto se plantea además en concordancia con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de San Cristóbal de Las Casas, particularmente con los lineamientos relacionados con la construcción de viviendas.

## Objetivo general

D Desarrollar un proyecto de construcción de viviendas sustentables con estrategias de manejo del agua pluvial y materiales de bajo impacto ambiental, con la finalidad de favorecer la infiltración del agua al subsuelo y a la conservación del medio ambiente para un grupo de personas desplazadas en el predio rústico La Trinidad, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

### Objetivos específicos

1. Contribuir al desarrollo social a un grupo de personas desplazadas de origen tsotsil y tseltsal con la creación de viviendas dignas.
2. Construir viviendas sustentables con cimentaciones elevadas sobre pilotes para contribuir a la captación e infiltración de agua pluvial.
3. Establecer pavimentos permeables y áreas verdes con el fin de minimizar la impermeabilización del suelo.

### II.1.2 Selección del sitio

La selección del predio se fundamenta en criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos.

Desde el punto de vista ambiental, el sitio presenta pastizal cultivado desde el año 2000, de acuerdo con la revisión de imágenes satelitales y capas de uso de suelo. Esta condición constituye uno de los principales elementos utilizados para sustentar la selección del sitio.

En términos técnicos, se consideran favorables las características de topografía, pendiente, tipo y uso de suelo, geología y ubicación, las cuales permiten, de acuerdo con el documento, el desarrollo del proyecto.

Respecto de los criterios socioeconómicos, se señala que el predio se encuentra en un área de expansión de asentamientos humanos y cuenta con proximidad a infraestructura y servicios existentes. Asimismo, el documento relaciona el proyecto con la necesidad de vivienda de personas desplazadas por situaciones de violencia y despojo.

El proyecto se localiza en el predio denominado La Trinidad, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. La coordenada central reportada en el sistema WGS84 UTM zona 15Q es 0537502.32 E – 1848346.58 N, a una altitud aproximada de 2,110 m s. n. m., con una pendiente menor al 5 %.

Un aspecto ambiental relevante es que el predio se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia. Sus colindancias corresponden principalmente a asentamientos humanos, entre ellos las colonias Montes Azules y Colina Real, mientras que uno de sus lados se encuentra destinado a actividades agropecuarias.

### II.1.4 Inversión requerida

La inversión estimada para la construcción de cada vivienda habitacional ecosustentable asciende aproximadamente a $2,965,000.00 pesos mexicanos, considerando las características y materiales contemplados para este tipo de vivienda. De esto, no se contempla un período de recuperación de capital, debido a que se trata de un proyecto de carácter habitacional y no se establece un esquema de retorno de inversión. Para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación ambiental se estima un costo aproximado de $1,392,000.00 pesos mexicanos. La inclusión de un monto específico para medidas de prevención y mitigación refleja que la gestión ambiental forma parte de los requerimientos económicos considerados dentro del proyecto.

### II.1.5 Dimensiones del proyecto

*a) Superficie total del predio (en $m^2$).*

El proyecto se desarrollará sobre una superficie total de 2 hectáreas, equivalente a 20,000 $m^2$.

La distribución general contempla dos componentes principales:

- Área de conservación: 0.405 ha, equivalentes a 4,050 $m^2$.
- Área destinada a construcción y vialidades: 1.595 ha, equivalentes a 15,950 $m^2$.

Adicionalmente, cada uno de los 67 lotes contempla 16 $m^2$ de área verde, lo que representa una superficie acumulada de 976 $m^2$. Al integrar esta superficie con el área de conservación compacta, el documento reporta una superficie total de 5,026 $m^2$, equivalente al 25.13 % del predio. Por otra parte, los 15,950 $m^2$ destinados a obras y vialidades representan el 79.75 % de la superficie total y constituyen el área considerada para el cambio de uso de suelo.

### II.1.6 Uso actual de suelo

De acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI y COMABIO 2021, el predio corresponde a pastizal cultivado y asentamiento humano.

## II.2 Características particulares del proyecto

Las obras principales para llevar a cabo el proyecto:

- Elaboración de estudios y trámites necesarios.
- Ejecución de Programa de ahuyentamiento de fauna.
- Formación de barda perimetral
- Desmonte y despalme del terreno.
- Trazo y/o remarcado de vialidades.
- Introducción de servicios de agua potable y drenaje.
- Formación de terraplenes y colocación de adoquines o adoconcreto.
- Introducción de servicio de energía eléctrica
- Formación de pilotes para la cimentación de casas
- Construcción de casas
- Manejo y Disposición de Residuos.
- Mantenimiento de las obras (Vialidad, servicio agua, luz entre otros)

### II.2.2 Preparación del sitio

Previo a la formación de terraplén, se llevará a cabo actividades de ahuyentar y rescatar la herpetofauna y roedores.

- Se realizará la eliminación del pasto inducido.
- Construcción de barda perimetral.
- Formación de terraplén.
- Formación de pilotes de concreto rellenado in situ.

### II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Una vez concluida la construcción, las actividades de operación y mantenimiento estarán enfocadas principalmente en el control del pasto, rehabilitación de vialidades, mantenimiento de servicios y conservación de las áreas verdes. Estas actividades serán responsabilidad de los propietarios de las viviendas, de acuerdo con las necesidades que se presenten durante la operación del conjunto habitacional.

Respecto de la vida útil, el documento estima que las viviendas pueden tener una duración de 100 años o más. Sin embargo, reconoce que pueden presentarse circunstancias imprevistas o cambios en las condiciones del sitio que requieran modificar, reconstruir o destinar las instalaciones a otro uso. En esos casos, las actuaciones deberán sujetarse a la legislación aplicable en materia de desarrollo urbano y uso de suelo vigente en ese momento.

### II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante las diferentes etapas del proyecto se prevé la generación de diversos tipos de residuos. Entre ellos se identifican material vegetal producto del desmonte, suelo derivado de la cimentación de pilotes y formación de terraplenes, residuos de alimentación de trabajadores, empaques de materiales, aguas residuales de sanitarios portátiles y residuos derivados del mantenimiento menor de maquinaria y equipo.

También se consideran emisiones atmosféricas asociadas principalmente al tránsito vehicular y al funcionamiento de maquinaria con motores de combustión interna. Como medida de manejo, se plantea la separación de residuos orgánicos e inorgánicos mediante contenedores específicos. El documento señala además que no se manipularán materiales peligrosos, con el propósito de minimizar los efectos negativos sobre el ambiente.

### II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Al contar con acceso principal, se colocarán dos contenedores (Uno para producto orgánico y otro para inorgánico) con capacidad 50 galones cada uno (con la finalidad de tener mayor acceso para todos habitantes) con tapa y compatibles con el tipo de sustancia que se almacene en ellos, hasta su recolección por parte del personal municipal autorizado.

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

## III.1. Análisis de los instrumentos de planeación para el desarrollo

- Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030: Establece el derecho a una vivienda digna y sustentable. Analiza el déficit nacional de 8.2 millones de viviendas (23.3%

de los hogares) y el hecho de que el 58% de las viviendas en México requieren mejora o sustitución.

- Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas 2025-2030: Diagnostica que el 22.14% de la población del estado (1,261,627 personas) sufre carencia por calidad y espacios de la vivienda. El proyecto se vincula directamente con el Eje 3 (Chiapas con Humanismo) y la Estrategia 3.1.1.2 para incrementar el acceso al patrimonio habitacional.

## III.2. Programas de Desarrollo Urbano

- PDU de San Cristóbal de Las Casas (2006-2020): Detalla la evolución urbana de la ciudad, sus normas de infraestructura/dosificación, y las 4 políticas de Unidades de Gestión Ambiental (UGAs) urbanas.
- Análisis de Compatibilidad (Carta Urbana): Se destaca que el predio se localiza en una poligonal clasificada como de PRESERVACIÓN, bajo el uso específico de CONSERVACIÓN ECOLÓGICA (CE), por lo que el PDU local lo considera como no urbanizable.

## III.3. Ordenamientos Ecológicos del Territorio (OET)

- POEGT (Federal): Ubicado en la UAB 81 "Altos de Chiapas". Se analizan 44 estrategias ecológicas aplicables, concluyendo que el proyecto se alinea positivamente con la mejora de vivienda (Estrategia 24) y servicios básicos (Estrategia 27), sin contraponerse con los lineamientos federales.
- POETECH (Estatal): Ubicado en la UGA 69 (Políticas de *Aprovechamiento y Restauración*). El proyecto es compatible ya que el instrumento recomienda explícitamente los *asentamientos humanos planificados* sobre vegetación secundaria o pastizal inducido, descartando industrias y minería.
- OET Municipal de San Cristóbal de Las Casas: Ubicado en la UGA 03 (Política de *Protección*). Señala capacidad de carga agotada para asentamientos humanos e incompatibilidad con desarrollo urbano. Exige la demostración técnica en la MIA de que las obras no alterarán el flujo hídrico ni infiltración.

## III.4. Regiones prioritarias

- Se confirma que el predio se ubica fuera de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP Huitepec-Tzontehuitz a 3.3 km), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA Cerros Alrededor de SCLC a >3 km).

## III.5 Áreas Naturales Protegidas

- Ámbito Federal: El proyecto se ubica dentro de la Zona de Amortiguamiento del ANP "Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia" (Categoría de Protección de Flora y Fauna).
- Análisis del Decreto:
    - *Art. 7:* Permite la construcción de infraestructura privada, requiriendo previamente la opinión favorable de la CONANP.
    - *Art. 8:* Exige no interferir con la captación natural de agua ni la infiltración del suelo.
    - *Arts. 9 y 10:* Prohíbe rellenar cauces y la fundación de nuevos centros de población (el proyecto no pretende crear un nuevo centro poblacional).
- No afecta los polígonos del Sitio RAMSAR colindante.

## III.6. Instrumentos jurídicos

- Leyes y Reglamentos: Vinculación sustentada con la LGEEPA (evaluación de impacto ambiental en terrenos no forestales), REIA, LGPGIR (gestión de residuos) y Ley General de Vida Silvestre (programas de rescate/reubicación de fauna).
- Normas Oficiales Mexicanas (NOM):
    - *Atmósfera y Vehículos:* NOM-041-SEMARNAT-2015, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-050-SEMARNAT-1993 (mantenimiento e inspección vehicular).

- *Residuos:* NOM-052-SEMARNAT-2005 (se determinó ausencia de residuos CRETIB).
- *Ruido:* NOM-080-SEMARNAT-1994 (silenciadores en maquinaria).
- *Especies:* NOM-059-SEMARNAT-2010 (el inventario biológico confirmó la ausencia de especies protegidas en el predio).

# CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL E INVENTARIO AMBIENTAL

El presente capítulo describe las condiciones ambientales existentes en el área donde se pretende desarrollar el proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el predio La Trinidad", ubicado en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. El análisis comprende la delimitación del área de estudio y la caracterización de los componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos, así como la integración del diagnóstico ambiental y la síntesis del inventario de flora y fauna.

## IV.1 Delimitación del área de estudio

El proyecto se localiza en una superficie de 2.0 hectáreas (20,000 $m^2$) dentro del municipio de San Cristóbal de Las Casas. Se ubica específicamente en la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña La Kisst, a escasos metros de la colonia Explanada del Carmen.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

### IV.2.1 Aspectos abióticos

- Clima: La zona presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano (C(w2)), con una temperatura media anual de 15.5 °C y una precipitación anual de 945.5 mm, concentrada entre mayo y octubre. La presencia de neblinas y heladas en invierno es fundamental para el mantenimiento de los humedales cercanos.
- Geología y Geomorfología: El predio forma parte del "Cinturón Chiapaneco de Pliegues y Fallas", dentro de una cuenca endorreica (cerrada) conocida como el Valle de Jovel. La topografía es dominantemente plana a ligeramente ondulada, con pendientes inferiores al 5%, lo que facilita la acumulación de agua superficial. No se detectaron fallas geológicas visibles dentro del área de estudio.
- Suelos: Aunque cartográficamente se identifica suelo tipo Gleysol (característico de zonas saturadas de agua), estudios locales indican que el sitio presenta suelos

antrópicos de tipo Tecnosol, los cuales contienen materiales de desecho artificiales y rellenos.

- Hidrología: Se sitúa en la Región Hidrológica Grijalva-Usumacinta. El predio es atravesado por un canal de agua artificial, modificado por intervención humana para conducir excedentes hídricos hacia el túnel de drenaje de la ciudad.

### IV.2.2 Aspectos bióticos

- Vegetación: El uso de suelo dominante es pastizal cultivado y asentamientos humanos. Análisis históricos confirman que el predio ha mantenido esta condición de pastizal desde hace décadas, lo que ha provocado una compactación paulatina del suelo. Se conserva vegetación riparia y arbustiva principalmente en las orillas del canal de agua.
- Fauna: Aunque la región de los humedales es rica en biodiversidad (incluyendo especies en peligro como el pez escamudo y diversas ranas), en el predio específico se identificaron principalmente especies comunes como el zanate, zopilote, gorrión, ratones y sapos (*Incilius bocourti*).

### IV.2.4 Medio socioeconómico

- Demografía: San Cristóbal de Las Casas es un municipio con una población joven (promedio 26 años) y alta densidad urbana. Existe un flujo migratorio importante motivado por la reunificación familiar y el trabajo.
- Problemática de Vivienda: El municipio enfrenta un fuerte rezago social y una escasez de vivienda asequible. Los costos del mercado inmobiliario (entre 2.5 y 3 millones de pesos por casa) resultan inalcanzables para el trabajador promedio, lo que genera una alta demanda de opciones habitacionales para sectores de ingresos limitados y origen indígena.
- Paisaje: El entorno ya ha sido modificado por desarrollos industriales y comerciales previos, por lo que el impacto visual del proyecto en su área de influencia indirecta se considera mínimo.

### IV.2.5 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico concluye que el predio presenta un uso de suelo consolidado como pastizal inducido, lo que ha modificado sus rasgos naturales y culturales originales debido a actividades agropecuarias previas. El área destinada a la construcción está dominada por herbáceas, mientras que las zonas con vegetación arbustiva en las orillas del río están destinadas a la conservación dentro del diseño del proyecto. El sitio se considera una zona de expansión urbana bajo presión antropogénica constante.

# CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El Capítulo V (Identificación, Descripción y Evaluación de los Impactos Ambientales) correspondiente a la solicitud de Cambio de Uso de Suelo (CUS) para el desarrollo del predio "La Trinidad" (20,000 $m^2$ / 2.0 ha).

A continuación, se detallan los apartados principales contenidos en el documento:

## CONTEXTO DEL PROYECTO

- Ubicación y Sensibilidad: Se ubica en la matriz periurbana sur-oriente del Valle de Jovel (San Cristóbal de Las Casas, Chiapas), colindando directamente con la zona de amortiguamiento de la propuesta de *Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia*.
- Entorno Biofísico: Se asienta sobre una cuenca endorreica kárstica con suelos hidromórficos de tipo *Gleysol/Tecnosol* y un uso actual dominado por pastizal inducido/cultivado (1.595 ha).
- Propósito Social: Habilitación de infraestructura y 67 viviendas ecosustentables destinadas a la inclusión social de familias indígenas Tsotsil y Tseltal en situación de desplazamiento.

## V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

- Marco Metodológico: Basado en las guías técnicas de la SEMARNAT y la doctrina de Evaluación de Impacto Ambiental (Conesa Fernández-Vítora, 2010; Canter, 1996).
- Índice de Importancia (I) de Conesa:
- $I = \pm \vdash(3 \cdot IN + 2 \cdot EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC\dashv)$

Donde se jerarquizan las alteraciones en: *Irrelevantes/Compatibles* ($|I| < 25$), *Moderadas* ($25 \leq |I| < 50$), *Severas* ($50 \leq |I| < 75$) y *Críticas* ($|I| \geq 75$).

- Aproximación Bidimensional: Integración de la Matriz de Leopold Modificada (cribado preliminar causa-efecto) y la Matriz Cualitativa y Cuantitativa de Conesa.

### V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO

De acuerdo con la literatura metodológica especializada, la selección de los indicadores para el proyecto "La Trinidad" se sujetó estrictamente a los siguientes cinco criterios de calidad evaluativa: Representatividad, Relevancia, Exclusión (No Duplicidad), Cuantificabilidad y Facilidad de Verificación y Registro.

### V.1.2 SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO DEL PROYECTO

Se configuró un sistema de indicadores representativos, relevantes, independientes y cuantificables para cada factor receptor:

- Atmósfera: Partículas suspendidas ($\mu$g/m$^3$) y niveles de ruido en dB (A) según (NOM-081-SEMARNAT-1994).
- Suelo: Superficie afectada por el despalme (ha) y tasa de infiltración/erosión en Gleysol (mm/h).
- Hidrología: Modificación del coeficiente de escurrimiento ($C$) y sólidos suspendidos totales en el canal (mg/L).
- Biótico: Cobertura de pastizal removido y preservación de $4{,}050$ m$^2$ de vegetación riparia, además de, monitoreo y reubicación de herpetofauna bajo norma NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Socioeconómico: Generación de empleo local e integración de viviendas dignas para la población desplazada.

### V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

- Ausencia de Impactos Críticos o Severos: Ninguna de las 13 acciones operativas analizadas genera impactos de alta gravedad.
- Impactos Adversos Moderados: Concentrados en las etapas de preparación del sitio y construcción ($I = -31$ a $-46$), tales como generación de polvos, emisión sonora, remoción del pastizal e interacción puntual con el subsuelo.
- Diseño Ecosustentable como Mitigación Estructural:
    1. Cimentación sobre Pilotes: Uso de 27 pilotes de concreto por vivienda (1,809 en total), evitando el despalme masivo, la compactación del suelo Gleysol y la formación de presas subterráneas.

2. Pavimentos Permeables: Colocación de $2{,}850\ m^2$ de adoquín permeable en calles y conservación del $25.13\%$ ($5{,}026\ m^2$) como superficie permeable filtrante.

- Impactos Benéficos Significativos: Registrados durante la etapa de operación ($I = +51$ a $+57$), favoreciendo la recarga hídrica del acuífero kárstico, la consolidación del corredor biológico ripario y la dotación de vivienda digna con infraestructura sanitaria hermética.

La cuantificación global de la significancia se realiza mediante la ecuación del Índice de Importancia ($I$) de Conesa Fernández-Vítora (2010):

- $I = \pm \vdash(3 \cdot IN + 2 \cdot EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC\dashv)$
  *Donde los coeficientes* 3 *y* 2 *representan factores de ponderación técnica que asignan una mayor jerarquía cuantitativa a la Intensidad* ($IN$) *y a la Extensión* ($EX$) *de la alteración, respectivamente.*

### V.1.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS

- Hidrología e Inundaciones: Contrario a la tendencia histórica periurbana de impermeabilización desordenada ($C \geq 0.85$), el proyecto mantiene un coeficiente $C \leq 0.35$, actuando como vaso de laminación y amortiguamiento pluvial.
- Sinergia Biótica: La reserva y enriquecimiento del corredor ripario de $0.405$ ha genera una sinergia positiva ($SI = 4$), consolidando un refugio ecológico conectado con los Humedales de Montaña de San Cristóbal de Las Casas.
- Ordenamiento Territorial**:** La provisión de servicios sanitarios conectando al drenaje municipal evita vertidos crudos sobre el acuífero, mitigando presiones acumulativas por asentamientos irregulares.

### V.1.7 MATRIZ DE VINCULACIÓN DE IMPACTOS PRIORITARIOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

Se establece la vinculación entre cada impacto evaluado y su correspondiente medida de manejo ambiental, incluyendo metas y supervisión operativa por parte de una Unidad de Supervisión Ambiental (USA):

- *Topsoil / Suelo:* Rescate del $100\%$ de la capa orgánica (15-30 cm) para reutilización en áreas verdes parcelarias.
- *Fauna Protegida:* Programa de rescate manual y relocalización con tasa de cero mortalidad.
- *Infiltración Pluvial:* Mantenimiento anual de la permeabilidad del adoquín mediante desazolve y succión (garantizando tasa $\geq 100$ mm/h).

- *Calidad del Agua:* Instalación de barreras geotextiles para mantener SST $< 50$ mg/L en el canal durante las obras.

## V.2 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO Y CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPACTO

El análisis concluye de manera contundente que el Cambio de Uso de Suelo en el predio "La Trinidad" es ambientalmente viable, técnicamente sustentable y socialmente benéfico, al cumplir con la normatividad ambiental aplicable de la SEMARNAT y los lineamientos del POET del Municipio de San Cristóbal de Las Casas.

# CAPÍTULO VI: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## VI.1 INTRODUCCIÓN Y ENFOQUE INTEGRAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Capítulo VI se constituye como el instrumento de gestión operativa para traducir en medidas concretas la respuesta técnica a cada impacto ambiental identificado (moderados adversos y benéficos) en el predio "La Trinidad". El Plan de Manejo Ambiental (PMA) abarca 6 programas específicos bio-operativos, la creación de una Unidad de Supervisión Ambiental (USA) y un cronograma presupuestal con un monto total de $1,392,000.00 MXN.

### VI.1.1 Principios rectores del PMA

- Prevención: Priorización de acciones para evitar los impactos antes de recurrir a la corrección.
- Proporcionalidad: Adaptación de las medidas conforme al Índice de Importancia ($I$) asignado bajo la metodología Conesa.
- Trazabilidad: Monitoreo con indicadores de cumplimiento, responsables asignados y registro documental.
- Participación social: Integración comunitaria en la vigilancia y ejecución de actividades.
- Adaptabilidad: Estructura dinámica sujeta a evaluaciones semestrales.

### VI.1.2 Vinculación entre impactos (Cap. V) y programas del PMA

| Componente Ambiental | Impacto Identificado (Cap. V) | Índice I (Conesa) | Carácter | Programa PMA vinculado |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Suelo (Gleysol) | Pérdida de capa orgánica por despalme | -46 | Adverso Moderado | P1 - Manejo de Topsoil |
| Fauna herpetológica | Ahuyentamiento/mortalidad de herpetofauna NOM-059 | -40 | Adverso Moderado | P2 - Rescate de Fauna |
| Hidrología superficial | Incremento de escurrimiento y sedimentación | -37 | Adverso Moderado | P3 - Canal Ripario |
| Hidrología subterránea | Reducción de infiltración por pavimentación | -37 | Adverso Moderado | P4 - Vialidades Permeables |
| Atmósfera / Acústica | Polvo, ruido y residuos por obras | -31 | Adverso Moderado | P5 - Control Emisiones |
| Socioeconómico | Generación de empleo y vivienda digna | +57 | Benéfico Significativo | P6 - Inclusión Social |
| Paisaje / Zona de amortiguamiento | Conservación de franja riparia y áreas verdes | +51 | Benéfico Significativo | P3 + P6 |

**Nota:** I = Índice de Importancia calculado mediante la fórmula de Conesa Fernández-Vítora (2010): I = ±[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]. Impactos adversos moderados: -25 ≤ I < -50.

## VI.2 PROGRAMAS ESPECÍFICOS BIO-OPERATIVOS DEL PMA

**PROGRAMA 1 (P1) — Manejo, Conservación del Suelo Orgánico (Topsoil) y Protección del Perfil Gleysol**

- Objetivo y justificación: Proteger los 20–30 cm de capa orgánica del suelo (área de intervención: $15{,}950\ m^2$) para conservar la microbiota edáfica y evitar la degradación hidrológica.
- Especificaciones técnicas: Retiro progresivo en franjas de 10 m. Acopio en camellones trapezoidales de $\leq 1.5$ m sobre geomembrana HDPE de 200 micras y cubiertos con malla geotextil bidireccional de $150\ g/m^2$. Riego dos veces por semana y barreras de paja perimetrales. Reincorporación final en capa $\geq 15$ cm en áreas verdes ($\geq 5{,}026\ m^2$) y franja riparia. Exclusión total de los $4{,}050\ m^2$ de la franja riparia del proceso de despalme.
- Indicadores y metas: 100% de superficie acopiada; altura máxima $\leq 1.5$ m; 100% de volumen reincorporado.

**PROGRAMA 2 (P2) — Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Herpetofauna Protegida (NOM-059-SEMARNAT-2010)**

- Objetivo y justificación: Proteger la fauna local en estatus de riesgo, incluyendo a la culebra cavadora ocotera (*Adelphicos nigrilatum*, Pr), culebra de agua (*Thamnophis*

*proximus*, Pr), rana de tierra (*Craugastor sp.*, A) y dragoncito de montaña (*Abronia sp.*, P).

- Protocolo operativo:
  - *Cercado preventivo:* Instalación de malla ciega perimetral de $50$ cm de alto ($10$ cm enterrados).
  - *Ahuyentamiento activo:* Recorridos con vibración manual previo al desmonte (2 recorridos/día por 7 días).
  - *Rescate manual:* Cuadrilla de 3 biólogos capacitados liberando especímenes en la franja riparia de conservación ($4{,}050$ m$^2$).
  - *Monitoreo post-rescate:* Evaluaciones mensuales durante los primeros 6 meses de operación.

**PROGRAMA 3 (P3) — Control de Sedimentación y Protección del Canal Ripario**

- Objetivo y justificación: Evitar el arrastre de sedimentos al canal ripario que conecta con el humedal "La Kisst", hábitat de la especie en peligro *Profundulus hildebrandi*.
- Medidas estructurales:
  - Instalación de $450$ m lineales de barrera de sedimentos (geotextil + pacas de heno).
  - Construcción de 2 trampas de sedimentos diseñadas bajo la fórmula de Yoder (1993).
  - Respeto de una franja de exclusión de $10$ m.
  - Reforestación de la franja riparia con 200 árboles de especies nativas (*Crataegus mexicana*, *Salix sp.*, *Fraxinus uhdei*, *Alnus acuminata*).
- Indicadores: $450$ m de barreras instaladas; mantenimiento de la trampa a $< 50\%$ de capacidad; turbidez del agua en canal $< 10$ NTU; sobrevivencia forestal $\geq 80\%$ al año 1 y $\geq 90\%$ al año 3.

**PROGRAMA 4 (P4) — Mantenimiento Preventivo de Vialidades Permeables y Eficiencia de Filtración Hídrica**

- Objetivo y justificación: Conservar la tasa de infiltración de $2{,}500$ m$^2$ de adocreto/adoquín permeable para mantener el coeficiente de escurrimiento $Ce \leq 0.45$ y proteger el manto kárstico.
- Protocolo de mantenimiento:

- Inspecciones periódicas con permeámetro de doble anillo (ASTM C1701/C1701M).
- Cepillado de juntas y reposición de grava 3/8".
- Lavado a presión (máximo 1,500 psi) si la infiltración disminuye a $<$ $100$ mm/h.
- Reemplazo de sub-base de grava cada 10 años en caso de colmatación.

**PROGRAMA 5 (P5) — Control de Emisiones Atmosféricas, Ruido y Manejo Integral de Residuos Sólidos**

- Objetivo y subprogramas: Cumplimiento de la normatividad ambiental para polvo, emisiones, niveles sonoros y gestión de residuos.
- Acciones principales:
  - Riego diario con agua no potable (2 veces/día a las 07:00 y 13:00 h) en áreas de tránsito.
  - Cobertura de camiones con lona al 100%.
  - Límite de ruido máximo diurno de $68$ dB(A) (NOM-081-SEMARNAT-1994) e instalación de pantallas acústicas de $3$ m de altura.
  - Monitoreo quincenal de $PST$ y $PM_{10}$.
  - Segregación de residuos mediante contenedores codificados por color (Gris: escombro, Amarillo: madera/reciclabes, Rojo: peligrosos/NOM-052, Verde: orgánicos). Triturado in situ de ramas para su uso como *mulch*.

**PROGRAMA 6 (P6) — Inclusión Social, Contratación Local y Comunicación Comunitaria**

- Objetivo y subprogramas: Maximizar los beneficios sociales directos derivados del proyecto ($I = +57$).
- Acciones estratégicas:
  - Mínimo $70\%$ de empleo local no calificado/semicalificado provisto de colonias vecinas.
  - Meta del $30\%$ de contratación femenina.
  - Destino del $100\%$ de las 67 viviendas para familias en situación de desplazamiento forzado.
  - Capacitación quincenada en construcción sustentable.

- Asambleas informativas bilingües (Español y Tsotsil).
- Instalación de un canal permanente de recepción de quejas y respuesta en ≤ 15 días hábiles.

## VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (UNIDAD DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL — USA)

### VI.3.1 Estructura y funciones de la USA

La Unidad de Supervisión Ambiental (USA) actúa como órgano de control técnico e integración normativa. Su plantilla se compone por:

- Supervisor Ambiental de Obra (Jefe de USA): Tiempo completo.
- Especialista en Biodiversidad: Participación parcial para programas P2 y P3.
- Técnico en Hidrología y Suelos: Asignación en fases de evaluación hídrica y lluvias.
- Auxiliar Administrativo Ambiental: Control de registros, bitácora y atención comunitaria.

### VI.3.2 Protocolo de informes y reporte a la DGIRA

- Bitácora Ambiental de Obra: Control operacional diario.
- Informe Mensual de Cumplimiento: Evaluación con semáforo de desempeño.
- Informe Semestral de Seguimiento Ambiental: Documento remitido a la DGIRA/SEMARNAT en los primeros 15 días hábiles tras el cierre semestral.
- Informe de Cierre de Obra: Dictamen para la transición hacia la etapa operativa.

### VI.3.3 Protocolo de respuesta ante contingencias ambientales

Activación obligatoria en un margen no mayor a 2 horas ante eventos imprevistos (derrames de hidrocarburos, hallazgos críticos de fauna protegida, colapso de barreras o sobrepaso de límites de ruido/emisiones). Se establece notificación formal a la DGIRA y entrega de un reporte detallado en un máximo de 72 horas.

## VI.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES

El esquema de aplicación se distribuye a lo largo de las fases del proyecto:

- Pre-obra: Cercado ciego, delimitaciones, contratación local inicial, ahuyentamiento activo.

- Preparación del sitio: Retiro y acopio de *topsoil*, trampas y barreras de sedimentos, riego, bitácora operacional.
- Construcción: Rescate de fauna, monitoreo de agua/aire, instalación de vialidades permeables, reforestación, informes semestrales.
- Operación (Continuo): Monitoreo de fauna post-rescate, mantenimiento de vialidades permeables, asambleas comunitarias, seguimiento ambiental.

## VI.5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El costo global asignado al Plan de Manejo Ambiental asciende a $1,392,000.00 MXN, represénta un 4.7% sobre el costo total de la inversión del proyecto.

## VI.6 CONCLUSIONES Y DECLARATORIA DE VIABILIDAD AMBIENTAL CONDICIONADA

Se determina la Viabilidad Ambiental Condicionada para el *Desarrollo Habitacional Ecosustentable La Trinidad*, fundamentada en:

- Mitigabilidad efectiva: Inexistencia de impactos calificados como críticos ($I < -75$). Los 4 impactos moderados son absorbibles por las acciones programadas.
- Impactos benéficos significativos: Integración de 67 soluciones habitacionales para población desplazada ($I = +57$) y formalización de $4{,}050$ m$^2$ de conservación riparia ($I = +51$).
- Ingeniería ecosustentable: Implementación de un sistema de cimentación profunda mediante 1,809 pilotes de concreto para no obstruir el flujo freático kárstico, complementado por vialidades permeables.
- Alineación normativa: Conformidad con los estándares vigentes de SEMARNAT (NOM-059, NOM-041, NOM-045, NOM-081, NOM-052).

Garantía institucional y social**:** Verificación mediante la USA, entregas periódicas a la DGIRA y observancia del Convenio 169 de la OIT.

# CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Proyecto: "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el Predio La Trinidad", San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente capítulo tiene como finalidad analizar los escenarios ambientales previsibles derivados de la ejecución del proyecto "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el Predio La Trinidad", ubicado en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. El análisis permite anticipar los posibles cambios en el ambiente, comparar alternativas de desarrollo y determinar la opción que ofrece un mayor equilibrio entre la protección de los recursos naturales y los beneficios sociales y económicos.

Debido a la sensibilidad ambiental del área y a su cercanía con los humedales de montaña, el proyecto requiere la aplicación de medidas de prevención, mitigación y seguimiento que permitan reducir los impactos sobre el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y la calidad ambiental del entorno.

### VII.1. PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

El pronóstico ambiental es una herramienta que permite proyectar las condiciones esperadas del área como resultado de la ejecución del proyecto. Su propósito es identificar la relación entre las actividades de construcción y operación y las acciones necesarias para proteger y conservar los recursos naturales.

El análisis se fundamenta en la información obtenida durante el diagnóstico ambiental, la identificación y evaluación de impactos y la definición de las medidas de prevención y mitigación. A partir de estos elementos se establecen escenarios que permiten valorar las consecuencias ambientales, sociales y económicas de las diferentes alternativas.

El escenario previsto con la ejecución del proyecto considera la construcción de viviendas bajo un enfoque ecosustentable y la aplicación de medidas orientadas a reducir los efectos negativos. La implementación de acciones preventivas permitirá mantener la funcionalidad de los componentes ambientales y disminuir las posibles alteraciones derivadas de las actividades de construcción y operación.

El cumplimiento de las medidas ambientales y el monitoreo permanente de los componentes físicos y bióticos serán fundamentales para identificar oportunamente cambios no previstos y aplicar medidas correctivas. Por lo tanto, el escenario favorable

dependerá de la adecuada ejecución del proyecto, del cumplimiento de las acciones de protección ambiental y de la supervisión continua.

### VII.1.2. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

La evaluación de alternativas se realizó mediante el método de Valoración Simple, propuesto por Conesa-Vítora. Este procedimiento utiliza una matriz para comparar diferentes opciones de desarrollo mediante criterios ambientales, sociales y económicos.

La escala empleada considera valores desde muy negativo (-2) hasta muy positivo (+2). Los criterios evaluados incluyen la erosión, la compactación del suelo, las emisiones a la atmósfera, los niveles de ruido, la contaminación de las corrientes superficiales, la vegetación terrestre, la fauna, la calidad paisajística, la generación de empleos, el incremento de la actividad comercial y la calidad de vida.

Las alternativas analizadas fueron las siguientes:

- Alternativa A: ejecución del escenario sin la implementación del proyecto.
- Alternativa B: ejecución del proyecto sin la aplicación de medidas correctivas.
- Alternativa C: ejecución del proyecto con la implementación de medidas de prevención y mitigación.

La valoración global asignó 6 puntos a la Alternativa A, -7 puntos a la Alternativa B y 16 puntos a la Alternativa C. Los resultados indican que la ejecución del proyecto con medidas ambientales representa la alternativa con mayor beneficio integral.

#### VII.1.2.1. Alternativa A: sin la implementación del proyecto

La Alternativa A considera la permanencia del predio sin la ejecución del proyecto. Esta opción evita los impactos directos relacionados con la preparación del sitio, la construcción y la operación, debido a que no se realizarían nuevas actividades dentro del área. Sin embargo, la falta de ejecución también limita la generación de empleos, ingresos y beneficios económicos para el propietario y la población local. Asimismo, el documento señala que la ausencia de un aprovechamiento planificado podría favorecer procesos de degradación gradual, invasiones, ocupaciones no reguladas o la instalación de infraestructura sin criterios ambientales adecuados.

Por estas razones, la alternativa sin proyecto presenta una valoración positiva baja. Aunque reduce los impactos inmediatos asociados con la construcción, no genera beneficios sociales y económicos ni garantiza por sí misma la conservación y el manejo adecuado del predio.

#### VII.1.2.2. Alternativa B: implementación del proyecto sin medidas correctivas

La Alternativa B contempla la construcción del desarrollo habitacional sin aplicar medidas de prevención, mitigación y control ambiental. Esta opción podría generar beneficios económicos mediante la contratación de mano de obra, la creación de empleos y el incremento de la actividad comercial. No obstante, la falta de medidas ambientales aumentaría el riesgo de afectaciones sobre el suelo, el agua, la vegetación, la fauna y la calidad del aire.

Las actividades de construcción podrían ocasionar compactación y erosión del suelo, incremento de emisiones y ruido, afectaciones a la vegetación y fauna, alteraciones en la captación del agua y posibles procesos de contaminación de las corrientes superficiales. También podrían presentarse problemas relacionados con el manejo inadecuado de residuos y la introducción de especies exóticas.

Debido a la sensibilidad ambiental del área y a su relación con los humedales de montaña, esta alternativa podría generar efectos acumulativos y sinérgicos de mayor importancia. Por ello, obtuvo una valoración negativa y se considera ambientalmente no viable.

### VII.1.2.3. Alternativa C: implementación del proyecto con medidas correctivas

La Alternativa C contempla la ejecución del proyecto acompañada de las medidas de prevención, mitigación, control y seguimiento establecidas en el Capítulo VI.

Esta alternativa conserva los beneficios sociales y económicos relacionados con la construcción de viviendas, la generación de empleos y el fortalecimiento de la economía local, al mismo tiempo que incorpora acciones para disminuir los impactos negativos sobre el ambiente.

Entre las principales medidas se encuentra el ahuyentamiento preventivo de fauna antes del inicio de las actividades, la protección de la vegetación y el mantenimiento de las condiciones ambientales del área. Durante la etapa de operación y mantenimiento se contempla la limpieza de vegetación acompañante, el control de especies invasoras y exóticas en los márgenes del canal y el manejo adecuado de los residuos sólidos.

La aplicación de estas acciones permite reducir los efectos sobre la fauna, el suelo, el agua y la vegetación, además de contribuir a mantener la funcionalidad ambiental del predio. La Alternativa C obtuvo la mayor valoración, con 16 puntos, por lo que se considera la opción ambiental y socioeconómicamente más favorable.

## VII.2. PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

El seguimiento incluirá el monitoreo de la flora y fauna, el suelo y el agua, la vegetación riparia, las condiciones atmosféricas y los niveles de ruido. La información obtenida deberá analizarse de manera objetiva y eficiente, procurando que las actividades de monitoreo se integren a la dinámica del ecosistema.

Las áreas intervenidas serán evaluadas al menos cada tres meses. Esta periodicidad permitirá detectar oportunamente posibles efectos negativos sobre la vegetación y los demás recursos naturales, así como aplicar medidas correctivas cuando sean necesarias.

### VII.3. CONCLUSIONES

El proyecto "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el Predio La Trinidad" se plantea bajo un enfoque de construcción compatible con la protección y conservación del medio ambiente.

La ejecución del proyecto generará impactos ambientales adversos de carácter moderado; sin embargo, la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y seguimiento permitirá disminuir o evitar las afectaciones sobre los recursos naturales.

El proyecto también generará beneficios sociales y económicos relacionados con la creación de empleos, el impulso a la economía local y la mejora de las condiciones de vida. El cambio de uso del suelo se propone bajo criterios que buscan conservar, en la medida de lo posible, la funcionalidad de los servicios ecosistémicos del sitio.

La evaluación de alternativas demuestra que la ejecución del proyecto con la aplicación de medidas ambientales constituye la opción más favorable. Esta alternativa permite conservar los beneficios sociales y económicos, reducir los impactos adversos y fortalecer la protección de los componentes ambientales.

En conclusión, el proyecto se considera ambiental y socioeconómicamente viable, siempre que se cumplan de manera integral las medidas de prevención, mitigación, monitoreo y seguimiento establecidas, así como las condicionantes que determine la autoridad ambiental competente.

# VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## VIII.1. Formatos de presentación

Para el Trámite de Manifiesto de Impacto Ambiental para el Cambio de Uso de Suelo, Modalidad Particular del Proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el predio La Trinidad", se presentan Cartas Topográficas, Edafológicas, Climáticas, Fisiográficas, Geológicas, entre otras; adaptadas y modificadas para señalizar la ubicación

del predio y el área del proyecto con respecto a cada tema abordado en los capítulos anteriores.

Se entrega un ejemplar impreso de la MIA modalidad particular para su evaluación. Asimismo, todo el estudio está grabado en dos unidades extraíbles (USB), incluyendo los Anexos, bases de datos y archivos de georreferenciación.

### VIII.1.1. Cartografía

En los *Anexos* se integran todos los planos georreferenciados referentes a la información contenida en los capítulos correspondientes. Asimismo, se adjuntan imágenes satelitales obtenidas por medio del software libre Google Earth.

Se utilizaron las coberturas digitales de las siguientes cartas temáticas generadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y descargadas desde su sitio web oficial de COANBIO y CEIEG.

# MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL

## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Contenido

Capítulo I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL ..... 1
I.1. Proyecto ..... 1
I.1.1 y 2. Nombre y Ubicación del Proyecto ..... 1
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto acotarlo en años o meses ..... 2
1.1.4 Presentación de la documentación legal ..... 2
I.2 Promovente ..... 2
I.2.1 Nombre o razón social ..... 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente ..... 2
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal ..... 2
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal ..... 3
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental ..... 3
I.3.1 Nombre o razón social ..... 3
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP ..... 3
I.3.3 Nombre del Responsable técnico del estudio ..... 3
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio ..... 3

# Contenido de figura

Figura I.1. Ubicación del área de interés ..... 1

# CAPITULO I

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

### I.1. Proyecto

El proyecto lleva por título "Desarrollo habitacional Ecosustentable" se encuentra en el predio La Trinidad, municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, con la siguiente coordenada central WGS 84 UTM zone norte 15Q 0537502.32 E – 1848346.58 N (Figura I.1).




Figura I.1. Ubicación del área de interés.

### I.1.1 y 2. Nombre y Ubicación del Proyecto

- **Nombre del Proyecto:** "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el predio "La Trinidad", ubicado en el, Chiapas"
- **Nombre del predio:** Predio particular "La Trinidad"

- **Municipio:** San Cristóbal de Las Casas.
- **Estado:** Chiapas.

### I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto acotarlo en años o meses

La vigencia del proyecto se contempla un periodo de 100 años desde la preparación de sitio y mantenimiento bianual de las calles.

### 1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa escritura pública número seis mil ciento doce, volumen setenta y ocho, emitido en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, el 03 (tres) de julio de 1985 (mil novecientos ochenta y cinco), con el licenciado Manuel Castellanos Castellanos, notario público número cuatro de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, donde da fe que el C. Alberto Fonseca Ruiz traspasa sin dolo, el terreno a favor de la C. Juana Elena Fonseca Morales y lo vende libre de todo gravamen sin limitación de dominio y al corriente en el pago de todos los impuestos.

## I.2 Promovente

### I.2.1 Nombre o razón social

Gregorio Javier Martínez Aguilar

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

MAAG860525D66

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

Gregorio Javier Martínez Aguilar

Apoderado legal

Se anexa escritura pública numero 44,276 (Cuarenta y cuatro mil doscientos setenta y seis (44,276) volumen número 483 (Cuatrocientos ochenta y tres) a cargo del Lic. Fernando Rodríguez Narváez, notario público número 47 (cuarenta y siete) de Tonalá, Chiapas, da Fe del otorgamiento de poder como Apoderado General el C. Gregorio Javier Martínez Aguilar y Manuel Pérez Gómez.

### I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

**Domicilio:** Cerrada Las Rosas número 25, barrio de San Martín C.P. 29247, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

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

### I.3.1 Nombre o razón social

C. Mario Abiquel Pérez Martínez

Se presenta copia de la identificación oficial del responsable técnico en el anexo.

### I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

RFC: PEMM840203LN5

Se adjunta copia del RFC del responsable técnico en el anexo.

### I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Nombre: Ing. Mario Abiquel Pérez Martínez

RFC: PEMM840203LN5

Cédula Profesional: 7695310

### I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

**Domicilio:** Av. Jericó # 8, colonia Corral de Piedra, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. C.P. 29299.

**Teléfono:** (967) 141 1200

**Correo Electrónico:** abiquelpm@gmail.com

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Contenido

**II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO** ..... 1
**II.1 Información del proyecto** ..... 1
**II.1.1 Naturaleza del proyecto** ..... 1
**Objetivo general** ..... 2
**Objetivos específicos** ..... 2
**II.1.2 Selección del sitio** ..... 3
**II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización** ..... 3
**II.1.4 Inversión requerida** ..... 6
**II.1.5 Dimensiones del proyecto** ..... 7
**II.1.6 Uso actual de suelo** ..... 9
**II.2 Características particulares del proyecto** ..... 12
**II.2.1 Programa general de trabajo** ..... 13
**II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete** ..... 15
**II.2.2 Preparación del sitio** ..... 16
**II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto** ..... 17
**II.2.4 Etapa de construcción.** ..... 18
**II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento** ..... 19
**II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto** ..... 19
**II.2.7 Etapa de abandono del sitio** ..... 19
**II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y** ..... 20
**emisiones a la atmósfera** ..... 20
**II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos** ..... 21

Contenido de figura

Figura II.1. Ubicación y colindancia del predio La Trinidad ..... 5
Figura II.2. Ubicación y distribución de las obras en el predio..... 6
Figura II.3. Uso actual del suelo e Hidrología, predio La Trinidad ..... 11
Figura II.4. Análisis histórico del uso de suelo en el predio ..... 12

Tabla II.1 Coordenadas UTM WGS84 del polígono del proyecto predio La Trinidad..... 4
Tabla II.2. Clasificación de la superficie del área de interés ..... 8
Tabla II.3. Calendario de actividad del proyecto ..... 13

# CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

## II.1 Información del proyecto

### II.1.1 Naturaleza del proyecto

*En esta sección se deberá caracterizar técnica y ambientalmente el proyecto que se pretende realizar, destacando sus principales atributos, identificando los elementos ambientales que pueden ser integrados o aprovechados en su desarrollo y describiendo el grado de sustentabilidad que se pretende alcanzar cuando el proyecto logre el nivel de aprovechamiento óptimo de su capacidad instalada.*
*De ser el caso, indicar la aplicación de los criterios establecidos en el ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías acordes al cambio de uso que se pretende realizar y los factores que pudieran poner en riesgo el uso propuesto. Indicar cual es el uso actual y la extensión en hectáreas que se pretende modificar.*

El proyecto consiste en el cambio de uso del suelo de un área de 15,950 $m^2$ de un total de 20,000 $m^2$; lo que representa el 79.75% de la totalidad del predio, con lo cual, se planea la construcción de 67 casas sustentables elevadas con pilotes de cementos en 67 lotes de terrenos sobre un suelo de tipo Gleysol y vegetación de pastizal cultivado. El proyecto iniciará con la estabilización de las calles y la introducción de servicios, y de esta manera propiciar las condiciones adecuadas para posteriormente iniciar con la construcción de las casas.

Durante la etapa de preparación del sitio, no se removerá vegetación arbórea, puesto que es una zona de pastizal cultivado, sin embargo, se respetará al máximo la capacidad de infiltración del agua. Dentro del proyecto se tiene considerado el establecimiento de áreas verdes, donde se procurará la conservación de pastos nativos. El proyecto, completa la construcción de casas y vialidades ecológicas, sustentables que sirvan en gran parte como amortiguamiento para la recarga de la humedad y mantos acuíferos que pudieran ser alimentados actualmente por el predio. Con ello, se ajusta y se contribuye al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de San Cristóbal de Las Casas (POET), 2018, donde estable los lineamientos de construcción de viviendas, por lo que, el proyecto presenta el siguiente objetivo.

## Objetivo general

Desarrollar un proyecto de construcción de viviendas sustentables con estrategias de manejo del agua pluvial y materiales de bajo impacto ambiental, con la finalidad de favorecer la infiltración del agua al subsuelo y a la conservación del medio ambiente para un grupo de personas desplazadas en el predio rústico La Trinidad, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

## Objetivos específicos

1. Contribuir al desarrollo social a un grupo de personas desplazadas de origen tsotsil y tseltsal con la creación de viviendas dignas.
2. Construir viviendas sustentables con cimentaciones elevadas sobre pilotes para contribuir a la captación e infiltración de agua pluvial.
3. Establecer pavimentos permeables y áreas verdes con el fin de minimizar la impermeabilización del suelo.

### II.1.2 Selección del sitio

*Describir los criterios ambientales, técnicos y socioeconómicos, considerados para la selección del sitio. Ofrecer un análisis comparativo de otras alternativas estudiadas.*

El aumento de la población en San Cristóbal de Las Casas ha ejercido presión sobre la ocupación de espacios naturales para el asentamiento humano que ha conllevado a la disminución de áreas destinadas para este fin, por tal motivo la selección del sitio se da de la siguiente manera.

**a). Criterios ambientales:** El área de interés presenta cobertura vegetal de pastizal cultivado desde el año 2000 (de acuerdo a los datos históricos de las imágenes de satélite y de las capas de uso de suelo) hasta la fecha.

**b). Criterios técnicos:** Por las características topográficas, pendiente, tipo y uso de suelo, las características geológicas y la ubicación permiten el desarrollo óptimo del mismo.

**c). Criterios socioeconómicos:** Primordialmente por ubicarse en un área de expansión de asentamientos humanos. Las personas que adquirieron los terrenos fueron antes que se realizara el decreto con fecha de 08 de enero de 2024, aunado de que son personas desplazadas por violencia y despojo en sus comunidades, lo que hace indispensables el establecimiento de estas viviendas, además, el sitio se encuentra en una zona donde favorece la introducción de servicios básicos, ya que está a poca distancia donde ya se cuenta con línea de electricidad, redes de gas natural, agua, drenaje y telefonía.

### II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

***a)*** *Incluir un plano topográfico actualizado, en el que se detallen la o las poligonales (incluyendo las de las obras y/o actividades asociadas y de apoyo, incluso estas últimas, cuando se pretenda realizarlas fuera del área del predio del proyecto) y colindancias del o de los sitios donde será desarrollado el proyecto, agregar para cada poligonal las vías de acceso del sitio donde será desarrollado el proyecto, dibujar la hidrología del sitio, incluyendo un recuadro en donde se indiquen las respectivas coordenadas Geográficas con aproximación a décimas de segundo.*

El proyecto denomina “ Desarrollo habitacional Ecosustentable” se desarrollará en el predio La Trinidad, municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, con la siguiente

coordenada central WGS 84 UTM zone norte 15Q 0537502.32 E – 1848346.58 N, a una altitud de 2110 m.s.n.m. con una pendiente menor del 5% (Tabla II.1). Está en la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia. Las colindancias del predio corresponden principalmente a asentamientos humanos en tres flancos (Figura II.1) como la colonia Montes Azules, Colina Real, mientras en que un lado, se encuentra destinado para actividad agropecuaria.

Tabla II.1. Coordenadas UTM WGS84 del polígono del proyecto predio La Trinidad, municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

| Vértice | Y | X |
|---|---|---|
| 1 | 537531.00 | 1848362.00 |
| 2 | 537480.00 | 1848358.00 |
| 3 | 537454.00 | 1848538.00 |
| 4 | 537455.00 | 1848643.00 |
| 5 | 537462.00 | 1848683.00 |
| 6 | 537528.00 | 1848681.00 |
| 7 | 537531.00 | 1848613.00 |
| 8 | 537532.00 | 1848595.00 |

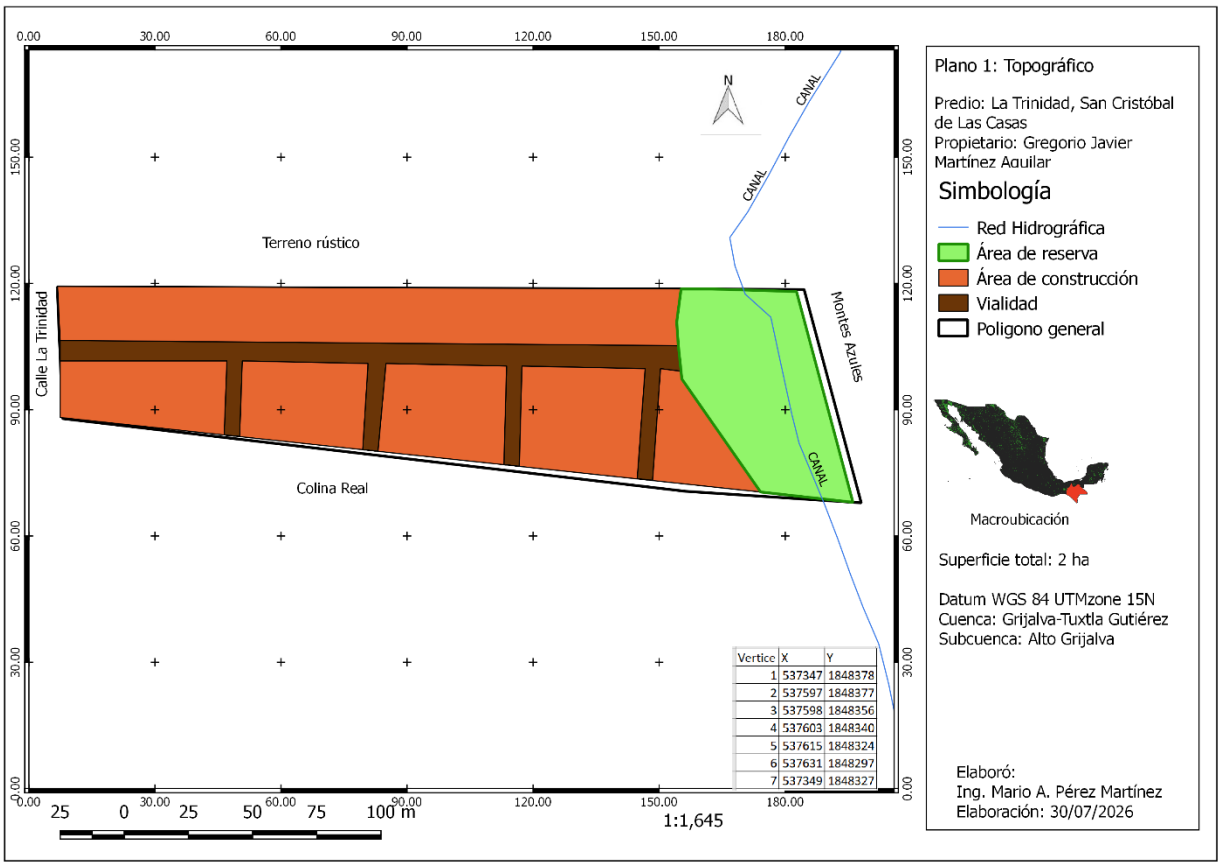


Figura II.1. Ubicación y colindancia del predio La Trinidad, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

*b) Presentar un plano de conjunto del proyecto con la distribución total y la cuantificación de las superficies para llevar a cabo el Cambio de Uso de Suelo donde se indiquen las superficies destinadas a conservación, producción y restauración, a la misma escala que el mapa de vegetación que se solicitará en la sección IV.2.2 inciso A.*

El proyecto se realizará en una superficie de 2 hectáreas (20,000 $m^2$), en una zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia y de acuerdo con la terminología de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) y la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, corresponde a uso de suelo desde el año 2000 como terreno agropecuario, por lo que, no se clasifica como terreno forestal o preferentemente forestal.

El proyecto denominado " Desarrollo habitacional Ecosustentable" tendrá los siguientes apartados: área de conservación con una superficie de 0.405 ha (4,050 $m^2$), área de construcción y las vialidades (Figura II. 2) con una superficie de 1.595 ha (15,950 $m^2$). Cabe mencionar que, en cada lote de terreno se destinara 16 metros cuadros para área verde, lo cual, suman otros 976 $m^2$, agregando la superficie de conservación compacta, da un total de 5026 $m^2$ que representa el 25.13% del total del predio.

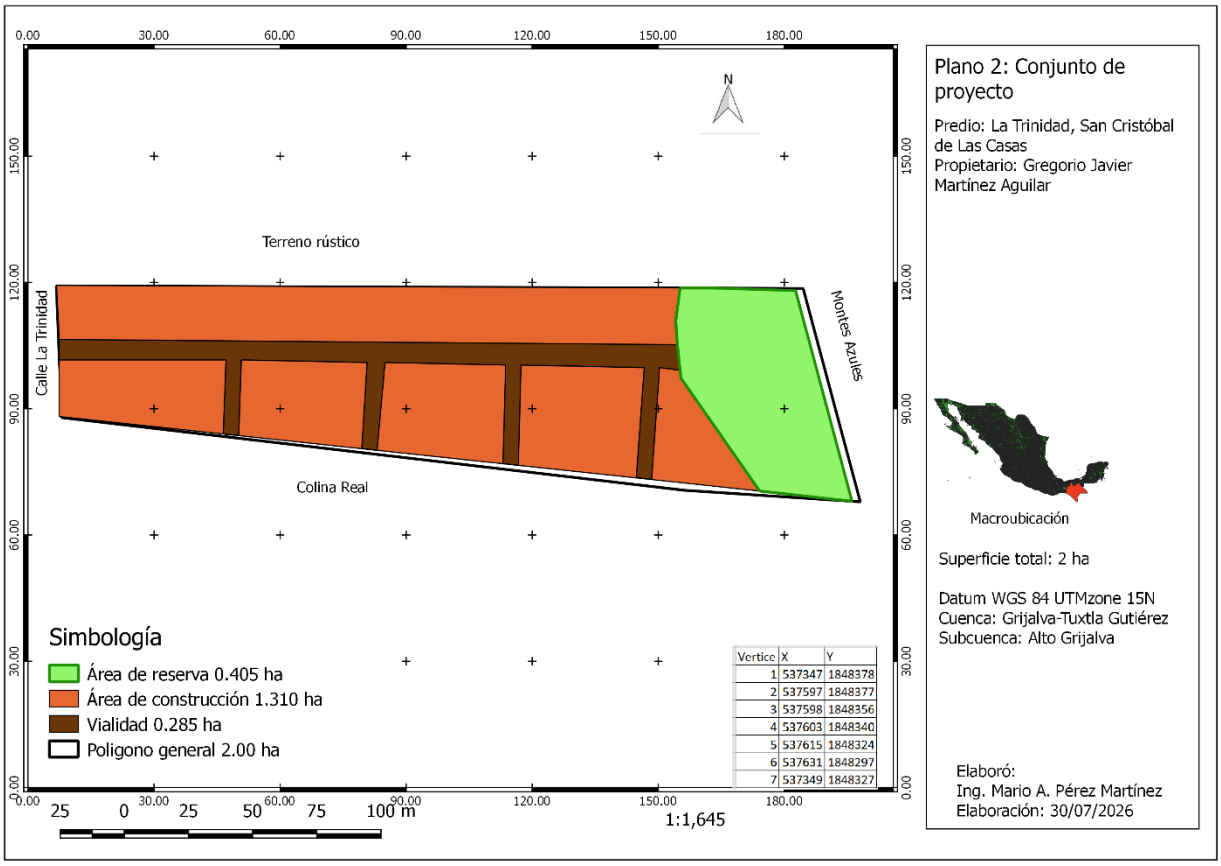


Figura II.2. Ubicación y distribución de las obras en el predio.

### II.1.4 Inversión requerida

*a) Reportar el importe total del capital total requerido (inversión + gasto de operación), para el proyecto.*

La inversión necesaria para la construcción de las casas habitacionales ecosustentables es aproximadamente $2,965,000.00 (dos millones novecientos sesenta y cinco mil pesos 00/100 M.N.) por casa, por las características de los materiales.

b) Precisar el período de recuperación del capital, justificándolo con la memoria de cálculo respectiva.

En este apartado no se contempla retorno de inversión, puesto que son casas habitacionales.

c) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.

La aplicación de las medidas de prevención y mitigación representa un costo de alrededor de $1,392,000.00 (Un millón trescientos noventa y dos mil pesos 00/100 M. N.).

### II.1.5 Dimensiones del proyecto

Especifique la superficie total requerida para el proyecto, desglosándola de la siguiente manera:

*a) Superficie total del predio (en $m^2$).*

La superficie total del predio es de 20,000 $m^2$ (2 ha).

*b) Superficie a afectar (en $m^2$) con respecto a la cobertura vegetal del área del proyecto, por tipo de comunidad vegetal existente en el predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del proyecto.*

De la superficie total, se realizarán las obras en un área de 15,950 m2, que representa el 79.75%. Siendo el porcentaje que requiere cambio de uso de suelo. Este predio presenta una vegetación de pastizal cultivado desde el año 2000 de acuerdo con las imágenes de satélite.

*c) Superficie (en m2) para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.*

Las obras permanentes abarcan una superficie de e 15,950 m2, que representa el 79.75%, que corresponden a las casas y vialidades (Figura 2).

*d) Superficie(s) del predio(s), de acuerdo con la siguiente clasificación: Conservación y aprovechamiento restringido, producción, restauración y otros usos, además considerar las dimensiones del proyecto, de acuerdo con las siguientes variantes:*
*• Si el proyecto se encuentra dentro de un solo predio se deberá indicar el área del proyecto y área total, en caso de estar inmerso en un predio mayor.*
*• Si el proyecto se encuentra dentro de un conjunto predial se mencionará las superficies totales del conjunto predial y/o de cada predio, además, especificar el tipo de superficie en hectáreas y el porcentaje de las mismas (de acuerdo a la siguiente tabla).*

El predio se encuentra en un solo polígono con una superficie total de 20,000 $m^2$ y de acuerdo con las terminologías de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento, la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (LDRS) y la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, corresponde a un uso de suelo desde el año 2000 como terreno agropecuario, por lo que, en la Tabla 2, no se clasifica como terreno forestal o preferentemente forestal. Cabe destacar que, en el área de conservación atraviesa un canal de agua (al categorizar como un canal, es propio de una construcción humana y no natural) cuyo cuidado, está contemplado al mantener los elementos naturales (vegetación riparia).

Tabla II.2. Clasificación de la superficie del área de interés

| CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES PARA PROYECTOS QUE REQUIERAN EL CAMBIO DE USO DE SUELO | | | |
|---|---|---|---|
| **ZONAS** | **CLASIFICACIONES** | **SUP. EN HA.** | **%** |
| Zonas de Conservación y aprovechamiento restringido | Áreas Naturales Protegidas | 2 | 100 |
| | Superficie arriba de los 3,000 MSNM | 0 | 0 |
| | Superficie con pendientes mayores al 100% o 45° | 0 | 0 |
| | Superficies con vegetación de Manglar o Bosque mesófilo de montaña | 0 | 0 |
| | Superficie con vegetación en galería | 0 | 0 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Zona de producción | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable alta | 0 | 0 |
| | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable media | 0 | 0 |
| | Terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal de productividad maderable baja | 0 | 0 |
| | Terrenos con vegetación forestal de zonas áridas | 0 | 0 |
| | Terrenos adecuados para realizar forestaciones | 0 | 0 |
| Zonas de restauración | Terrenos con degradación alta | 0 | 0 |
| | Terrenos con degradación media | 0 | 0 |
| | Terrenos con degradación baja | 0 | 0 |
| | Terrenos degradados que ya estén sometidos a tratamientos de recuperación y regeneración | 0 | 0 |
| *NOTA*: LA TABLA ANTERIOR CORRESPONDE A LA ZONIFICACIÓN DE LOS TERRENOS FORESTALES Y DE APTITUD PREFERENTEMENTE FORESTAL CON BASE EN EL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL Y EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO NACIONAL. | | | |

### II.1.6 Uso actual de suelo

*Definir la categoría de uso de suelo que presenta el sitio del proyecto. Considerar lo siguiente:*

*• El uso común o regular de suelo. Describir los usos actuales de suelo en el sitio seleccionado, detallando las actividades que se lleven a cabo en dicho sitio y en sus colindancias. A manera de ejemplo se presentan las siguientes clasificaciones de uso de suelo: agrícola, pecuario, forestal, asentamientos humanos, industrial, turismo, minería, área natural protegida, corredor natural, sin uso evidente, etc.*

*• El uso potencial considerando la cartografía existente y los criterios técnicos que sustenten el o los posibles usos que pudiera dársele al terreno.*

*• Indicar en caso de que el proyecto se localice en alguna condición especial como son las zonas de atención prioritaria:*

*• Las zonas de anidación, refugio, reproducción, conservación de especies en alguna categoría de protección (de acuerdo con la normatividad vigente), o bien las áreas de*

*distribución de especies frágiles y/o vulnerables de vida silvestre y de restauración del habitat*
- *Las zonas de aprovechamiento restringido o de veda forestal y de fauna*
- *Los ecosistemas frágiles*

De acuerdo con la capa de uso de suelo y vegetación serie VII de INEGI y COMABIO 2021, el predio corresponde a pastizal cultivado y asentamiento humano (Figura II.3), sin embargo, por la escala pequeña, restringe la distinción de algunos elementos, por lo que, se revisaron imágenes de satélite de Google Earth Pro de acceso público y demostró que desde el año 2000, el uso de suelo se percibe que corresponde a pastizal (Figura II.4). Aunado a ello, atraviesa un canal de agua. Por clasificarse como canal indica que en algún momento fue construido por el hombre sin que sea un cauce natural. En las orillas del canal hay elementos vegetales arbustivas y arbóreos como *Crataegus mexicana*, *Salix sp*., y *Fraxinus uhdei* que están consideradas para conservación para el refugio de algunas especies de fauna. Se encuentra en la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, sin embargo, el predio no está catalogado como ecosistemas frágiles, dado que su uso sido con actividades de agostadero.

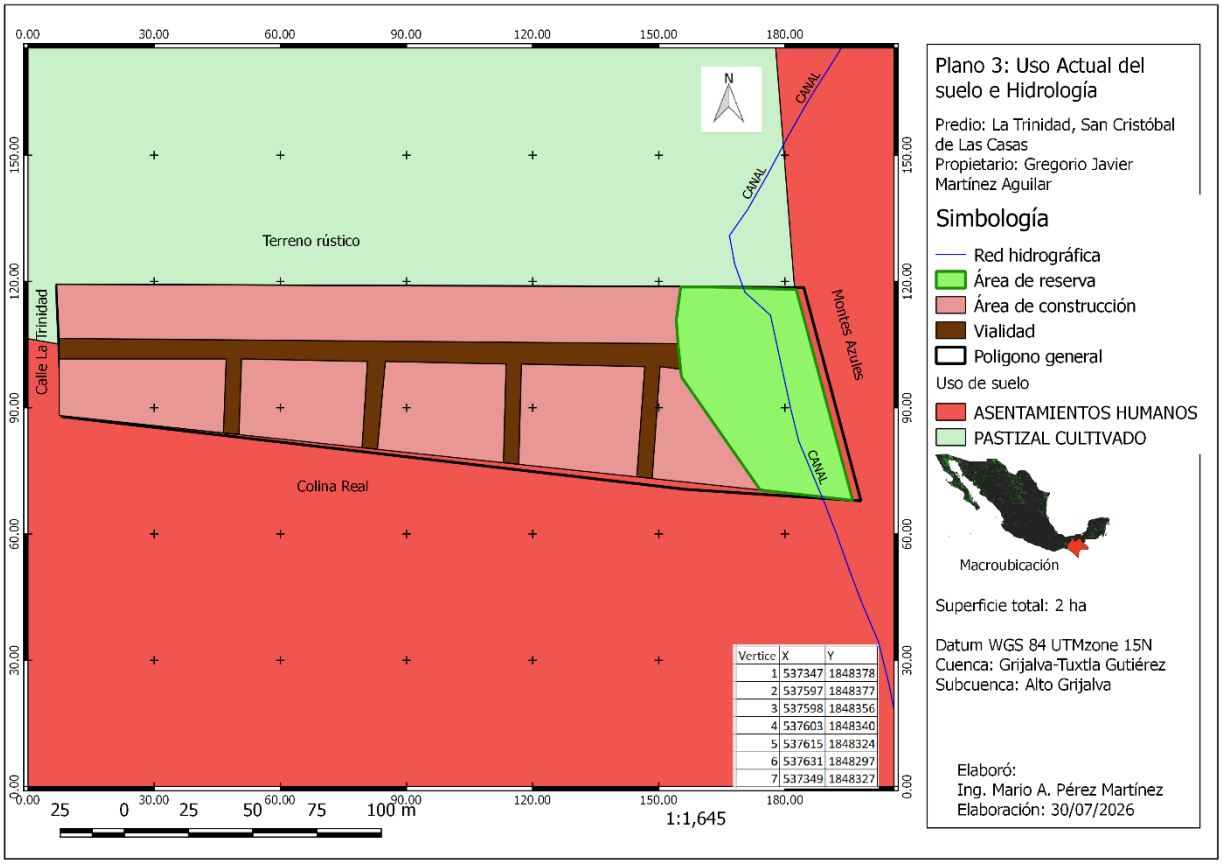


Figura II.3: Uso actual del suelo e Hidrología, predio La Trinidad.



2001



2010



2020



2025 al actual

Figura II.4. Análisis histórico del uso de suelo en el predio. Fuente: Google Earth pro.

### II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

*Describir la disponibilidad de servicios básicos (vías de acceso, agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc) y de servicios de apoyo (plantas de tratamiento de aguas residuales, líneas telefónicas, etc). De no disponerse en el sitio, indique cual es la infraestructura necesaria para otorgar servicios y quien será el responsable de construirla y/u operarla (promovente o un tercero).*

Dado que el área de desarrollo del proyecto se encuentra aledaño con otras zonas de asentamientos humanos, es viable la extensión de la infraestructura existente tanto de electricidad, agua potable, drenaje y otros servicios como el telefónico, por lo que no se prevé dificultad para proveer los servicios mencionados. Se menciona que, en el predio atraviesa una red de drenaje por lo que este servicio hace factible su introducción. En frente del predio, se cuenta con la calle con el mismo nombre, La Trinidad, con ello, permite la comunicación al interior del proyecto.

## II.2 Características particulares del proyecto

*Se recomienda que se ofrezca información sintetizada de las obras principales, asociadas y/o provisionales en cada una de las etapas que se indican en esta sección, debiendo destacar las principales características de diseño de las obras y actividades en relación con su participación en la reducción de las alteraciones al ambiente.*

Las obras principales para llevar a cabo el proyecto:

- Elaboración de estudios y trámites necesarios.
- Ejecución de Programa de ahuyentamiento de fauna.
- Formación de barda perimetral
- Desmonte y despalme del terreno.
- Trazo y/o remarcado de vialidades.
- Introducción de servicios de agua potable y drenaje.
- Formación de terraplenes y colocación de adoquines o adoconcreto.
- Introducción de servicio de energía eléctrica
- Formación de pilotes para la cimentación de casas
- Construcción de casas
- Manejo y Disposición de Residuos.
- Mantenimiento de las obras (Vialidad, servicio agua, luz entre otros)

### II.2.1 Programa general de trabajo

*Presentar a través de un diagrama de Gantt, un programa calendarizado de trabajo de todo el proyecto, desglosado por etapas (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio, en su caso), señalando el tiempo que llevará su ejecución, en términos de semanas, meses o años, según sea el caso. Para el período de construcción de las obras, es conveniente considerar el tiempo que tomará la construcción los períodos estimados para la obtención de otras autorizaciones como licencias, permisos, licitaciones y obtención de créditos, que puedan llegar a postergar el inicio de la construcción.*

El proyecto se contempla una duración de 10 años para la construcción de las viviendas desde el inicio de la formulación de proyecto hasta las actividades de mantenimiento. A continuación, se presenta el programa general del trabajo.

Tabla II.3. Calendario de actividad del proyecto “Desarrollo habitacional Ecosustentable” del predio La Trinidad, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

| Actividad | Semestre | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Elaboración de estudios y trámites necesarios. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gestión de permisos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ejecución de programa de ahuyentamiento y rescate de fauna | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formación de barda perimetral | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmonte y Despalme del Terreno. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Trazo y/o remarcado de vialidades | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Introducción de servicios de agua potable y drenaje | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formación de terraplenes y colocación de adoquines o adoconcreto. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Introducción de servicio de energía eléctrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Formación de pilotes para la cimentación de casas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción de casas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Manejo y Disposición de Residuos. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento de las obras (vialidad, servicio agua, luz entre otros) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

### II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete

*En este apartado se incluirán todos y cada uno de los estudios que fueron empleados para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, así como la justificación técnica para su empleo.*
*Definir los tipos de vegetación que serían afectados, especificando la superficie de afectación por cada tipo de vegetación y/o especie, detallando en número de individuos, volumen y/o densidades de afectación con nombres comunes y científicos.*
*Las técnicas a emplear para la realización de los trabajos de desmonte, despalme y remoción (manual, uso de maquinaría) y el tipo y volumen del mencionado material (arcilla, hojarasca etc.).*
*Presentar un Programa de Protección para aquellas especies que se distribuyen en el sitio del proyecto que estén consideradas en alguna categoría de protección según la NOM-059-ECOL-2001, en dicho programa deberá de identificar aquellas áreas que presenten mayor densidad poblacional de estas especies y su posible segregación de las obras y actividades en dichas áreas.*
*Presentar un Programa de Rescate de Flora y Fauna que deberá instrumentarse previamente a las actividades de despalme, desmonte y/o remoción, en dicho programa se identificarán aquellas especies arbóreas que deberán preferentemente conservarsen situ o bien, sean integradas al diseño de áreas verdes de acuerdo al proyecto de que se trate, de igual manera se identificarán aquellas especies biológicas de especial interés como cactus, bromelias y orquídeas, susceptibles de trasplante, así como de especies que cuenten con algún tipo de valor regional o biológico.*
*Para el trasplante de estas especies se deberá presentar las técnicas a emplear para su reubicación y seguimiento e indicar los sitios específicos para su reubicación y que se consideraran como vegetación permanente y las superficies de los mismos.*
*Presentar un Programa de Conservación de Suelos para aquellas áreas en las que pueda presentarse problemas de erosión en donde se llevarán a cabo acciones de conservación y/o restauración de suelos con el propósito de evitar su pérdida en el área del proyecto.*
*Dicho programa deberá contener cuando menos:*
*• Estimación de la pérdida de suelos del área propuesta para el proyecto en el estado actual.*
*• Pronóstico de la pérdida de suelo al remover la cubierta vegetal, sin medidas de mitigación.*
*• Medidas de protección y conservación de suelos que se propone realizar y programa de ejecución.*
*• Pronóstico de la pérdida de suelo con la realización del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación.*

Para la formulación del proyecto, se comenzó con la revisión de los documentos legales del predio para la acreditación de la misma.

Se realizó un recorrido de campo para el reconocimiento preliminar y se llevó a cabo el levantamiento topográfico para la elaboración del polígono general.

Se revisaron diversas capas como geología, edafología, hidrología, uso de suelo y vegetación de INEGI, CONABIO, CEIEG, CONAGUA y se ocupó el software QGIS para su análisis y asignación correspondiente.

Se identificó el tipo de vegetación presente en el predio del proyecto corresponde a pastizal cultivado. Sin embargo, en la orilla del canal existe vegetación riparia, lo cual, se llevó a cabo un censo para identificación, también se realizaron transectos para la fauna pequeña. Los resultados se mencionan en el apartado IV.

Se revisaron documentos como leyes, normas, ordenamiento territorial, convenios ligados para este fin.

Finalmente, se formuló el manifiesto de impacto ambiental y las estrategias de mitigaciones para el predio La Trinidad.

### II.2.2 Preparación del sitio

*Se recomienda que en este apartado se haga una descripción concreta y objetiva de las principales actividades que integran esta etapa, señalando características, diseños o modalidades.*

Previo a la formación de terraplén, se llevará a cabo actividades de ahuyentar y rescatar la herpetofauna y roedores.

Se realizará la eliminación del pasto inducido.

La preparación del sitio constituye una etapa relevante debido a las modificaciones físicas que implica sobre el terreno. Previamente a la formación de terraplenes se contempla la ejecución de actividades de ahuyentamiento y rescate de herpetofauna y roedores. Posteriormente se plantea la eliminación del pasto inducido, la construcción de la barda

perimetral, la formación del terraplén y la instalación de pilotes de concretos vaciados en sitio.

Construcción de barda perimetral.

La barda perimetral tendrá una longitud aproximada de 660 metros lineales, con columnas separadas cada 2.5 metros y zapatas de 1 × 1 metro. En cuanto a las viviendas, cada casa será cimentada mediante 27 pilotes de concreto vaciados in situ, sobre los cuales se colocará una plataforma habitable de concreto.

Formación de terraplén.

Las vialidades serán desarrolladas como calles filtrantes, mediante la formación de terraplenes y la colocación de adoquines o adocreto. Esta característica se relaciona directamente con el objetivo de reducir la impermeabilización y favorecer el manejo del agua pluvial.

Formación de pilotes de concreto rellenado in situ.

### II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

*Es importante que en este apartado se incluya una descripción completa pero resumida de las principales obras (apertura o rehabilitación de caminos de acceso, campamentos, almacenes, talleres, oficinas, patios de servicio, comedores, instalaciones sanitarias, regaderas, obras de abastecimiento y almacenamiento de combustible, etc.) y actividades (mantenimiento y reparaciones del equipo y maquinaria, apertura de préstamos de material, tratamiento de algunos desechos, etc) de tipo provisional y que se prevea realizar como apoyo para la construcción de la obra principal. Es necesario destacar dimensiones y temporalidad de las mismas. También es importante destacar las características de su diseño que favorezcan la minimización o reducción de los impactos negativos al ambiente.*

Durante la realización de las actividades de preparación del terreno y construcción se supervisará de forma continua. Las obras están centradas principalmente en la construcción de la calle filtrante y barba perimetral, introducción de servicios de agua, energía eléctrica, drenaje y la construcción de las casas habitacionales.

- **Calle filtrante**: se comenzará con la formación de terraplén con las capas necesaria para lograr el nivel, ,ismo para darle estabilidad y durabilidad con maquinaria pesada; se termina con la colocación de adoquines o adocreto.

- **Establecimiento de barda perimetral**: por seguridad de los habitantes se formará una barda perimetral de concreto con una longitud de 660 metros lineales con columnas a una distancia de 2.5 metros de separación entre columnas y las zapatas tendrá una dimensión de 1x1 metro.

- **Introducción de servicios**: se gestionarán los servicios en cada casa habitacional (67 casas).

- **Construcción de casas habitacionales**: se comenzarán las contrucciones con la formación de pilotes de concreto vaciado in situ con 27 pilotes por cada casa, posteriormente, la plataforma habitable de concreto.

- **Mantenimiento de obras**: se llevará a cabo el mantenimiento de las obras, especialmente, las vialidades, puesto que, son susceptibles a deformaciones por el flujo de vehículos.

### II.2.4 Etapa de construcción.

*En este rubro se describirá al menos lo siguiente: obras permanentes, asociadas y sus correspondientes actividades de construcción, de ser el caso, tanto sobre tierra firme como en el medio acuático. Es recomendable se describan someramente los procesos constructivos, y en cada caso, señalar las características de estos que deriven en la generación de impactos al ambiente, así como las modificaciones previstas, cuando estas procedan, a dichos procesos para reducir sus efectos negativos. No es útil incluir el catálogo de los conceptos de la obra, sino únicamente la parte o etapa constructiva más representativa.*

Para la ejecución de esta etapa se utilizará maquinaria como retroexcavadoras, camiones de volteo, pipas para el abastecimiento de agua, revolvedoras, herramientas manuales, materiales de construcción como material pétreo, concreto, cemento, varilla, block, asfalto, material eléctrico, material de plomería, madera, material de fierro y aluminio, vidrio, etc.

### II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

*Con la misma orientación de los rubros anteriores, se recomienda describir los programas de operación y mantenimiento de las instalaciones, en los que se detalle lo siguiente: a) descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones. b) tecnologías que se utilizarán, en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos; c) tipo de reparaciones a sistemas, equipos, etc.; d) especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas o fauna nociva, describiendo los métodos de control.*

El mantenimiento del área estará condicionada a las necesidades propias, sin embargo, se enfocará con el control del pasto, rehabilitación de las vialidades, de los servicios y la conservación del área verde. Dichas actividades será responsabilidades de los propietarios de las casas.

### II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

*Como obra asociada se identifica a toda aquella obra que complemente a cualquiera de las obras principales como podrían ser: los edificios de áreas administrativas, de servicios, etc. El tratamiento a desarrollar en este caso es similar al de los rubros anteriores.*

En este apartado no se contemplan obras asociadas que pudieran implicar a mas impactos ambientales.

### II.2.7 Etapa de abandono del sitio

*Presentar todos aquellos planes y/o programas que serán tomados en cuenta para la rehabilitación, compensación y restitución de todas las obras y/o actividades del proyecto.*

*Presentar un Programa detallado del abandono del sitio, en el que se defina el destino que se dará a las obras (provisionales y/o definitivas) una vez concluida la vida útil del proyecto.*
*• Una descripción de las actividades de rehabilitación, restitución o compensación de las superficies intervenidas.*
*• Una descripción de los posibles cambios en toda el área del proyecto como consecuencia del abandono.*

Las casas habitacionales se estima que pueda tener una vida útil de 100 años o más, sin embargo, los imprevistos pudieran darse, por lo que, en caso de que el área sea requerida para otro tipo de actividades o se vea impactada por eventos naturales, se ajustará a lo que dicte en su momento la legislación respectiva de desarrollo urbano, por lo que su reconstrucción y/o modificación, quedando sujeta a esto último y el propietario será quien decida el destino final de la misma de acuerdo a los eventos que modifiquen la factibilidad del uso del suelo que en ese momento lo requiera.

### II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

*Resulta conveniente identificar los residuos que habrán de generarse en las diferentes etapas del proyecto y describir su manejo y disposición, considerando al menos lo siguiente:*
*tipo de residuos (sólido o líquido, orgánico o inorgánico) y emisión a la atmósfera.*

Los residuos generados durante la operación normal del proyecto, son almacenados de manera provisional, de manera que se mantengan separados hasta su recolección para garantizar su aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final adecuados, que generalmente son residuos mínimos, entre los cuales se puede mencionar los siguientes:

- Material vegetal muerto por el desmonte
- Tierra o suelo producto de la cimentación de pilotes y terraplén
- Residuos de la alimentación de los trabajadores
- Residuos de empaques de materiales o de alimentos

- Aguas residuales de la operación de los sanitarios portátiles
- Residuos de operaciones de mantenimiento menor de la maquinaria y equipo
- Emisiones de gases por el tránsito vehicular

Los residuos, tanto, orgánico como inorgánicos serán depositados en contenedores separados con especificaciones propias para las características particulares del residuo. ,

No se manipularán materiales peligrosos, esto con la finalidad de minimizar los efectos negativos al medio ambiente.

Tanto el tránsito y aparcamiento vehicular como la maquinaria generarán emisiones a la atmósfera por la combustión interna de los motores, para mitigar su producción, deberán de estar en condiciones óptimas de operación. Para ello, se realizará un reglamento interno para cumplir con las especificaciones.

### II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

*Es necesario identificar y reportar la disponibilidad de servicios de infraestructura para el manejo y disposición final de los residuos, en la localidad y/o región, tales como: rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, servicios de separación, manejo, tratamiento, reciclamiento o confinamiento de residuos, entre otros. En caso de hacer uso de ellos indicar si estos servicios son suficientes para cubrir las demandas presentes y futuras del proyecto y de otros proyectos presentes en la zona.*

Al contar con acceso principal, se colocarán dos contenedores (Uno para producto orgánico y otro para inorgánico) con capacidad 50 galones cada uno (con la finalidad de tener mayor acceso para todos habitantes) con tapa y compatibles con el tipo de sustancia que se almacene en ellos, hasta su recolección por parte del personal municipal autorizado.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



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

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# CAPÍTULO III

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO. ..... 1

III.1. Análisis de los instrumentos de planeación para el desarrollo ..... 1

III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 ..... 1

III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas 2025-2030 ..... 3

III.2. Programas de Desarrollo Urbano ..... 5

III.2.1. Programa de Desarrollo Urbano de San Cristóbal de Las Casas ..... 5

III.3. Ordenamientos Ecológicos del Territorio ..... 15

III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) ..... 15

III.3.2. Ordenamiento Ecológico del estado de Chiapas ..... 20

III.3.3. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal De Las Casas ..... 22

III.4. Regiones prioritarias ..... 25

III.4.1. Regiones terrestres prioritarias (RTP´s) ..... 25

III.4.2. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP) ..... 25

III.4.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) ..... 25

III.5 Áreas Naturales Protegidas ..... 25

III.6. Instrumentos jurídicos ..... 31

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Características de las UAB 81 ..... 16

Tabla 3.2. Análisis de las estrategias ecológicas aplicables a la UAB 81 ..... 16

Tabla 3.3. Descripción de la UGA donde se ubica el proyecto ..... 21

Tabla 3.4. Ficha técnica de la UGA 03. ..... 23

Tabla 3.5. Vinculación del Proyecto con las leyes ambientales aplicables ..... 31

Tabla 3.6. Vinculación del Proyecto con los reglamentos ambientales aplicables ..... 32

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del proyecto respecto a los usos y zonificación primaria de la Carta Urbana, SCLC..... 15

Figura 3.2. Ubicación del Proyecto respecto a la UAB 81 del POEGT. ..... 16

Figura 3.3. Ubicación del Proyecto respecto a las UGAS del POETECH. ..... 21

Figura 3.4. Ubicación del proyecto en la UGA 03 del OET del Municipio de San Cristóbal de Las casas, Chiapas..... 23

Figura 3.5. Ubicación del Proyecto respecto a las AICAS. ..... **¡Error! Marcador no definido.**

Figura 3.6. Ubicación del Proyecto respecto al ANP. ..... 26

Figura 3.7. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios RAMSAR. ..... 26

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

Tomando como referencia los criterios señalados en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y sobre la base de las características del proyecto, en este apartado se identifican y analizan los diferentes instrumentos de planeación que ordenan la zona donde se ubicará el proyecto, a fin de sujetarse a los instrumentos con validez legal.

## III.1. Análisis de los instrumentos de planeación para el desarrollo

### *III.1.1. Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030*

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años. Estos objetivos consisten en consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad. A través de este documento, enriquecido con el diálogo y la consulta ciudadana, se reafirma el compromiso del Gobierno con el pueblo de México de gobernar con honestidad, democracia, eficiencia y con una visión humanista.

En términos de vivienda para las personas, el Plan Nacional de Desarrollo establece que “la prosperidad no puede medirse solo en términos numéricos, sino en la calidad de vida de cada persona, la dignidad del trabajo, la equidad de género, el acceso a una vivienda adecuada y servicios públicos de calidad”, también menciona que “Toda la población debe poder satisfacer sus necesidades básicas y tener garantizado el acceso a educación, salud, vivienda adecuada…” y que “El derecho a una vivienda digna es una de las aspiraciones más apreciadas de las familias.”

De acuerdo con el INEGI, en 2020, el 21.1% de los hogares del país enfrentaban necesidades insatisfechas de vivienda, lo que significa que millones de hogares requieren alquilar, comprar o autoproducir una vivienda. Además, el 58% de las viviendas mexicanas requieren construcción, ampliación o mejora, y el 24.6% de las viviendas tiene 31 años o más de antigüedad, lo que hace urgente la renovación o sustitución de muchas de ellas.

De acuerdo con el PND, a nivel nacional, se estima que existe un déficit de 8.2 millones de viviendas, lo que representa el 23.3% del total de viviendas particulares habitadas. La

escasez de nueva vivienda se ha acentuado por el encarecimiento del financiamiento e insumos, resultando en precios elevados para la adquisición de viviendas.

En conclusión, *es necesario garantizar el derecho a la vivienda adecuada y sustentable para mejorar la calidad de vida de la población mexicana, contribuyendo a reducir las brechas de desigualdad territorial y a promover un desarrollo equitativo y sostenible*.

### *III.1.2. Plan Estatal de Desarrollo de Chiapas 2025-2030*

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Planeación para el Estado de Chiapas, el Plan Estatal de Desarrollo es el documento rector del Sistema Estatal de Planeación, cuya función principal es identificar y proponer soluciones a las problemáticas, necesidades y demandas de la entidad. Su diseño responde a un enfoque estratégico e integral, orientado a generar prosperidad compartida y justicia social para el pueblo de Chiapas.

En cumplimiento con el artículo 26 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el Estado tiene la responsabilidad de organizar un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional, cuyo propósito es dotar de solidez, dinamismo, competitividad, permanencia y equidad al crecimiento de la economía, que asegure la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. La planeación debe ser democrática y deliberativa, e incorpora las aspiraciones y demandas de la sociedad mediante mecanismos de participación establecidos en la ley.

La elaboración del Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2025-2030 se fundamenta en un marco normativo que garantiza su legitimidad, transparencia y alineación con los principios de planeación democrática establecidos en la legislación nacional y estatal.

De acuerdo con el diagnóstico del PED, en Chiapas el 22.14 % de la población tiene carencia por calidad y espacios en la vivienda, que representa 1 261 627 personas, esto se debe en gran parte al alto costo de los materiales para la construcción, la pérdida de vivienda, pocas oportunidades de empleo, falta de acceso a servicios básicos y ausencia de protección social. Esta situación se concentra más en zonas rurales, donde la población se encuentra en hacinamiento y con dificultad de acceso a financiamiento público para el mejoramiento de las viviendas.

El mismo PED establece en el Eje 3. Chiapas con humanismo, el Objetivo de Disminuir la proporción de personas en pobreza para transformar la vida del pueblo de Chiapas, siendo una de las Estrategias:

> *3.1.1.2. Incrementar el acceso a una vivienda para la población del estado, mediante créditos y subsidios para el mejoramiento de viviendas, en coordinación con los gobiernos federal y municipal.*

Lo cual demuestra la preocupación del gobierno estatal por atender el problema de vivienda en Chiapas, a través del diseño e implementación de políticas públicas y programas enfocadas a la población y familias en condiciones de pobreza que no cuentan con este importante patrimonio.

## III.2. Programas de Desarrollo Urbano

### *III.2.1. Programa de Desarrollo Urbano de San Cristóbal de Las Casas*

La Ley General de Asentamientos Humanos en su Artículo 5º considera de utilidad pública la ejecución de planes o programas de desarrollo urbano: "*Los planes o programas municipales de desarrollo urbano señalarán las acciones específicas para la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población y establecerán la zonificación correspondiente. En caso de que el ayuntamiento expida el programa de desarrollo urbano del centro de población respectivo, dichas acciones específicas y la zonificación aplicable se contendrán en este programa*".

El municipio de San Cristóbal de Las Casas formuló su primer Plan de Desarrollo Urbano en 1985[1]. Este plan experimentó actualizaciones y modificaciones en 1989, 1991, 1993 y 1994. La última carta urbana fue publicada en conjunto con la correspondiente actualización del Plan de Desarrollo Urbano en 1997. En 1998 se creó el Programa de Ordenamiento del Centro Histórico; en 2002, el Programa de Ordenamiento Ecológico, que es prácticamente desconocido y no se ha aplicado. Además, sigue en vigencia el Programa Municipal de Desarrollo 2005-2007.

El Programa de Desarrollo Urbano actual se desarrolló con un equipo multidisciplinario, siguiendo los términos de referencia y respaldándose en el Programa de Desarrollo Institucional Municipal-2006, la Guía Técnica de Planeación para el Desarrollo Municipal y la Planeación Estratégica de Ciudades. La estrecha interacción con la Dirección de Planeación y Desarrollo Urbano del H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, así como la colaboración del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) a través de su Laboratorio de Información Geográfica y Estadística (LAIGE), resultaron invaluables gracias a su experiencia, investigaciones, bases geográficas, datos estadísticos y documentación sobre la ciudad.

EL PDU se encuentra en etapa de consulta pública concluida, previo a la aprobación por Cabildo y será el instrumento de planeación que tiene como finalidad definir objetivos, metas, políticas y estrategias para un ordenamiento del territorio, dirigido a mejorar la

[1] https://www.sancristobal.gob.mx/programadesarrollourbano

calidad de vida de la población de una forma equitativa y sustentable, a partir de establecer directrices claras, integrales e incluyentes, para impulsar las actividades económicas de la población, dé certeza jurídica y sustente la ejecución de acciones prioritarias.

De acuerdo con el PDU San Cristóbal de Las Casas 2006-2020, el crecimiento de la ciudad hasta la mitad del siglo XX fue centrípeto con la conurbación de los barrios entre sí y después de estos con el centro histórico, para posteriormente crecer de manera centrífuga de manera concéntrica ocupando las zonas de humedales y de pastizales, así como lotes baldíos de la ciudad. A finales de la década de los setentas el crecimiento de la ciudad se duplica respecto a 1844 y en las últimas cuatro décadas el valle comprendido al interior del periférico ha sido ocupado en un 85%. En el tema de vivienda, la evolución del número de viviendas particulares y sus viviendas para la ciudad de San Cristóbal en las últimas cuatro décadas ha sido de la siguiente manera: para 1970 (5,500 viviendas con 32,800 habitantes); para 1980 (9,800 y 60,200), para 1990 (16,700 y 888, 600), para el año 2000 (27,200 y 131,800) y para el año 2005 (32,654 y 142,163) respectivamente.

Los diferentes tipos de vivienda en la ciudad de San Cristóbal, están determinados por los materiales empleados, las dimensiones, la dotación de infraestructura y equipamiento, la ubicación dentro de la estructura urbana, así como por los ingresos de sus habitantes y número de ocupantes por vivienda, hechos que se plasman en el tipo de construcción.

La vivienda es el principal indicador de la calidad de vida de sus habitantes, dentro de sus principales características de la vivienda precaria se encuentran la irregularidad en la tenencia de la tierra y los bajos estándares de bienestar en servicios y vivienda; las cuales existen en los sitios de las invasiones ocurridas sobre todo en 1994 o antes, siendo los más evidentes en el predio del molino Santo Domingo, propiedad de la Secretaría de Turismo, la Isla, Molino la Alborada, Salsipuedes, sobre los bancos de arena, con grandes riesgos de derrumbe, generalmente son un cuarto o dos de piso de tierra, paredes de madera con techo de lámina.

El cálculo del déficit actual de vivienda de la ciudad de San Cristóbal se efectuó, a partir de los datos del total de viviendas y hogares (número de familias o matrimonios), asimismo se tomó en cuenta el número total de viviendas de una sola pieza. El promedio de familias por vivienda es de 1.06 y el promedio de habitantes 4.03. Al año 2006, ya se

estimaba en el PDU un déficit de 5,589 viviendas en el municipio de San Cristóbal de Las Casas.

En este sentido y en materia de vivienda, los objetivos del PDU son:

1. Densificar los barrios y/o colonias que presentan una baja utilización del suelo urbanizado.
2. Implementar programas de mejoramiento y rehabilitación de viviendas deterioradas.
3. Definir los programas habitacionales que requiera el centro de población, dando prioridad a la vivienda progresiva.
4. Abatir el rezago de vivienda propiciando la participación de la población beneficiada.
5. Aplicar el reglamento de construcción vigente.

**Análisis de las Normas y criterios de desarrollo urbano para dosificar los componentes de la estructura urbana**

En relación a los objetivos específicos apuntados, en este punto se señalan las normas y criterios generales de la infraestructura y equipamiento.

**Suelo**

- El uso debe respetarse de acuerdo a la especificación determinada en la carta urbana y las actividades registradas.
- Cualquier otro uso no especificado o no compatible en la tabla de usos requiere de dictamen previo de la Comisión de Planeación.
- El trámite de licencia de construcción requerirá del certificado de compatibilidad de uso del suelo, con respecto al predio o inmueble y los trámites solicitados por ventanilla única.
- Las zonas habitacionales deberán desarrollarse en las zonas de crecimiento especificadas o reservas territoriales, negando asentamientos en otras zonas incompatibles para tal uso.
- Los nuevos asentamientos deberán de cumplir toda la normatividad establecida por la ley de fraccionamientos y deberá de continuar el programa de regularización.
- Los usos industriales se deberán ubicar sin interferir en el desarrollo de las zonas habitacionales y preferentemente fuera de la traza urbana de San Cristóbal.
- En las áreas de conservación ecológica, todos los usos sujetos a licencia de Usos del Suelo, tendrán un coeficiente máximo de utilización de 0.05 veces el área del predio (para construcciones que den servicio a esas áreas exclusivamente).

- La dosificación de usos del suelo debe conservar los siguientes rangos: Habitacional (60-80%), equipamiento (3-10 %), infraestructura (15-20%), vialidad (0-30%), actividades económicas (2-3%) y conservación ecológica (0.05%).
- La Tabla de Compatibilidad de Uso de Suelo deberá integrar los principales usos actuales y futuros del suelo en San Cristóbal de las Casas, la cual permite determinar la posible integración y correlación entre los diferentes tipos de suelo y los elementos existentes en un centro urbano. Esta considera tres clasificaciones que son permitidos, condicionados y prohibidos.

**Vivienda**

- Las densidades habitacionales recomendables por distritos, barrios, colonias o fraccionamientos deberán ser de 0-25 (muy Baja), 25-150 (Baja), 150-250 (Media) y 250-400 (Alta).
- Se podrán incrementar de 5 a 25% las densidades señaladas siempre y cuando no se afecte el área verde y los sistemas de dotación de agua.
- Dependiendo de la zona los lotes deben tener como frente mínimo, según sus dimensiones, lo siguiente: 90 a 160 M2 (6); 100 a 160 (8), 160 a 450 (10); 450 a 600 M2 (15).
- Todos los lotes deben de contar con servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica.
- Los predios deben de tener un porcentaje mínimo de área de absorción libre del 20%.
- Se debe buscar alternativas al uso de block de arena, preferentemente con madera, proveniente de sitios de manejo forestal y que cumplan con la normatividad establecida.
- En todo momento se debe de respetar los reglamentos de construcción y fraccionamientos vigentes.
- La construcción de vivienda en zonas de conservación ecológica, pecuaria, agrícola o de riesgo y vulnerabilidad estará determinantemente prohibida.

**Análisis de las Políticas y Estrategias**

<u>Política de crecimiento</u>

La infraestructura básica del comercio y servicios de abastecimiento, como son almacenes, bodegas, fábricas e industrias que requieran de instalaciones que ocupen áreas mayores a las predominantes en los coeficientes de ocupación y uso del suelo,

cuyos materiales y sistemas de edificación sean ajenos a los predominantes en el centro de población, deberán ocupar áreas fuera del valle, desde donde operarán con mayor margen de eficiencia y seguridad y promoverán la descentralización de la ciudad. La política de crecimiento señalada deberá de contar con una instancia *ad hoc* que se propone sea el Instituto de Planeación del Desarrollo Urbano Municipal que se encargue de diseñar los mecanismos de instrumentación, seguimiento, evaluación de las acciones propuestas, vigilancia de que los recursos aprobados se apliquen correcta y oportunamente en tiempo y espacios programados y sobre todo participación ciudadana.

Política de conservación

La política de conservación del patrimonio natural, histórico y cultural de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas para el periodo 2006-2020, tiene como objetivo central definir un modelo de ordenamiento ecológico, referido a unidades de gestión ambiental[2] (uso compatible, uso condicionado, uso incompatible), en donde la vocación del suelo se utiliza para aplicar normas que permitan el aprovechamiento integral de los recursos territoriales y desarrollar políticas de protección, aprovechamiento, restauración y conservación del medio ambiente; en donde las normas son la base para regular actividades humanas (preservación de suelo, agua, flora, fauna, ordenación de los asentamientos humanos, reglamentación de actividades industriales y del turismo, estando involucrados lo siguientes elementos: potencial natural del territorio, zonas ecológicas, fragilidad, riesgos naturales; aspectos socio-económicos y territoriales; zonas arqueológicas e históricas, percepción social, aspectos legales y gestión administrativa. Las políticas de conservación que se adoptan para el presente programa son:

**Protección:** Promover la preservación de los procesos naturales presentes, sobre todo la relación suelo-clima-vegetación; proteger los hábitats de las diferentes especies

[2] Una UGA es la "unidad mínima territorial donde se aplican tanto lineamientos como estrategias ambientales de política territorial aunado con esquemas de manejo de recursos naturales, es decir criterios o lineamientos del manejo de estos recursos, orientados a un desarrollo que transite a la sustentabilidad. Este concepto tiene sus orígenes en la identificación de unidades homogéneas que compartan características naturales, sociales y productivas, así como una problemática ambiental actual. Esto con la finalidad de orientarlas hacia una aplicación de la política territorial. También estamos hablando de una cuestión administrativa.

vegetales y animales existentes en la ciudad y su entorno, sobre todo las que se encuentran amenazadas, en peligro de extinción o las endémicas; para garantizar su permanencia a largo plazo. En materia cultural el patrimonio histórico arquitectónico deberá también protegerse y rehabilitar las áreas periféricas de monumentos, como es el caso de San Felipe Ecatepec, que presenta contaminación visual por construcciones discordantes con la tipología colonial o el Cerrito de San Cristóbal y su iglesia, por ser un punto focal de la ciudad.

**Conservación.** Orienta el desarrollo de actividades agro-productivas y forestales dentro de la ciudad y en su entorno para el mantenimiento de germoplasma vegetal bajo esquemas que garanticen también la permanencia de la biodiversidad dentro y fuera de sus hábitats.

**Aprovechamiento.** Recomienda el uso racional y sustentable de los recursos naturales suelo, forestales, fauna y germoplasma domesticado existente en el municipio.

**Restauración.** Orientada a restablecer las condiciones naturales en terrenos deforestados y en el caso de los bancos de arena, el abandono paulatino y controlado y la rehabilitación de tales sitios para construcción de equipamiento a largo plazo.

Estrategia urbana en función del ordenamiento ecológico

El objetivo de esta estrategia, es definir al corto plazo un modelo de ordenamiento ecológico y territorial, referido a unidades de gestión ambiental.

**Ugas (1). Política de Protección y Preservación:** Humedales Salsipuedes y en Eje 2. Remanentes de humedales en resto de la ciudad. Ríos Amarillo y Fogótico. Sistema Chupactik

**Estrategias:** Decreto como Área natural Protegida. Comunicación y educación ambiental. Programas de Ecoturismo. Investigación ecológica, biológica, social, económica, tenencia de la tierra, compra de lotes para fines de protección. Culminar obra de colectores marginales y planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

**Acciones:** Gestión intergubernamental: PROFEPA, SEOyV, IHNyE, CNA; programa de manejo ANP; participación ciudadana. IMPLAN, CCDU, Agencia Hábitat (Observatorios Urbanos Locales), Consejos vecinales; búsqueda de financiamiento para compra de terrenos de humedales, operación y protección; formación de corredores ecológicos.

Museo de la Cultura del Agua. Proyecto recuperación, conservación de la cuenca del río Amarillo. Chupaktik; desarrollar estudios y proyectos para instalar sistemas de captación y almacenamiento de aguas en las cañadas de los ríos Fogótico y Amarillo, una planta potabilizadora de agua en las cañadas del Molino de la Albarrada (de Los Arcos); evitar al máximo la descarga de aguas negras a los ríos al mismo tiempo que deberá de continuarse el saneamiento de los cauces y la instalación de una planta de tratamiento de aguas negras en la salida del túnel y, con esto permitir que el riego de la producción hortícola y frutícola de Zacualpa y el Duraznal y que abastece a la ciudad, sea más sano.

**UGAS (2). Políticas de Conservación:** Serranías del Norte, Sur y Oriente de la ciudad. Reservas (El Huitepec, Gertrude Duby). Zonas espeleológicas (Cuevas de Quembo'k, Grutas Rancho Nuevo, El Arcotete.

**Estrategias:** Desarrollo Urbano con visión municipal y de desarrollo rural y regional (Concepción Urbano-Rural). Aplicación de la ley de Desarrollo Rural Sustentable y el reglamento municipal general de Protección Ambiental y otras leyes y programas vinculados. Comunicación y educación ambiental. Investigación; ecológica, biológica, social, económica, tenencia de la tierra.

**Acciones:** Identificación de microunidades. Gestión intergubernamental: PROFEPA, SAGARPA, SDR, IHNyE, SEAPI, CNA, La Albarrada. Elaboraciones de manifestaciones de impacto ambiental (caminos, asentamientos). Restricciones de uso. Regulación de aprovechamiento agropecuario). Asamblea ejidal (Comités de Ordenamiento). IMPLAN. Proyectos interinstitucionales: Universidad, Chapingo, Ecosur, UNACH, CIESAS. Decreto como Área Natural Protegida. Programa de manejo. Programas de educación ambiental no formal. Reserva ejidal. Programa de manejo

**UGAS (3). Políticas de Aprovechamiento.** Zonas agropecuarias al noreste de la ciudad en la zona VIII (Barrio Ojo de Agua); Zona III (Labor de San Nicolás. Manantiales. Bancos de extracción de recursos naturales no renovables (arena, grava, laja, piedra, barro): Salsipuedes, Santa Cruz. Zona Sur. Bosques en laderas tendidas y fragmentos forestales en municipio. Extracción de recursos naturales renovables (orquídeas, bromelias, musgo, semillas, cactus, juncia, madera para construcción, leña, carbón, muebles, fauna silvestre (insectos, aves, mamíferos). Cerrito San Cristóbal. La ciudad como un todo en materia de uso y consumo de recursos naturales no renovables y renovables. Residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos), peligrosos

**Estrategias:** Visión de aprovechamiento agropecuario urbano sustentable con fines productivos culturales y de agroturismo. Museos vivos. Comunicación y educación ambiental. Investigación; ecológica, biológica, social, económica, tenencia de la tierra. Visión de ciudad cambiante a lo largo de los siglos (recursos alternativos para la construcción). Biotecnología. Unidades de Manejo sustentable. UMAS: agrícola, forestal, faunístico, granjas cinegéticas. Aplicación de LGEEPA y otras leyes relacionadas. Comunicación y educación ambiental. Demanda ciudadana. Políticas de consumo responsable. Planta de Manejo de residuos sólidos (Reducir, Reciclar, Reusar). Relleno sanitario con unidad de producción de composta.

**Acciones:** Gestión intergubernamental: Sagarpa, SDR, INE, Sectur, IMIP, CNA. Programa de manejo ANP. Participación ciudadana. IMPLAN, CCDU, Agencia Hábitat (Observatorios Urbanos Locales), Consejos vecinales. Búsqueda de Financiamiento para apoyo a actividades agropecuarias orgánicas y/o compra de terrenos agropecuarios, operación, manejo, comercialización. Establecimiento de infraestructura y equipamiento moderno. Evaluación permanente de aforos y calidad de agua. Búsqueda de sitios alternativos de aprovechamiento de arena. Establecer un control de la explotación de los bancos de material y realizar acciones de reforestación a fin de delimitar las áreas que no seguirán con este uso. Clausura controlada de sitios de aprovechamiento. Comunicación y educación ambiental. Inspección y vigilancia en mercados y sitios de venta. Confiscación y multa. Proyectos de Producción sustentable. Atención de buzón de demandas ciudadanas. Aplicación de la (s) Ley (es) correspondiente (s). Cobro de recolección de residuos. Seguimiento a programa Municipio Limpio. Educación ambiental no formal.

**UGAS (3). Políticas de Aprovechamiento Zonas Culturales**: Zonas Arqueológicas. Moxviquil. Juego de pelota. Cerro de Las Campanas. Molinos (Los Arcos, Utrilla, Chamula, Aserradero Hidráulico, La Albarrada, Del Centro, Acueducto y 2. hidroeléctricas: Los Arcos, Zebadua). Museos: Santo Domingo, Na Bolom, Ambar. Mercado Tielemans. Panteón Municipal.

**Estrategias**: Visión de Turismo Cultural (eco-arqueológico). Museo de sitios y vivo. Comunicación y educación ambiental-Cultural. Investigación; ecológica, biológica, social, económica, tenencia de la tierra. Educación y Turismo cultural. Difundir la lectura correcta de la ciudad así como sus valores tangibles e intangibles. Crear mecanismos de instrumentación para facilitación de trámites de construcción y restauración de edificios.

**Acciones**: Gestión INAH, Coneculta, Sectur, Delegación Turismo Estatal, Dirección Turismo Municipal. Programas de Manejo. Proyectos de turismo cultural. Proyectos de rescate de huertos (sitios). Aplicación enérgica del reglamento de construcción en forma conjunta a la Ley de Protección de Monumentos del INAH, mediante a la Ventanilla Única. Difundir y estimular la fabricación y el uso de materiales tradicionales de construcción.

**UGAS (4). Políticas de Restauración**: Cerros Santa Cruz y Salsipuedes. Humedales, Ríos y manantiales. Zonas agropecuarias. Bancos de extracción. Bosques del Huitepec y Serranías al sur, norte y oriente de la ciudad.

**Estrategias**: social, económica, tenencia de la tierra. Proyectos piloto de recursos alternativos: madera y derivados. Comunicación y educación ambiental. Investigación; ecológica, biológica, social, económica, tenencia de la tierra.

**Acciones**: Proyectos piloto de restauración; laderas, taludes, terrazas. Búsqueda de nuevos sitios de aprovechamiento cercanos al polo de crecimiento. Introducción de flora nativa y exótica. Propuesta de aprovechamiento de sitios explotados. Clausura controlada. Proyectos piloto de restauración; laderas, taludes, terrazas. Introducción de flora nativa y exótica. Desarrollo de propuestas de aprovechamiento para equipamiento en de sitios de abandono.

**Área Urbanizable (reserva urbana)**

Las zonas de reserva para crecimiento habitacional en el centro de población son escasas, ya que las que lo eran en 1997 fueron ocupadas paulatinamente y en el presente programa se redensifican. La única zona considerada como reserva para crecimiento con una densidad media de 150-250 hab/ha. (RH2), se localiza en la parte nor-poniente de la ciudad aledaña a la carretera que conduce a San Juan Chamula; por lo tanto, el principal problema al que se enfrenta la ciudad es el de carecer de reservas urbanas para uno de los crecimientos de población más elevados del país. Este es uno de los principales argumentos para proponer un nuevo polo de desarrollo.

**Área no urbanizable (Protección y Conservación Ecológica)**

Para llegar a garantizar que se respete el uso y destino da las zonas de conservación ecológica urbana, es indispensable lograr que sean de propiedad estatal o municipal, para salvaguardar el destino del agua y de los ecosistemas que son en beneficio de la población. Las zonas de conservación ecológica38 se encuentran localizadas en todo el cinturón que rodea a la ciudad; así como en las faldas del Huitepec y dentro de la mancha urbana que son prácticamente zonas de humedales ubicadas al sur-oriente de la ciudad en el barrio de María Auxiliadora; en las llanuras de inundación del río Amarillo aledaña a la zona del SEDEM y en la zona conocida como El Cubito. Al nor-oriente en una zona vecina a la Reserva Moxviquil. Los ríos Amarillo, Fogótico, Chamula y San Felipe deben ser saneados una vez que culmine la obra de colectores marginales, ser reforestados para recuperar los Bosques de Galería y sus márgenes deben ser habilitadas como andadores para conectar a la ciudad a través de ellos para el disfrute de los habitantes y visitantes de la ciudad. Complementan este apartado las Reservas Ecológicas de Moxviquil y La de Gertrude Duvy; los parques urbanos los cuales son El Cerrito de San Cristóbal y predios particulares en la zona de 11 cuartos al poniente de la ciudad.

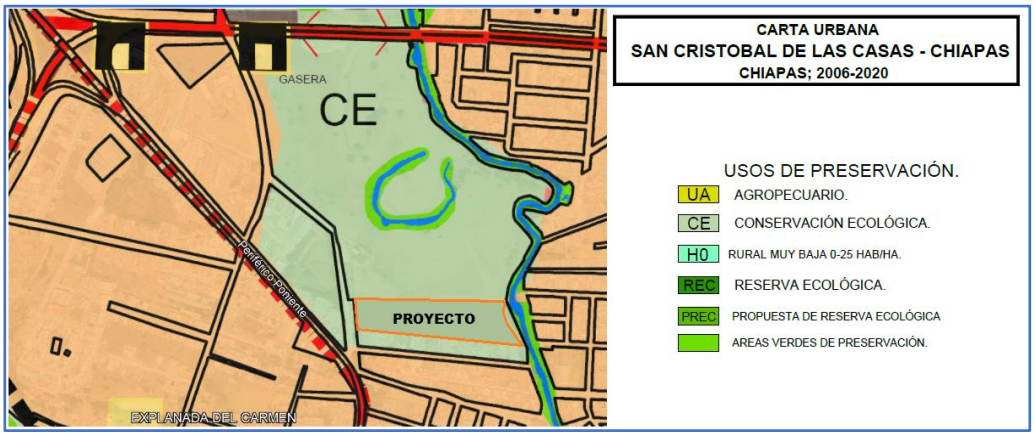


**Figura 3.1. Ubicación del proyecto respecto a los usos y zonificación primaria de la Carta Urbana, SCLC.**

(Tomado de Secretaría de Obras Públicas y Vivienda, H. Ayuntamiento de SCLC, 2006)

Conclusión: de acuerdo con la Carta Urbana del PDU revisado y mediante sobreposición de imágenes, el proyecto se ubica dentro de una poligonal con uso de PRESERVACIÓN, específicamente, uso de CONSERVACIÓN ECOLÓGICA, de manera que se considera como no urbanizable.

## III.3. Ordenamientos Ecológicos del Territorio

### *III.3.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)*

La formulación, expedición, ejecución y evaluación de este programa es de competencia del Gobierno Federal y tiene como objetivo vincular las acciones y programas de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, cuyas actividades inciden en el patrón de ocupación del territorio nacional. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional. Define una regionalización ecológica en la que se identifican áreas de atención prioritaria, áreas de aptitud sectorial y lineamientos y estrategias ecológicas aplicadas a dichas área[3].

[3]https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/ordenamiento-ecologico-del-territorio#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20el%20Ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico,las%20autoridades%20en%20una%20regi%C3%B3n.

En el marco del POEGT, el Proyecto se ubica dentro de la Región Ecológica 16.21, Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 81 "Altos de Chiapas" (Figura). De la misma manera, en la Tabla 3.2 se presentan las principales características de la UAB 81, de acuerdo con el POEGT.




Región Ecológica: 16.21
Unidad Biofísica Ambiental (UAB): 81
Nombre de la UAB: ALTOS DE CHIAPAS

**Figura 3.2. Ubicación del Proyecto respecto a la UAB 81 del POEGT.**

**Tabla 3.1. Características de las UAB 81**

| CLAVE REGION | UAB | NOMBRE DE LA UAB | RECTORES DEL DESARROLLO | COADYUVANTES DEL DESARROLLO | ASOCIADOS DEL DESARROLLO | OTROS SECTORES DE INTERÉS | POLITICA AMBIENTAL | NIVEL DE ATENCIÓN PRIORITARIA | ESTRATEGIAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16.21 | 81 | ALTOS DE CHIAPAS | FORESTAL TURISMO | POBLACIONAL | AGRICULTURA GANADERÍA | MINERÍA PRESERVACIÓN DE FLORA Y FAUNA PUEBLOS INDÍGENAS | RESTAURACIÓN, PRESERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE | MUY ALTA | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44 |

En la siguiente tabla se analiza la vinculación de las estrategias ecológicas del POEGT aplicables a la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

**Tabla 3.2. Análisis de las estrategias ecológicas aplicables a la UAB 81**

| Estrategia | Vinculación del proyecto (cumplimiento) |
|---|---|
| 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. | El proyecto considera las acciones necesarias para mitigar los impactos negativos sobre la flora y fauna silvestres. |

| Estrategia | Vinculación del proyecto (cumplimiento) |
|---|---|
| 2. Recuperación de especies en riesgo. | El proyecto no considera el aprovechamiento o afectación de especies protegidas |
| 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad. | Mediante la realización de este estudio se enriquecen los inventarios de los recursos naturales, se identifican, valoran y monitorean los impactos que ocasionan las actividades humanas sobre éstos. |
| 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales. | Este proyecto no considera el aprovechamiento de recursos naturales. |
| 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios | Este proyecto no considera el aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios |
| 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | No aplica |
| 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | El proyecto no considera el aprovechamiento de recursos forestales |
| 8. Valoración de los servicios ambientales. | Este proyecto no considera la valoración o cuantificación de los servicios ambientales. |
| 12. Protección de los ecosistemas. | El proyecto no considera la afectación de los ecosistemas naturales, al ser de bajo impacto. |
| 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | El proyecto no considera el uso de ningún producto agroquímico |
| 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios | Se implementarán medidas para mitigar los impactos ambientales que ocasiones el proyecto en pastizal inducido |
| 15. Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. | No aplica, no es un proyecto minero |
| 15BIS. Coordinación entre los sectores minero y ambiental. | No aplica, no es un proyecto minero |

| Estrategia | Vinculación del proyecto (cumplimiento) |
|---|---|
| 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. | No aplica, no es un proyecto turístico |
| 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. | No aplica, no es un proyecto turístico |
| 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). | No aplica, no es un proyecto turístico |
| 24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio. | Aplica, se trata de proporcionar vivienda a familias para fortalecer su patrimonio. |
| 25. Prevenir, mitigar y atender los riesgos naturales y antrópicos en acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno de manera corresponsable con la sociedad civil. | El proyecto no supone un riesgo natural |
| 26. Promover el desarrollo y fortalecimiento de capacidades de adaptación al cambio climático, mediante la reducción de la vulnerabilidad física y social y la articulación, instrumentación y evaluación de políticas públicas, entre otras. | No aplica (labor institucional) |
| 27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. | El proyecto promueve el acceso a servicios de gua potable y alcantarillado |
| 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. | No aplica (labor institucional) |
| 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | No aplica (labor institucional) |
| 33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza. | No aplica (labor institucional) |

| Estrategia | Vinculación del proyecto (cumplimiento) |
|---|---|
| 34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. | No aplica (labor institucional) |
| 35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. | No aplica (no es un proyecto de producción rural) |
| 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. | No aplica (no es un proyecto agroalimentario) |
| 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | No aplica (no es un proyecto en núcleo agrario) |
| 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | No aplica (labor institucional) |
| 40. Atender 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. | No aplica (labor institucional) |
| 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | No aplica (labor institucional) |
| 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | No aplica (no se trata de una propiedad rural) |
| 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. | No aplica, el terreno es propiedad privada |
| 44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres | No aplica (labor institucional) |

| Estrategia | Vinculación del proyecto (cumplimiento) |
|---|---|
| órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. | |

Una vez analizadas las estrategias para la UAB 81 se encontró que ninguna de ellas se contrapone con el establecimiento, operación y mantenimiento del proyecto. Para el cumplimiento de algunas de ellas será necesaria la implementación de algunas medidas ambientales con la finalidad de coadyuvar a su fortalecimiento y otras tienen una vinculación positiva directa con el proyecto que nos ocupa.

### *III.3.2. Ordenamiento Ecológico del estado de Chiapas*

Este ordenamiento ecológico del territorio tiene como objetivo la elaboración de un instrumento de planeación ambiental, dirigido a la evaluación y programación del uso del suelo y del manejo de los recursos naturales del estado.

El Ordenamiento Ecológico del Territorio, gracias a la integración de análisis interdisciplinarios, será de utilidad para resolver, prevenir y minimizar conflictos ambientales. Ya dentro de los programas sectoriales, el Ordenamiento Ecológico del Territorio permitirá identificar y prevenir los problemas ambientales o sociales de políticas de desarrollo específicas. De este modo, la sociedad en su conjunto obtendrá una ganancia neta en términos de calidad ambiental dentro de un escenario de desarrollo sustentable.

La presencia indígena enriquece y conforma un escenario complejo para el ordenamiento territorial del estado, mismo que urge resolver al abordar la escala regional, micro-regional, municipal y de localidades para dirimir con la participación social, el escenario de desarrollo de Chiapas fundamentado en la protección de su vasta riqueza natural y cultural la cual se encuentra fuertemente amenazada.

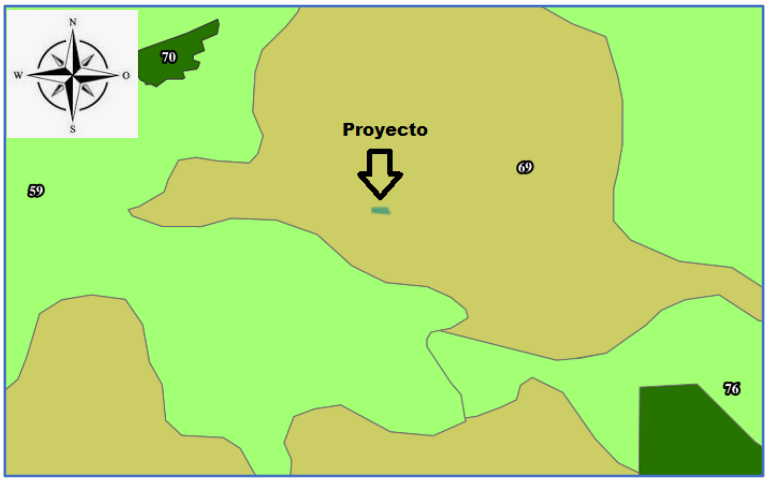


**Figura 3.3. Ubicación del Proyecto respecto a las UGAS del POETECH.**

**Tabla 3.3. Descripción de la UGA del POETECH donde se ubica el proyecto**

| UGA | Política | Lineamientos | Uso predominante | Usos recomendados | Usos no recomendados |
|---|---|---|---|---|---|
| 69 | AR | Lograr un desarrollo sustentable de las actividades agropecuarias aumentando su productividad, mitigando los impactos ambientales que generan, fomentando la creación de agroecosistemas y sin crecimiento de la superficie actual ocupada.<br>Restaurar 19,600 ha de vegetación natural perturbada y las zonas agropecuarias que presenten una pendiente mayor a 30°.<br>Proteger el territorio de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Humedales de Montaña la Kisst.<br>Proteger el territorio de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Humedales de Montaña María Eugenia. | Zonas agropecuarias con fragmentos de bosque templado y asentamientos humanos. | ...<br>Asentamientos humanos (fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riesgo).<br>... | Industria, Minería |

En el Modelo de Ordenamiento, la UGA 69 (donde se ubica el proyecto) tiene políticas de **Aprovechamiento y Restauración**, que se refieren a:

**Política de aprovechamiento sustentable:** Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo o permite su cambio en la totalidad de unidad de gestión territorial (UGA) donde se aplica. En esta política siempre se trata de mantener por un periodo indefinido la función y las capacidades de carga de los

ecosistemas que contiene la UGA. Orientada a espacios con elevada aptitud productiva actual o potencial ya sea para el desarrollo urbano y los sectores agrícola, pecuario, comercial e industrial. El criterio fundamental de esta política consiste en llevar a cabo una reorientación de la forma actual de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, que propicie la diversificación y sustentabilidad y que no impacte negativamente sobre el medio ambiente.

**Política de restauración:** Es una política transitoria, dirigida a zonas que por la presión de diversas actividades antropogénicas han sufrido una degradación en la estructura o función de los ecosistemas, y que no están sujetas a aprovechamientos de alta productividad, por lo que es necesaria la aplicación de medidas para recuperar y restablecer la evolución y continuidad de los procesos naturales y de esta manera asignarles otra política, de conservación o de protección (o preservación).

En lo referente a los **Usos recomendados**, sí se encuentran los asentamientos humanos (fomentando su planificación y sin crecimiento sobre áreas de vegetación natural conservada o perturbada y de riesgo), en este caso, la vegetación donde se ubica el proyecto corresponde a pastizal inducido.

Por otra parte, los **Usos no recomendados** son la industria y la minería, donde cabe resaltar que el proyecto no es de esta naturaleza.

Finalmente, los **Lineamientos**, establecen Proteger el territorio de la Zona sujeta a Conservación Ecológica Humedales de Montaña, en este caso, el proyecto se ubica dentro de dicha ANP, en zona de amortiguamiento y su análisis se presenta en el apartado III.5.

### *III.3.3. Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal De Las Casas*

El planteamiento es que el ordenamiento ecológico territorial y los programas de manejo de cuencas, entre otros instrumentos, sean el eje rector del uso del suelo rural y crecimiento urbano, con lo cual se establezcan los sitios en que la obra pública, en sus diferentes modalidades, pueda ser planeada con visión territorial y defina las localidades que deban contar con los equipamientos y servicios.

La planeación del uso del suelo debe buscar un balance entre las actividades con expresión territorial y protección de los recursos naturales, para así ubicar las actividades productivas en las zonas con mayor aptitud para su desarrollo y donde generen menores impactos ambientales. La planeación territorial es de primordial importancia para

identificar, prevenir y revertir los procesos de deterioro ambiental, como la escasez y contaminación del agua, afectación y pérdida de especies de ora y fauna, degradación del suelo, pérdida de la cobertura vegetal, entre otros, además de disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones humanas ante eventuales desastres naturales. Esto implica que cualquier plan y programa deberá sustentarse en la conservación, lo cual debe reflejarse en políticas de uso de áreas para el desarrollo urbano y rural.

La política pública de ordenamiento territorial se aborda como la estrategia rectora del territorio, sobre la que deben articularse el desarrollo urbano, obra pública e integración territorial. Por último, que este programa se elaboró de manera multidisciplinaria e interinstitucional basada en el conocimiento de los ambientes naturales, sociales y económicos del municipio.

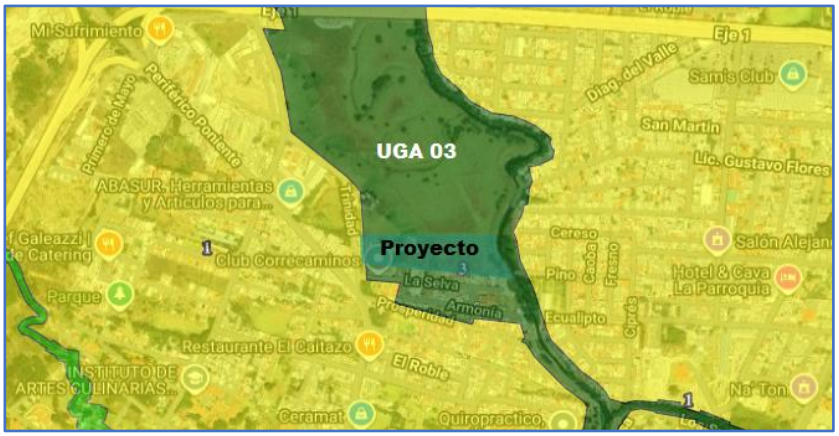


**Figura 3.4. Ubicación del proyecto en la UGA 03 del OET del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas**

**Tabla 3.4. Ficha técnica de la UGA 03.**

| Diagnóstico y Lineamientos | |
|---|---|
| **Política:** Protección<br><br>**Superficie:** 92.46 ha<br><br>**Cobertura:** Asentamientos Humanos (45%), Humedales (55%)<br><br>**% de UGA por cota de elevación (msnm):** 2041 (100%)<br><br>**% de UGA por clase de pendiente (%):** pendiente muy ligeramente inclinada 0-5 grados (98.92%)<br><br>**% de UGA en superficies vulnerables a inundación o a otro tipo de fenómenos naturales:** Erosión 0% e inundación 85.50 %<br><br>**% de UGA que son áreas prioritarias para la conservación:** 100%<br><br>**Superficie de la UGA con importancia para la recarga de acuíferos:** 55%<br><br>**Recursos vulnerables**: Humedales<br><br>**Impactos ambientales potenciales:** Amenaza de urbanización, Presión por asentamientos humanos, transformación total del relieve o paisaje. | **Umbrales o capacidad de carga:** Capacidad de carga para asentamientos humanos agotada<br><br>**Lineamientos ecológicos:**<br>La autorización de cualquier obra queda condicionada a la presentación de evidencias, en el Manifiesto de Impacto Ambiental, que demuestren que las acciones y obras del proyecto tanto en su fase de construcción como en la de operación no alterarán el flujo natural del agua.<br>Se pueden permitir usos de tipo recreativo, tales como parque urbano, deportivo, de convivencia etc., siempre y cuando no se altere la permeabilidad del suelo y el flujo superficial y subsuperficial del agua.<br>Queda prohibido rellenar, compactar, drenar y/o modificar el patrón de escurrimiento de la UGA.<br>No se permite aumentar el área impermeable.<br><br>**Usos compatibles:** Conservación y Turismo<br><br>**Usos incompatibles:** Agricultura, Pecuario, Forestal, Desarrollo urbano y Extracción de materiales pétreos.<br><br>**Comentarios:** Una porción de la UGA cuenta con una declaratoria de Sitio RAMSAR Humedales de Montañas La Kisst con fecha de designación del 02/02/2008. |

**Política de Protección**: Corresponde a aquellas áreas naturales susceptibles de integrarse al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) o a los sistemas equivalentes en el ámbito estatal y municipal. En estas áreas se busca el mantenimiento de los ambientes naturales con características relevantes, con el fin de asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos. La política de preservación de áreas naturales protegidas implica un uso con fines recreativos, científicos o ecológicos. Quedan prohibidas actividades productivas o asentamientos humanos no controlados.

En el análisis del diagnóstico, se detecta que los **humedales** se consideran como recursos vulnerables, asimismo, se identifica a la presión por **asentamientos humanos** y a la amenaza de urbanización como impactos ambientales potenciales.

En cuanto al análisis de los lineamientos ecológicos, el OET del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas establece que la autorización de cualquier obra queda condicionada a la presentación de evidencias en la MIA, que demuestren que las acciones y obras del proyecto tanto en su fase de construcción como en la de operación **no alteren el flujo natural del agua**, y que queda prohibido rellenar, compactar, drenar y/o modificar el patrón de escurrimiento de la UGA, ni se permite aumentar el área impermeable. Finalmente, se establece que el desarrollo urbano es un uso **incompatible.**

## III.4. Regiones prioritarias

Para optimizar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO impulsa el programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad considerando los ámbitos terrestres (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones marinas prioritarias), acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias) y áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS). Se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos[4]. A continuación, se describen las regiones prioritarias que, por su ubicación resultan de interés para los fines del presente estudio.

### *III.4.1. Regiones terrestres prioritarias (RTP´s)*

El sitio del proyecto se localiza fuera de cualquier RTP, la más cercana (RTP Huitepec-Tzontehuitz) se localiza a 3.3 km hacia el norte.

### *III.4.2. Regiones hidrológicas prioritarias (RHP)*

El sitio del proyecto se ubica fuera de alguna RHP, la más cercanas es la RHP Comitán-Lagunas de Montebello, ubicada al sureste.

### *III.4.3. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)*

El sitio del proyecto se ubica fuera de algún AICA, la más cercana (Cerros Alrededor de San Cristobal de las Casas) se localiza a más de 3 km en dirección Oeste.

## III.5 Áreas Naturales Protegidas

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas considera a las ANP's como un instrumento de política ambiental cuya intención es la de proteger porciones del territorio nacional que presentan diversos ecosistemas y en donde el ambiente original no ha sido

[4] http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/regionalizacion.html

esencialmente alterado, por lo que en ellas se producen una serie de beneficios ecológicos de gran utilidad.

Como se observa en las Figuras, en el ámbito federal el proyecto se localiza dentro del polígono del ANP denominada **Humedales de Montaña-La Kisst y María Eugenia**, con categoría de **Área de Protección de Flora y Fauna**.




**Figura 3.6. Ubicación del Proyecto respecto al ANP.**

Por otro lado, el proyecto se ubica cercano al **Sitio RAMSAR** denominado Humedales de Montaña María Eugenia, sin afectar sus polígonos.




**Figura 3.7. Ubicación del Proyecto respecto a los Sitios RAMSAR.**

**Análisis del Decreto del ANP**

Específicamente, se revisó el contenido de los Artículos Séptimo al Décimo, que a la letra dicen:

*ARTÍCULO SÉPTIMO. Dentro de la zona de amortiguamiento del área de protección de flora y fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, solo pueden realizarse las siguientes actividades:*

*Investigación y colecta científicas;*
*Monitoreo del ambiente;*
*Educación ambiental;*
*Turismo de bajo impacto ambiental;*
*Aprovechamiento extractivo de la vida silvestre;*
*Aprovechamiento forestal;*
*Agrícolas y ganaderas;*
*Restauración de ecosistemas y reintroducción o repoblación de especies;*
*Erradicación o control de especies exóticas, exóticas invasoras o que se tornen perjudiciales;*
*Construcción y mantenimiento de infraestructura pública o privada, y*

*Las demás previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de acuerdo con la subzona en donde se pretendan realizar y las consideradas como permitidas en las reglas de carácter administrativo contenidas en el programa de manejo correspondiente. Para las actividades a que se refiere el presente artículo y que requieran de autorización, conforme a las disposiciones jurídicas aplicables, la respectiva unidad administrativa de la institución de que se trate, debe contar previamente con la opinión favorable de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y, en todo caso, las autoridades competentes deben observar los plazos de respuesta previstos en la normativa correspondiente*.

*ARTÍCULO OCTAVO. Las actividades, uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de amortiguamiento del área de protección de flora y fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia deben realizarse de conformidad con la subzonificación correspondiente y sujetarse a las siguientes modalidades:*

*La investigación y colecta científicas, el monitoreo del ambiente y la educación ambiental deben llevarse a cabo de tal forma que no impliquen modificaciones sustanciales a las características o condiciones naturales;*

*La educación ambiental debe llevarse a cabo de tal forma que no alteren el hábitat o la viabilidad de las especies y poblaciones de la vida silvestre, y no implicará la instalación de infraestructura permanente o temporal;*

*El turismo de bajo impacto ambiental solo podrá realizarse siempre que su desarrollo no implique modificaciones de las características o condiciones naturales;*

*El aprovechamiento extractivo de vida silvestre requiere para su autorización la previa opinión favorable de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, excepto cuando dicho aprovechamiento se realice con fines de subsistencia por parte de las comunidades locales que ahí habiten al momento de la expedición del presente decreto, y siempre y cuando no se ponga en peligro a sus especies o poblaciones;*

*El aprovechamiento forestal debe realizarse de manera que no propicie la sustitución, modificación o desaparición de las semillas y órganos de la vegetación forestal nativa;*

*Las actividades agrícolas, ganaderas, forestales, entre otras, se deben realizar únicamente en las subzonas en que, conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, permitan el desarrollo de tales actividades, las cuales deben procurar en todo momento la conservación de los ecosistemas y especies de vida silvestre existentes en el área, y promover, paulatinamente, la eliminación del uso de agroquímicos, como el glifosato para sustituirlos por alternativas sostenibles y culturalmente adecuadas; así como evitar el sobrepastoreo y fomentar la regeneración de la vegetación natural, según corresponda;*

*Las actividades cinegéticas sólo se podrán realizar bajo la modalidad de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre;*

*La restauración de ecosistemas debe llevarse a cabo con el fin de recuperar la continuidad de los procesos ecológicos;*

*La reintroducción o repoblación de vida silvestre se deben realizar con especies nativas, o en su caso, con especies compatibles con el funcionamiento y la estructura de los ecosistemas originales, se debe tomar en consideración que con estas actividades no se comprometa o afecte la recuperación de otras especies existentes en el área, particularmente aquellas que se encuentren en alguna categoría de riesgo;*

*La erradicación o control de especies exóticas, exóticas invasoras o que se tornen perjudiciales debe realizarse conforme a las medidas que para tal efecto autorice la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con el fin de detener la afectación en la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, o de los servicios ecosistémicos o en su caso, propiciar, en su caso, la recuperación de ambos;*

*El mantenimiento o construcción de infraestructura para la investigación científica o el monitoreo del ambiente, manejo, inspección y vigilancia, debe realizarse con la aplicación de ecotecnias de forma que no impliquen la remoción de las poblaciones naturales ni la fragmentación de los ecosistemas y microambientes, en las subzonas en las que el programa de manejo lo permita, en consideración de las características físicas y biológicas de las propias subzonas, y se deben ejecutar conforme a las reglas específicas que dicho programa prevea;*

*Las obras que se ejecuten deben realizarse sin interferir con la captación natural del agua o su infiltración al suelo, y*

*Las demás previstas en las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de Vida Silvestre, de Desarrollo Forestal Sustentable, y otras disposiciones jurídicas aplicables*.

*ARTÍCULO NOVENO. Dentro de la zona de amortiguamiento del área de protección de flora y fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, queda prohibido:*

*Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, tales como insecticidas, fungicidas y pesticidas, entre otros, al suelo o cuerpos de agua;*

*Rellenar, desecar o modificar los cauces naturales permanentes e intermitentes de los cuerpos de agua;*

*Tirar o abandonar residuos fuera de los sitios autorizados para tal efecto;*

*Construir confinamientos para residuos sólidos, así como para materiales y sustancias peligrosas;*

*Introducir ejemplares o poblaciones exóticas o exóticas invasoras de la vida silvestre;*

*Introducir organismos genéticamente modificados, salvo con fines de biorremediación;*

*Acosar, molestar o dañar de cualquier forma a las especies de la vida silvestre;*

*Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de la vida silvestre;*

*Ampliar la frontera agropecuaria mediante la remoción permanente de vegetación natural;*

*Realizar obras y trabajos de exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias, a que se refiere la Ley de Minería;*

*Abrir bancos de material, extraer material pétreo o materiales para construcción;*

*Construir depósitos o sitios de disposición final de terreros, jales, escorias, graseros de las minas y establecimientos de beneficios de los minerales;*

*Disposición final de los residuos mineros y residuos metalúrgicos;*

*Establecer áreas habitadas o urbanizadas que, a partir de un núcleo central presenten continuidad física en todas direcciones, en las cuales existan asentamientos humanos concentrados, que incluyan la administración pública, el comercio organizado y la industria y que cuenten con infraestructura, equipamiento y servicios urbanos tales como energía eléctrica, drenaje y red de agua potable, y*

*Las demás que ordenen las leyes generales del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, de Vida Silvestre, de Desarrollo Forestal Sustentable, y otras disposiciones jurídicas aplicables*.

Finalmente, el **ARTÍCULO DÉCIMO** establece que: *En el área de protección de flora y fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia no se autoriza la fundación de nuevos centros de población, incluidas las zonas de preservación ecológica de los centros de población*.

En conclusión, si bien el Decreto permite la construcción y mantenimiento de infraestructura privada (Artículo 7) como la que representa este proyecto, también establece que se debe contar previamente con la opinión favorable de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas; lo anterior, ya que el Artículo 9 indica que dentro de la zona de amortiguamiento del ANP queda prohibido establecer áreas habitadas o urbanizadas que, a partir de un núcleo central presenten continuidad física en todas direcciones (no es el caso del proyecto) y finalmente, en el ANP no se autoriza la fundación de nuevos centros de población (el proyecto tampoco pretende fundar un nuevo centro de población).

El sitio del proyecto no se encuentra dentro o cerca de algún área natural protegida de carácter estatal o municipal.

## III.6. Instrumentos jurídicos

A continuación, se presenta la vinculación que tiene el Proyecto con diferentes instrumentos legales, reglamentarios y normativos de carácter ambiental; cuyas disposiciones, en algunos casos, son aplicables al mismo (Tablas 3.5, 3.6 y 3.7).

**Tabla 3.5. Vinculación del Proyecto con las leyes ambientales aplicables**

| Precepto | Vinculación |
|---|---|
| **Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** | |
| **Artículo 28**.- *"...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:*<br>*VII.-* ***Cambios de uso del suelo de áreas forestales****, así como en selvas y zonas áridas"* | El Proyecto se pretende realizar en un predio cubierto por vegetación de pastizal inducido, que no es considerado como vegetación forestal. |
| **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 actividades de que se trate...así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesidades para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente...*<br>*Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente."* | La presente MIA se elaboró en apego a lo señalado en la Guía, dentro de su contenido se incluye la identificación, evaluación y descripción de los posibles impactos ambientales negativos asociados al Proyecto, así como las medidas ambientales propuestas para su prevención, mitigación y/o conservación.<br>Las actividades contempladas en este proyecto no se consideran como altamente riesgosas. |
| **Ley General de para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** | |

| Precepto | Vinculación |
|---|---|
| **Artículo 22.- "***Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales."* | Al momento de elaborar el presente documento, particularmente el Capítulo II, se consultó la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 para determinar, de los residuos que se espera se generen durante la vida útil del Proyecto, determinándose que el proyecto no generará este tipo de residuos. |
| **Ley General de Vida Silvestre** | |
| **Artículo 4o.** *"Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación..."* | Para prevenir afectaciones directas a la fauna, el Proyecto propone, en caso de detectarse la presencia de ejemplares de fauna silvestre; su ahuyentamiento, rescate y reubicación, así como la prohibición para la colecta, extracción, caza y consumo de animales silvestres. |
| **Artículo 63. "***La conservación del hábitat natural de la vida silvestre es de interés público..."* | Además de la ejecución de actividades orientadas directamente a la protección de la fauna silvestre, el Proyecto señala otras acciones tendientes a la conservación de la flora silvestre. |

**Tabla 3.6. Vinculación del Proyecto con los reglamentos ambientales aplicables**

| Precepto | Vinculación |
|---|---|
| **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental** | |
| **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:*<br>*... O) cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas Áridas:*<br>*I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de* | El proyecto no se ubica en terrenos forestales, de acuerdo con la definición plasmada en la LGDFS y su Reglamento. |

| Precepto | Vinculación |
|---|---|
| *servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; ...”* | |
| **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...”* | El presente documento se presentará ante la autoridad ambiental competente en la materia, a fin de solicitar su evaluación para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental. |
| **Artículo 47.-** *“La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a lo previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan y en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables...”* | De ser favorable la evaluación del impacto ambiental, el Promovente se sujetará a los Términos y Condicionantes que señale la autorización en materia de impacto ambiental, así como a los preceptos aplicables presentes en los instrumentos jurídicos, reglamentarios y normativos en materia ambiental. |
| **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos** | |
| **Artículo 83.-** *“El almacenamiento de residuos peligrosos se realizará de acuerdo con lo siguiente:*<br>*I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios;*<br>*II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y*<br>*III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro generación de residuos peligrosos.”* | Para el manejo de los residuos que se generen durante la implantación del Proyecto se habilitarán espacios que garanticen su buen resguardo y prevengan incidentes con los mismos. Asimismo, se promoverá entre los trabajadores la separación de los residuos, esto a través de actividades de concienciación y capacitación en el manejo de residuos, así como brindando los equipos y materiales necesarios para dicho fin. |

**Tabla 3.7. Vinculación del Proyecto con Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental aplicables**

| Normas Oficiales Mexicanas | Vinculación |
|---|---|
| **En materia de contaminación atmosférica**<br>***NOM-041-SEMARNAT-2015.*** *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible*. | Los vehículos que usen gasolina como combustible y que se empleen en las diferentes etapas del Proyecto, serán sometidos a un programa de mantenimiento vehicular en talleres especializados para ello, a fin de que sus emisiones contaminantes se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles.<br>Particularmente, durante la construcción, se ejecutarán actividades de inspección visual a fin de identificar condiciones físicas en los vehículos (modificaciones y/o averías), que pudieran producir emisión de gases a la atmósfera anómalas. |
| ***NOM-045-SEMARNAT-2006.*** *Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición*. | Los vehículos que usen diésel como combustible y que se empleen en las diferentes etapas del Proyecto, serán sometidos a un programa de mantenimiento vehicular en talleres especializados para ello a fin de que sus emisiones contaminantes se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles.<br>Particularmente, durante la construcción, se ejecutarán actividades de inspección visual a fin de identificar condiciones físicas en los vehículos (modificaciones y/o averías), que pudieran producir emisión de gases a la atmósfera anómalas. |
| ***NOM-050-SEMARNAT-1993****. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible*. | Los vehículos que usen gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible y que se empleen en las diferentes etapas del Proyecto, serán sometidos a un programa de mantenimiento vehicular en talleres especializados para ello a fin de que sus emisiones contaminantes se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles.<br>Particularmente, durante la construcción, se ejecutarán actividades de inspección visual a fin de identificar condiciones físicas en los vehículos |

| Normas Oficiales Mexicanas | Vinculación |
|---|---|
| | (modificaciones y/o averías), que pudieran producir emisión de gases a la atmósfera anómalas. |
| **En materia de residuos peligrosos**<br>***NOM-052-SEMARNAT-2005.*** *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos* | No se identificaron residuos de este tipo durante las diferentes etapas del proyecto |
| **En materia de contaminación por ruido**<br>***NOM-080-SEMARNAT-1994.*** *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.* | Los vehículos que se empleen en las diferentes etapas del Proyecto, serán sometidos a un programa de mantenimiento a fin de que sus emisiones de ruido se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles.<br>Durante la construcción, se ejecutarán actividades de inspección visual a fin de identificar condiciones físicas en los vehículos (modificaciones y/o averías), que pudieran producir niveles de ruido anómalos. |
| **En materia de protección de flora y fauna silvestre**<br>***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*. | Durante la elaboración del inventario biológico presente en este documento se utilizó dicho instrumento normativo para determinar si alguna de las especies de flora y fauna registradas en el área de estudio presentan alguna categoría de riesgo; lo anterior, a fin de diseñar las estrategias pertinentes para prevenir o mitigar su afectación. No se detectó la presencia de especies protegidas. |

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Tabla de Contenido

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL** ..... 1

**IV.1 Delimitación del área de estudio** ..... 1

**IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental** ..... 2

**IV.2.1 Aspectos abióticos** ..... 2

**a) Clima** ..... 2

**b) Geología y geomorfología** ..... 3

**c) Suelos** ..... 7

**d) Hidrología superficial y subterránea** ..... 8

**IV.2.2 Aspectos bióticos** ..... 9

**a) Vegetación terrestre** ..... 9

**b) Fauna** ..... 11

**IV.2.3 Paisaje** ..... 12

**IV.2.4 Medio socioeconómico** ..... 13

**a) Demografía** ..... 13

**b) Factores socioculturales** ..... 15

**IV.2.5 Diagnóstico ambiental** ..... 16

**a) Integración e interpretación del inventario ambiental** ..... 16

**b) Síntesis del inventario ambiental** ..... 16

**REFERENCIA** ..... 19

Contenido de figuras y tablas

Figura IV.1. Ubicación del área de interés..... 4

Figura IV.2. Climograma de la estación 7144, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas..... 5

Figura IV.3. Geología del predio La Trinidad..... 6

Figura IV.4. Topografía del predio La Trinidad..... 7

Figura IV.5. Fallas y fracturamientos geológicos en el predio..... 8

Figura IV.6. Edafología en el predio de interés..... 9

Figura IV.7. Hidrología en el predio La Trinidad..... 10

Figura IV.8. Tipo de vegetación y uso del suelo en predio La Trinidad..... 12

Figura IV.9. Análisis histórico del uso de suelo en el predio..... 13

Tabla IV.1 Listados de especies de flora en el predio..... 18

Tabla IV.2. Listados de especies de flora en el predio..... 19

Tabla IV.3. Listado de herpetofauna del predio..... 19

# CAPÍTULO IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL

## IV.1 Delimitación del área de estudio

El área de interés se encuentra en San Cristóbal de las Casas, Chiapas, en la zona de amortiguamiento del área de protección de flora y fauna La Kisst (Figura IV.1). Comprende una superficie de 2.0 ha (20,000 $m^2$), a pocos metros de la colonia Explanada del Carmen.




Figura IV.1. Ubicación del área de interés.

# IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

## IV.2.1 Aspectos abióticos

### a) Clima

El Área de interés se encuentra en la zona de amortiguamiento de la franja Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, se localiza en el Valle de San Cristóbal de Las Casas, dentro de la región fisiográfica Altos de Chiapas, a una altitud de 2,110 m.s.n.m. De acuerdo con la calificación de Köppen, modificado por Enriqueta García en 1994, la zona presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, clasificado como C($w_2$), característico de las regiones montañosas del sureste mexicano (García, 2004).

De acuerdo con los datos de la Estación 7144 que se encuentra a 2.2 kilómetros de predio, la temperatura media anual oscila en 15.5 °C, mientras que la precipitación media anual de 945.5 mm (Figura IV.2), concentrándose principalmente entre mayo y octubre (SMN, 2026). Durante la temporada invernal son frecuentes las neblinas, heladas ligeras y una elevada humedad atmosférica, factores que contribuyen al mantenimiento de las condiciones hidrológicas necesarias para la permanencia de los humedales de montaña (CONANP, 2022).

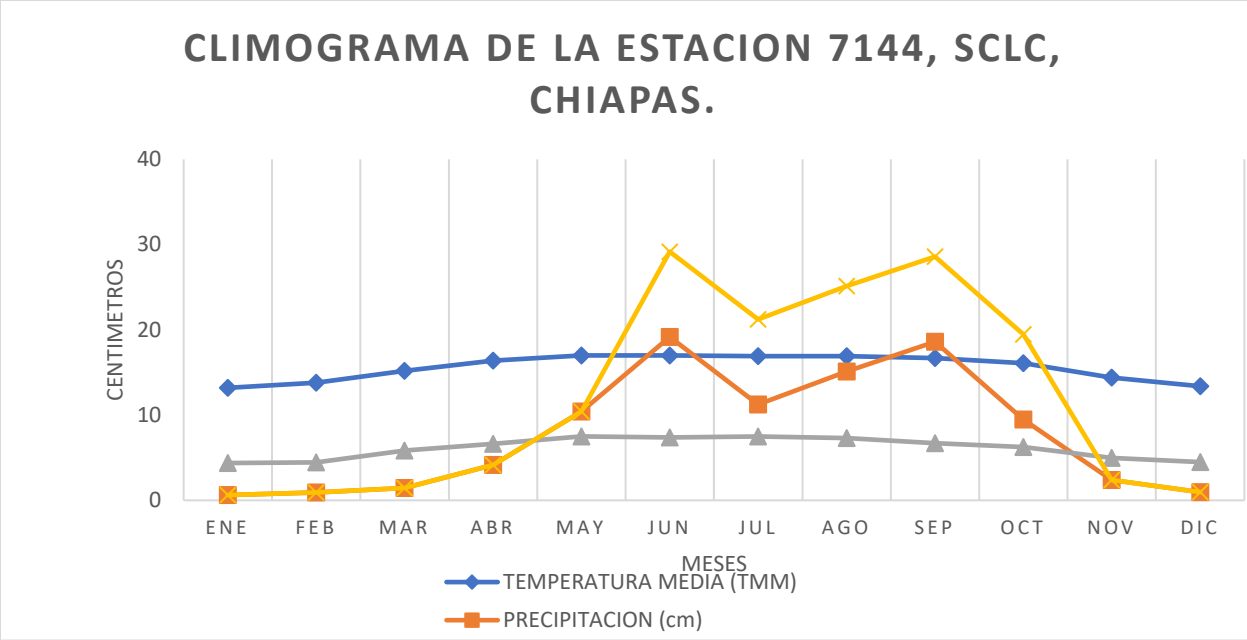


Figura IV.2. Climograma de la estación 7144, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.

## b) Geología y geomorfología

### *Características litológicas del área*

Se ubica dentro de la provincia geológica de Chiapas denominada "Cinturón Chiapaneco de Pliegues y Fallas", conformada principalmente por sedimentos marinos carbonatados del Grupo Sierra Madre (Albiano-Santoniano); y de sedimentos granulares areniscas tipo grauvacas micáceas y limolitas rojas, pertenecientes a la Formación El Bosque (Terciario eocénico) de ambiente geotectónico orogénico (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), 2023), la actividad tectónica conformó una topografía abrupta de origen volcánico caracterizada por una secuencia de rocas sedimentarias mesozoicas, principalmente calizas, dolomías, lutitas y areniscas asociadas a antiguos ambientes marinos someros (INEGI, 2005).

El valle de San Cristóbal corresponde a una depresión tectónica rellena por depósitos cuaternarios de origen lacustre y aluvial (Figura IV. 3). Estos materiales presentan espesores variables y están constituidos por limos, arcillas, arenas finas y materia orgánica

acumulada durante miles de años de sedimentación en ambientes húmedos. En algunas zonas destacan las estructuras y drenaje cárstico y existe una gran estructura cárstica denominada Poljé, donde se presenta una combinación de fallas transcurrentes y materiales líticos diversos, que originan un escurrimiento perenne cuyo cauce principal es el Río Amarillo. La cuenca del Valle de Jovel es endorreica, es decir, es una cuenca cerrada, que vierte sus aguas a la parte más baja del valle, que está a 2,110 m s. n. m. y corresponde al "sumidero" (parte centro-sur de la ciudad). La parte más alta se ubica a 2,800 m s. n. m. y corresponde al volcán Tzontehuitz, ubicado al noreste de la cuenca (SCLC, 2010).

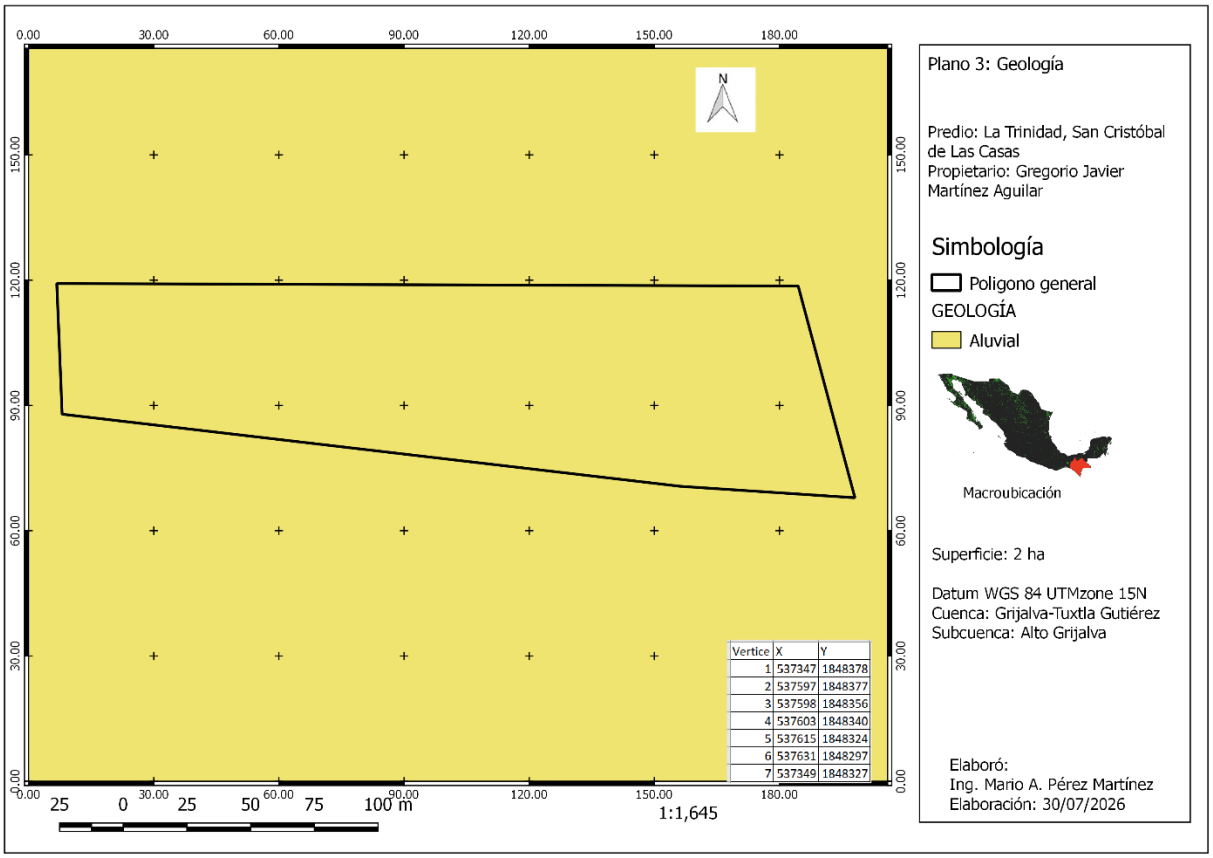


Figura IV.3. Geología del predio La Trinidad. Fuente: CEIEG, 2026.

La presencia de rocas carbonatadas en las zonas montañosas circundantes favorece el desarrollo de sistemas kársticos y acuíferos fracturados que almacenan y conducen agua

subterránea hacia el fondo del valle, donde emergen mediante manantiales y zonas de descarga que sostienen la funcionalidad ecológica de los humedales (CONANP, 2022).

### *Características geomorfológicas*

Geomorfológicamente, los Humedales de La Kisst se desarrollan sobre una planicie lacustre ubicada en el fondo de una cuenca endorreica intermontana rodeada por elevaciones que superan los 2,500 m.s.n.m., como el cerro de Huitepec.

### *Características del relieve*

De acuerdo con la capa de topografía de INEGI 2015, el relieve dominante dentro del área protegida es plano a ligeramente ondulado, constatado en campo con un clinómetro marca registrada Suunto, el predio cuenta con una pendiente media generalmente inferiores al 5 % (Figura IV. 4), lo que favorece la acumulación superficial de agua y la formación de extensas áreas inundables. Hacia los márgenes del valle se observan abanicos aluviales y depósitos coluviales procedentes de las laderas circundantes.

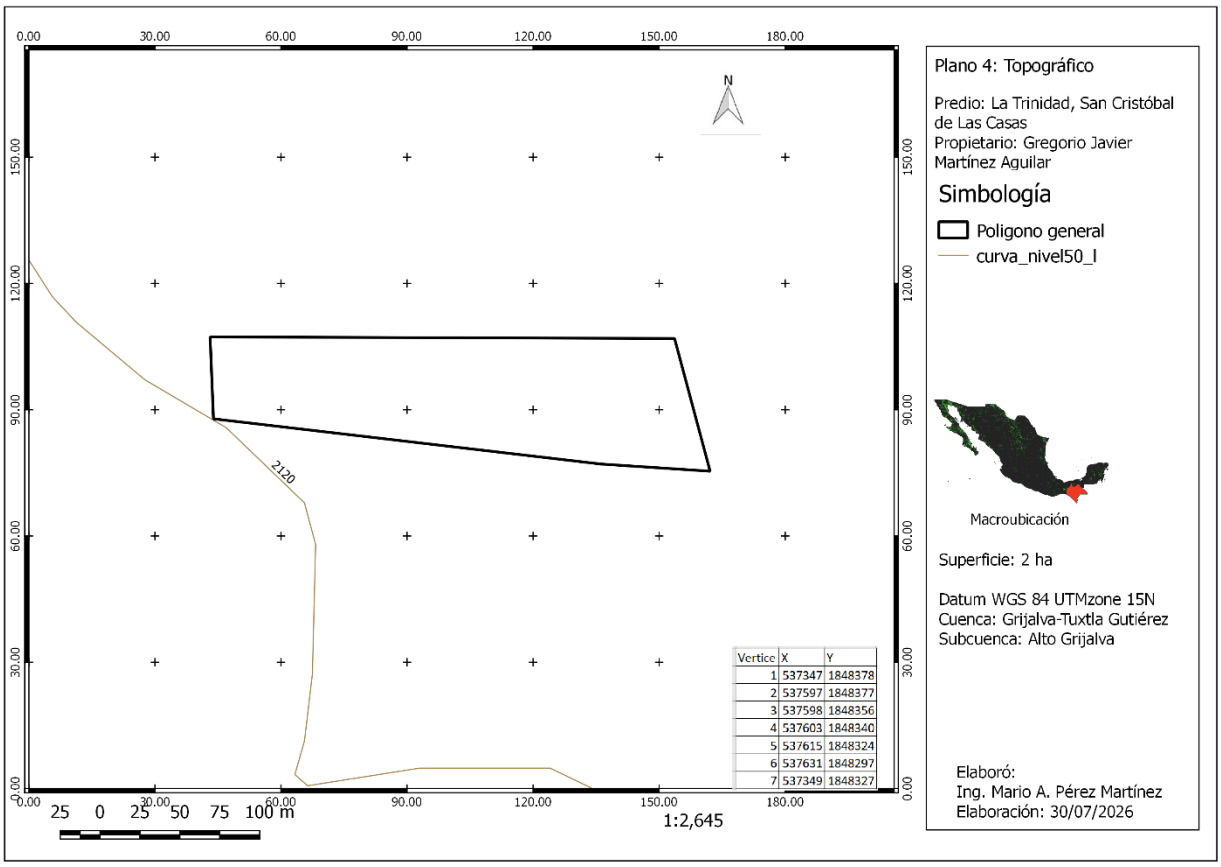


Figura IV.4. Topografía del predio La Trinidad. Fuente: INEGI, 2015.

### *Presencia de fallas y fracturamientos*

Las fallas y fracturamientos geológicos son rupturas en la corteza de la Tierra que se forman cuando las rocas ya no soportan la fuerza y la presión del planeta. El predio se encuentra, en una zona de inestabilidad geológica y de laderas colindante con el sistema de fallas Polochic-Motagua (ANP, 2023). De acuerdo con los datos de CEIEG, 2026 y verificado en campo (Figura IV.5), visiblemente no se aprecian fallas en el área de estudio.

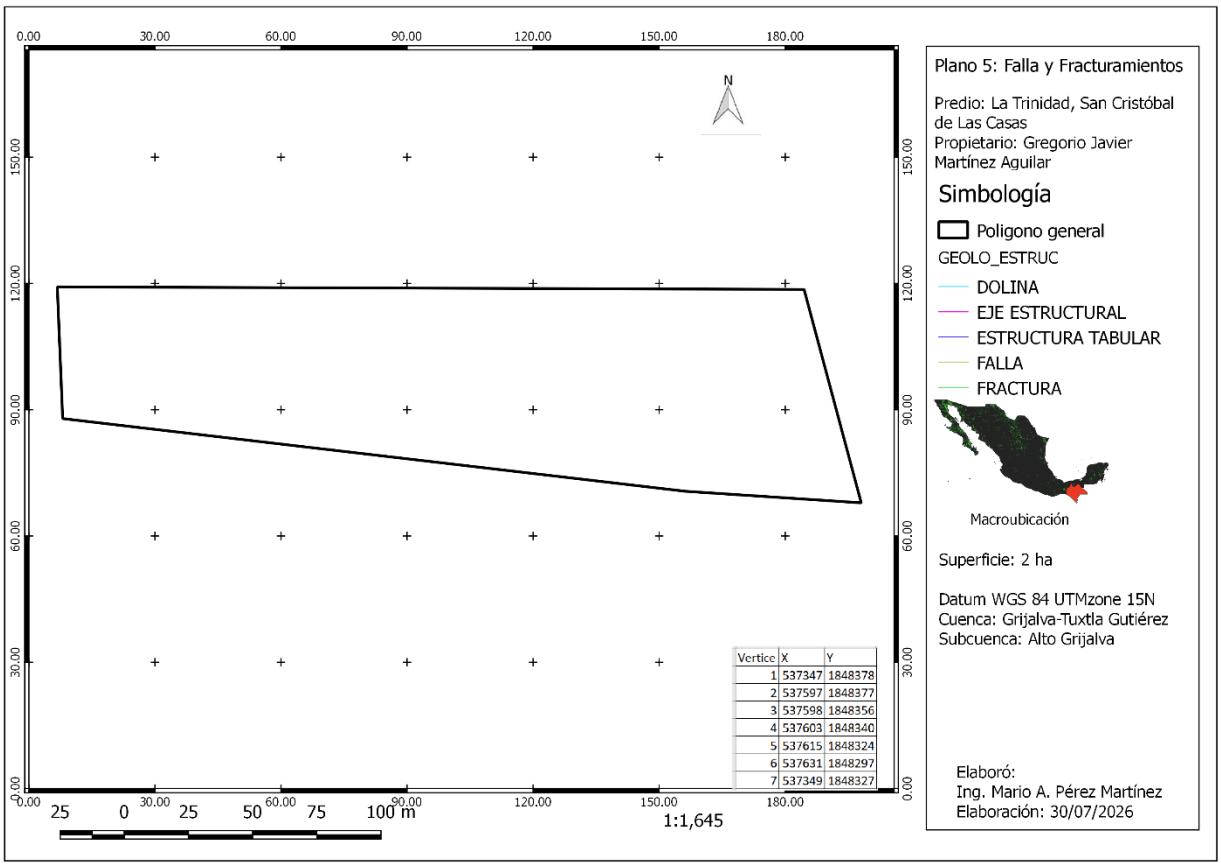


Figura IV.5. Fallas y fracturamientos geológicos en el predio. Fuente: CEIEG, 2026.

### c) Suelos

De acuerdo con los datos de ANP, 2023, los suelos presentes dentro de la propuesta de APFF Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia son: Luvisol (67.42 %), Alisol (17.23 %), Leptosol (10.15 %), No aplica (3.15 %) y Gleysol (2.05 %) (Carta geográfica de Chiapas, 2017). En específico, en el área de estudio pertenece al tipo de suelo Gleysol (INEGI, 2007) (Figura IV. 6), estos tipos de suelos se encuentran en zonas de depresión que no reciben aportes regulares de sedimentos; sus perfiles evidencian un nivel freático poco profundo durante la mayor parte del año, en tanto, frecuentemente están saturados de agua. (Mantel, et al., 2023 y FAO, 2026). Sin embargo, con base en las cartas edafológicas del Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (2024), demuestra que el suelo del área de

interés corresponde al suelo antrópicos de tipo Tecnosol. Este tipo de suelo presenta características que contienen una gran cantidad de materiales de desecho artificiales (sellados, rellenos, minería) (Base de Referencia Mundial para los Recursos del Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), 2026).

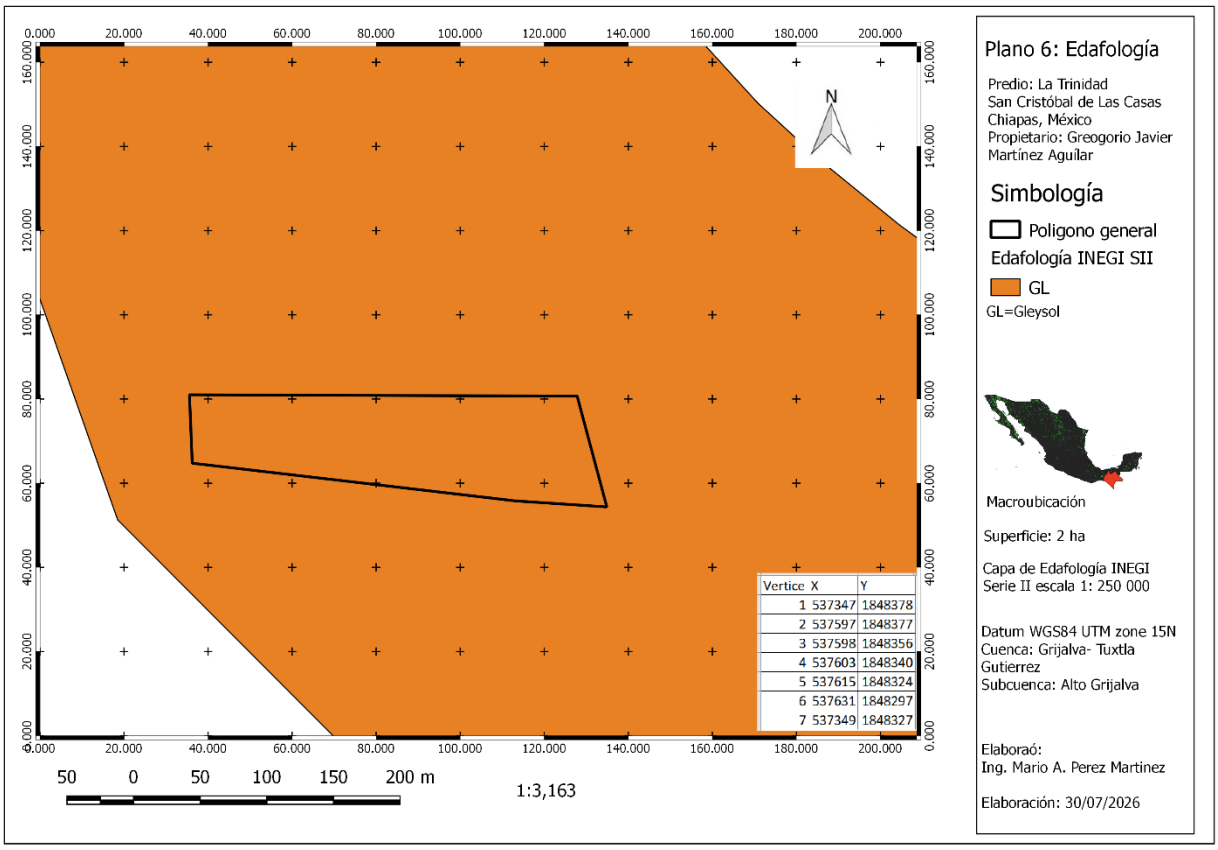


Figura IV.6. Edafología en el predio de interés. Fuente: INEGI, 2007.

### d) Hidrología superficial y subterránea

Se localiza en la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, subregión hidrológica medio Grijalva. El humedal forma parte de la Cuenca San Cristóbal, misma que se divide en cuatro subcuencas: la del Chamula, la del Amarillo, la del Fogótico y la del Sumidero (WBR, 2007). De acuerdo con las capas de INEGI 2010 y CEIEG, 2026, el predio se encuentra en la subcuenca Alto Grijalva. Cabe mencionar, que en el predio atraviesa un canal de agua; al referirse un canal, significa que no es un cauce natural, sino que fue modificada por la

intervención humana. Entre 1969 y 1973 se realizaron alteraciones en los principales ríos para que su cauce superficial finalizara en el barrio de El Santuario, donde el agua es captada y conducida hacia el interior del túnel. (Montoya Gómez et al., 2008) (Figura IV. 7).

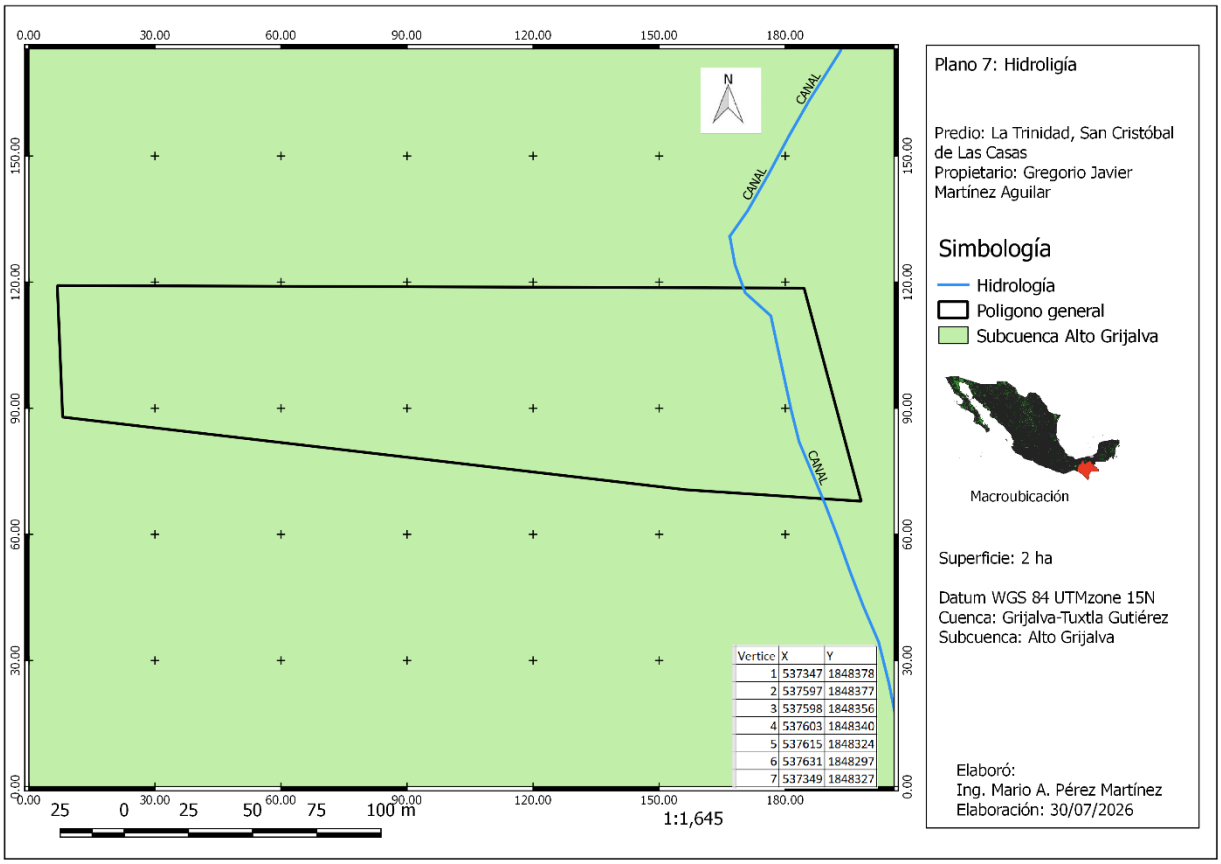


Figura IV.7. Hidrología en el predio La Trinidad. Fuente: CEIEG, 2026.

## IV.2.2 Aspectos bióticos

### a) Vegetación terrestre

El tipo de vegetación que domina en el Valle de Jovel consiste en vegetación riparia, arbórea y vegetación secundaria que coexiste a su vez con agricultura de temporal en proceso de ampliación (SCLC, 2010). En el área del APFF Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia existen dos tipos de asociaciones vegetales representadas por vegetación

secundaria arbustiva de bosque de pino-encino y pastizal cultivado. Específicamente en el área de estudio, a través de capa de Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII de INEGI (2021), el predio corresponde a una vegetación de pastizal cultivado y asentamientos humanos (Figura IV.8). Debido a la pequeña escala de capa, se realizó un análisis histórico de uso de suelo con el software Google Earth Pro de acceso público teniendo resolución desde el año 2000 (Figura IV.9), y con el recorrido en campo se pudo constatar el are estudio efectivamente contiene pastizal cultivado.

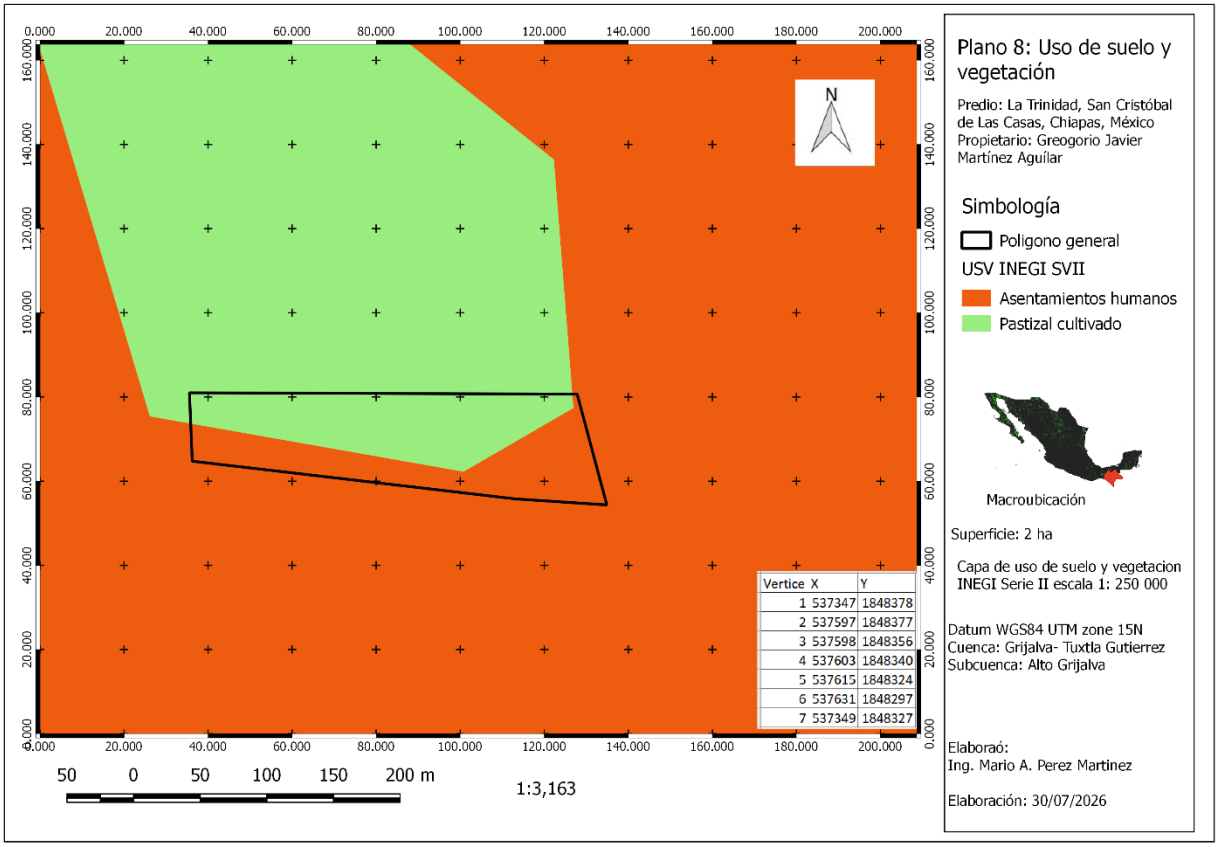


Figura IV.8. Tipo de vegetación y uso del suelo en predio La Trinidad. Fuente: INEGI, 2021.



2001



2010



2020



2025 al actual

Figura IV.9. Análisis histórico del uso de suelo en el predio. Fuente: Google Earth pro.

### b) Fauna

De acuerdo con los datos de la Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN), en 2021, menciona que el Humedal de Montaña La Kisst es un área importante e indispensable para el descanso, reproducción y alimentación de diversas especies de vertebrados como el pez escamudo (*Profundulus hildebrandi*), considerado como especie endémica y considerada en peligro de extinción. En los Anfibios se han registrado 12

especies de anuros como la rana de árbol chiapaneca (*Dryophytes walkeri*), rana borrega de montaña (*Hypopachus barberi*), sapo de montaña (*Incilius boucorti*) o la rana manchada (*Lithobates maculatus*). Se han registrado 19 especies de reptiles nativas como por ejemplo la lagartija espinosa verde (*Sceloporus taeniocnemis*), el dragoncito liso de montaña (A*bronia moreletti*), la culebra cavadora ocotera (*Adelphicos nigrilatum*) y la culebra acuática (*Thamnophis proximus)*, estas dos últimas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo las categorías de sujeta a protección especial y amenazada respectivamente. En general este grupo ocupa diferentes nichos dentro de la propuesta de ANP, por ejemplo, las lagartijas habitan sobre todo en las zonas donde hay arbustos y pequeños árboles. La culebra cavadora ocotera (*A. nigrilatum*) se encuentra debajo de troncos y piedras en las áreas de pastizales donde es bastante abundante y la culebra acuática (*T. proximus*) habita los sitios cenagosos, es muy abundante y su alimento principal son las ranas y sapos de los humedales.

La avifauna se tiene registrada con 139 especies registradas, incluyendo especies residentes y migratorias. Destacan 18 especies incluidas en la NOM-O59- SEMARNAT-2010 bajo alguna categoría de riesgo como el chipe rosado (*Cardellina versicolor*), en peligro de extinción, el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), sujeto a protección especial o el rascona limícola (*Rallus limicola*), en la categoría de amenazada y en los mamíferos actualmente se han registrado 39 especies de mamíferos, siendo los roedores y los murciélagos los grupos más abundantes (SEMAHN, 2021). En el apartado IV. 2.5. Se enlista las especies de flora y fauna encontradas en el área de estudio.

### IV.2.3 Paisaje

El área del proyecto se encuentra en un área de expansión en la cual se encuentran desarrollos industriales y comerciales en el área de influencia indirecta los cuales han modificado el paisaje, por lo que el desarrollo del proyecto afectará de manera mínima al

área de influencia indirecta, mientras que el desmonte, la maquinaria, el almacenamiento de materiales, etc., afectará el área de influencia directa.

### IV.2.4 Medio socioeconómico

#### a) Demografía

La zona de estudio se encuentra en la región socioeconómica V Altos Tsotsil-Tseltal, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Comprende dentro de la región hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, cuenca Grijalva–Tuxtla Gutiérrez y subcuenca Alto Grijalva (INEGI, 2010).

##### *Población*

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, el municipio de San Cristóbal de Las Casas registró una población total de 215,874 habitantes, de los cuales el 52.6 % son mujeres y el 47.4 % son hombres, lo que representa una relación de 90 hombres por cada 100 mujeres. La población Sancristobalense es relativamente joven, con una edad promedio de 26 años, lo que significa que la mitad de sus habitantes tiene 26 años o menos. Asimismo, el municipio cuenta con una densidad de aproximadamente 548 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo uno de los municipios más urbanizados del estado (INEGI, 2020).

##### *Migración*

En el aspecto migratorio constituye una característica importante del municipio. De acuerdo con los datos del censo de población y vivienda 2020 del INEGI, una proporción de la población de cinco años y más residía en un lugar distinto cinco años antes del Censo de 2020, manifestando una importante movilidad social.

Las principales causas de migración hacia el municipio fueron:

- Reunificación familiar: 37.6 %
- Trabajo: 36.1 %
- Estudios: 11.8 %

- Otras causas: 14.5 %

Derivado de lo anterior, se muestra que San Cristóbal de Las Casas funciona como un importante centro regional que atrae población por motivos laborales, educativos, familiares y la sensación del mejoramiento en las condiciones socioeconómicas.

### *Pobreza*

De acuerdo con el Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022 del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) y del Gobierno de México, San Cristóbal de Las Casas presenta importantes rezagos sociales, aunque menores que otros municipios del estado.

Entre los principales indicadores destacan:

- Población total: 215,874 habitantes.
- Población indígena: 103,865 personas, equivalente a cerca del 48 % del total municipal.

El municipio presenta un grado de marginación bajo, mientras que el grado de rezago social es muy alto, debido principalmente a las desigualdades entre la zona urbana y las localidades rurales.

### *Vivienda*

En San Cristóbal de las Casas, cerca del 24% de la población enfrenta carencia de servicios básicos y el 12% habita en viviendas con materiales de mala calidad, espacio insuficiente y/o condiciones desfavorables (especialmente en acceso al agua potable, drenaje y uso de combustibles limpios para cocinar) (Gobierno de México, 2026).

Las condiciones habitacionales en el municipio se pueden detallar de la siguiente manera: Infraestructura y Servicios: El hacinamiento y los espacios insuficientes son problemas continuos, especialmente entre la población trabajadora local y con algún grado de marginación y pobreza.

Mercado Inmobiliario: El costo promedio de una casa oscila entre los $2,500,000 a $3,000,000 de pesos, dependiendo de la ubicación. El sector inmobiliario ha reportado una alta demanda y una tendencia hacia el crecimiento vertical debido a la escasez de terrenos. Con estos precios, generalmente un trabajador promedio le queda totalmente inalcanzable adquirir una vivienda.

Gentrificación y Desplazamiento: El aumento del turismo ha provocado la conversión de casas tradicionales en el centro histórico a hoteles, lo que ha generado el desplazamiento de residentes locales. Aunado a las personas desplazadas por problemas sociales en su localidad.

Programas Sociales: La ciudad enfrenta dificultades para acceder a apoyos federales como "Vivienda para el Bienestar" debido a la falta de reservas territoriales donadas por el ayuntamiento para la construcción.

Actualmente, las personas interesadas en el predio para el establecimiento de viviendas, son de origen indígena y cuentan con capacidades económicas limitadas para adquirir sitios con mayor plusvalía.

### b) Factores socioculturales

San Cristóbal de Las Casas es uno de los principales centros de diversidad cultural de México. En el municipio conviven población mestiza con pueblos indígenas, principalmente tzotziles y tzeltales, quienes conservan sus lenguas, formas de organización comunitaria, vestimenta tradicional, gastronomía y prácticas ceremoniales. Esta diversidad constituye uno de los principales elementos de la identidad local y fortalece el patrimonio cultural de la región (Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas, 2022). Además, el municipio ha experimentado un crecimiento demográfico acelerado debido a la migración proveniente de comunidades rurales e indígenas de Los Altos de Chiapas por diversas causas. Este proceso ha incrementado la demanda de vivienda, servicios públicos, educación y empleo, con ello, de transformar la composición social de la ciudad.

## IV.2.5 Diagnóstico ambiental

### a) Integración e interpretación del inventario ambiental

La consideración del diagnóstico general del área del proyecto es el siguiente:

El predio se ubica en un área con vegetación de pastizal inducido y se corrobora con las imágenes de satélite desde 1985 con el software Google Earth Pro, tiene un suelo de tipo Gleysol con abundante presencia de arcillas. De acuerdo con las imágenes de satélite el predio ha tenido un uso de suelo de pastizal inducido lo que ha generado una compactación paulatina en la estructura del suelo, en tanto, no se posee rasgos culturales importantes, puesto que las condiciones del mismo fueron ya modificadas con anterioridad por las actividades agropecuarias que se desarrollaban tanto en el sitio como en los alrededores, aunado a que, se encuentra en una zona de expansión urbana ya que actualmente existe presión de tipo antropogénica.

En el aspecto ambiental, dando la superficie, se realizó recorridos en campo para identificar los componentes de la vegetación, en el cual se encontraron elementos arbustivos en la orilla del río, mismo que está destinado para la conservación, mientras que, en el espacio para la construcción, está dominado por herbáceas y pastos inducidos.

### b) Síntesis del inventario ambiental

Para el análisis ambiental en el predio La Trinidad, se aplicaron diversos métodos para tener una mejor a proximidad de cada categoría. Dichos métodos fueron censos, muestreo por transectos y visualización directa que a continuación se describen cada uno.

#### *Flora*

Para el componente vegetal se realizó un censo, lo cual, se lograron identificar las siguientes especies:

Tabla IV.1 Listados de especies de flora en el predio.

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---|---|---|
| *Asteraceae* | *Baccharis conferta* | Escobilla |
| *Rosaceae* | *Crataegus mexicana* | Manzanillo |
| *Asteraceae* | *Cirsium horridulum* | Cardosanto |
| *Solanaceae* | *Datura stramonium L.* | Toloache común |
| *Oleaceae* | *Fraxinus uhdei* | Fresno |
| *Salicaceae* | *Salix sp.* | Sauce |
| Caprifoliaceae | *Sambucus mexicana* | Sauco |
| *Asteraceae* | *Solidago mexicana* | Vara de Oro |
| *Euphorbiaceae* | *Ricinus communis L.* | Higuerilla |
| *Solanaceae* | *Solanum nigrescens* | Hierba mora |
| *Fabaceae* | *Trifolium repens L.* | Trébol |

### *Fauna*

Se realizo recorrido en campo logrando identificar las siguientes especies de fauna.

Tabla IV.2. Listados de especies de flora en el predio.

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---|---|---|
| *Icteridae* | *Quiscalus mexicanus* | Zanate |
| *Cathartidea* | *Coragyps atratus* | Zopilote |
| *Passeridea* | *Passer domesticus* | Gorrión común |
| *Helicidae* | *Cornu aspersum* | Caracol |
| *Cricetidae* | *Reithrodontomys mexicanus* | Ratón |
| *Muridae* | *Rattus rattus* | Rata |

### *Reptiles y anfibios*

Se realizó transecto para el registro de las especies, lo cual, se registró un individuo de *Incilius bocourti,* sin embargo, los pobladores mencionan haber visto otras especies que se mencionan en la tabla IV.3.

Tabla IV.3. Listado de herpetofauna del predio.

| Familia | Nombre científico | Nombre común |
|---|---|---|
| *Microhylidae* | *Hypopachus barberi* | Rana |
| *Bufonidae* | *Incilius bocourti* | Sapo |
| *Phrynosomatidae* | *Sceloporus taeniocnemis* | Lagartija |
| *Anguidae* | *Abronia moreletii* | Lagartija |

## REFERENCIA

Base de Referencia Mundial para los Recursos del Suelo (WRB, por sus siglas en inglés). 2026. El Sistema de Clasificación de Suelos FAO-UNESCO. Disponible de https://www.fao.org/4/y1899e/y1899e02.htm#TopOfPage

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP). 2023. Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia. 144 páginas, incluyendo anexos.

Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica (CEIEG). 2026. Capas de geología. Gobierno del Estado de Chiapas. Mexico. Disponible de https://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/

CEIEG. 2026. Capas de Hidrología. Gobierno del Estado de Chiapas. Mexico. Disponible de https://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2021. Capas de vegetación. Mexico. Disponible de http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=usv250s7gw:1@m=mixto

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2007. Capas de edafología de Chiapas: Geografía y Medio Ambiente. Conjunto de datos vectoriales de información Edafológica. Escala 1:250 00, Serie II Continuos Nacional Tuxtla Gutiérrez. México. Disponible de https://www.inegi.org.mx/temas/edafologia/#descargas

INEGI. 2010. Capas de Hidrografía de Chiapas, Geografía y Medio Ambiente. escala 1:50000 edición 2010 Mexico. Disponible de https://www.inegi.org.mx/temas/hidrografia/#descargas

INEGI. 2015. Topografía: Geografía y Medio Ambiente. Conjunto de datos vectoriales de información topográfica San Cristóbal de Las Casas, 1:50 000, Serie III. México. Disponible de https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#descargas

INEGI. 2020. Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI-México. disponible de https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#datos_abiertos

INEGI. 2021. Capa de Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VII (continuo nacional). México. Disponible de http://geoportal.conabio.gob.mx/#!l=usv250s7gw:1@m=mixto

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2026. Suelos minerales condicionados por la topografía. FAO. Disponible de https://www.fao.org/4/y1899e/y1899e07.htm#TopOfPage

Gobierno de México. Secretaría de Bienestar. (2022). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. Disponible de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698059/07_078_CHIS_San_Cristo_bal_de_las_Casas.pdf?utm_source=chatgpt.com

Gobierno de México. Secretaría de Bienestar. (2026). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. Disponible de www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/1060917/07078_SanCristobalDeLasCasas_2026.pdf

Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas. (2022). *Atlas de los pueblos indígenas de México*.

Keller A.A. 2006, Desarrollo de un Plan de Administración Sostenible para la Cuenca de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México, University of California, Santa Barbara. Pp. 220.

Mantel, S., Dondeyne, S., & Deckers, S. (2023). World reference base for soil resources (WRB). Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 9780128229743002000.

Montoya Gómez, G., Hernández Ruiz, J. F., Castillo Santiago, M. Á., Díaz Bonifaz, D. M., & Velasco Pérez, A. (2008). Vulnerabilidad y riesgo por inundación en San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Estudios Demográficos y Urbanos, 23(1), 83–122. https://doi.org/10.24201/edu.v23i1.1304

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2026. Normales Climatológicas por Estado, estación meteorológica 7144 San Cristobal de Las Casas (OBS). CONAGUA. Disponible de https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales_Climatologicas/Mensuales/chis/mes07144.txt

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). 2021. Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural. Estudio técnico La Kisst y María Eugenia.

World Reference Base for Soil (WBR). 2007. IUSS Grupo de Trabajo WRB. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Primera actualización 2007. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO. Rom

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

**Tabla de contenido**

## Contenido

**V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES T1 16** ..... 1

**V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES T1 14** ..... 1

**V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO T2 12** ..... 1

**V.1.2 SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO DEL PROYECTO** ..... 2

**V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN** ..... 4

**V.1.3.1 Criterios de Evaluación** ..... 4

**V.1.3.2 Metodología Seleccionada y Justificación** ..... 5

**V.1.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE IMPACTOS** ..... 6

**V.1.5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS** ..... 10

**1. Componente Abiótico** ..... 10

**2. Componente Biótico** ..... 11

**3. Componente Paisajístico** ..... 12

**4. Componente Socioeconómico** ..... 13

**V.1.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS** ..... 13

**V.1.6.1 Sinergia y Acumulación Hidrológica e Hidrogeológica** ..... 14

**V.1.6.2 Acumulación y Sinergia Biótica y de Cobertura Vegetal** ..... 15

**V.1.6.3 Acumulación Socioambiental y del Paisaje Periurbano** ..... 16

**V.1.6.4 Resumen de la Evaluación Acumulativa y Sinérgica** ..... 17

**V.1.7 MATRIZ DE VINCULACIÓN DE IMPACTOS PRIORITARIOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL** ..... 18

**V.1.7.1 Criterios de Vinculación** ..... 18

**V.1.7.2 Matriz Sintética de Vinculación Impacto - Medida de Mitigación** ..... 18

**V.1.7.3 Mecanismo de Seguimiento Operativo y Supervisión Ambiental** ..... 21

**V.2 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO Y CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPACTO**..... 22

**BIBLIOGRAFÍA**..... 24

**Tabla de figuras y tablas**

**Tabla V.1. Sistema de indicadores de impacto seleccionados por componente ambiental..... 4**

**Tabla V.2. Matriz de valoración de atributos de Sinergia ($SI$) y Acumulación ($AC$)..19**

**Tabla V.3. Matriz de vinculación entre impactos evaluados, medidas de mitigación (Cap. VI) e indicadores de cumplimiento.....20**

# V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El presente capítulo tiene por objetivo identificar, caracterizar y evaluar los impactos ambientales potenciales que se generarán sobre los componentes abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos durante las diferentes etapas (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) del proyecto "Desarrollo habitacional Ecosustentable" (Cambio de Uso de Suelo en el predio "La Trinidad", San Cristóbal de Las Casas, Chiapas). El análisis contempla la condición del sitio dentro de la zona de amortiguamiento de la propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, en una cuenca endorreica kárstica con suelos de tipo Gleysol/Tecnosol y uso actual de pastizal inducido.

## V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La evaluación de los impactos ambientales potenciales derivados de las obras y actividades del proyecto habitacional "La Trinidad" se fundamenta en un marco metodológico cuantitativo, secuencial y multidisciplinario, articulado conforme a los lineamientos técnico-jurídicos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2002, 2010) y la doctrina especializada en evaluación de impacto ambiental (Canter, 1996; Conesa Fernández-Vítora, 2010; Glasson, Therivel y Chadwick, 2012) integrando la caracterización del medio (Capítulo IV) y las acciones del proyecto (Capítulo II).

### V.1.1 INDICADORES DE IMPACTO

Un indicador de impacto ambiental representa un parámetro cuantitativo o cualitativo que permite medir, calificar o inferir el grado de alteración sobre la condición, estructura o respuesta funcional de un factor ambiental receptor ante una acción antrópica específica ([14; 5]). De acuerdo con la literatura metodológica especializada ([15; 17; 18]), la selección de los indicadores para el proyecto "La Trinidad" se sujetó estrictamente a los siguientes cinco criterios de calidad evaluativa:

1. **Representatividad:** Reflejan El indicador refleja directamente el estado dinámico y la integridad ecológica del componente receptor en la cuenca de influencia ([14, 5]).

2. **Relevancia:** Aporta información crítica, sensible y sustantiva sobre la magnitud y significancia del cambio inducido por la obra o actividad ([17]).
3. **Exclusión (No Duplicidad):** Es conceptualmente independiente, garantizando que no exista superposición ni doble contabilidad en la matriz de ponderación ambiental ([15]).
4. **Cuantificabilidad:** Se expresa en unidades métricas físicas, químicas o biológicas bien definidas (mg/L, dBA, $m^2$, t/ha/año), o en escalas ordinales normadas cuando la naturaleza del factor es cualitativa ([5; 13]).
5. **Facilidad de Verificación y Registro:** Permite su medición directa en campo o su estimación analítica mediante protocolos normados, facilitando el seguimiento ambiental continuo durante la vida útil del proyecto ([14]).

## V.1.2 SELECCIÓN E INTEGRACIÓN DE INDICADORES DE IMPACTO DEL PROYECTO

La configuración del sistema de indicadores atiende de manera particularizada a la fragilidad y sensibilidad del predio "La Trinidad" (20,000 $m^2$ / 2.0 ha), considerando su ubicación en la matriz periurbana del sur-oriente del Valle de Jovel, su colindancia directa con la zona de amortiguamiento de la propuesta de APFF Humedales de Montaña *La Kisst y María Eugenia* ([4; 7]), la presencia de suelos hidromórficos de tipo Gleysol/Tecnosol, la vulnerabilidad del sistema kárstico endorreico ([3; 6]), la existencia de herpetofauna bajo categorías de riesgo conforme a la **NOM-059-SEMARNAT-2010** ([11; 13]) y la integración social de población indígena desplazada Tsotsil y Tseltal ([8]). En la Tabla V.1 se presentan los indicadores de impacto seleccionados para cada factor ambiental receptor.

**Tabla V.1. Sistema de indicadores de impacto seleccionados por componente ambiental**

| Componente Ambiental | Factor Receptor | Indicador de Impacto | Unidad / Escala |
|---|---|---|---|
| **Atmósfera** | Calidad del aire | Concentración de Partículas Suspendidas Totales y Partículas Menores a 10 Micras (PST y $PM_{10}$) por movimiento de tierras y maquinaria | $\mu g/m^3$/cualitativo. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Niveles de ruido | Incremento en los niveles de presión sonora ($L_{eq}$) según NOM-081-SEMARNAT-1994 ([12]) | $dB(A)$ |
| **Suelo** | Estructura y perfil | Superficie afectada por cambio de uso de suelo (refrigeración/remoción de cubierta) | Hectáreas ($ha$) / $m^2$ |
| | Compactación y erosión | Alteración de la tasa de infiltración y riesgo de erosión hídrica en Gleysol | $mm\ /\ h$ / $t\ /\ ha\ /$ $año$ |
| **Hidrología** | Drenaje superficial e infiltración | Modificación del coeficiente de escurrimiento ($C$) e impermeabilización del suelo | Adimensional (0-1) |
| | Calidad del agua en canal | Aporte de sedimentos suspendidos, grasas/aceites o lixiviados al canal aledaño | $mg\ /\ L$ / Fisicoquímico |
| **Biótico (Flora)** | Cobertura vegetal | Superficie de pastizal cultivado removida (1.595 ha) | $m^2$ / % respecto al predio |
| | Vegetación riparia conservada | Porcentaje y densidad de cobertura de estrato arbóreo/arbustivo en franja de protección (0.405 ha) | % / Individuos/$m^2$ |
| **Biótico (Fauna)** | Hábitat y desplazamiento | Perturbación/ahuyentamiento de herpetofauna (*Adelphicos nigrilatum*, *Thamnophis proximus*) y avifauna | Presencia/Ausencia / Individuos |
| **Paisaje** | Calidad visual | Alteración de la cuenca visual directa e introducción de elementos antrópicos | Cualitativa (Alta, Media, Baja) |
| **Socioeconómico** | Demanda de vivienda digna | Lotes e infraestructura sustentables habilitados para población desplazada Tsotsil y Tseltal | Número de viviendas / Familias |
| | Empleo regional | Generación de empleos directos e indirectos durante la fase constructiva | Número de empleos / Meses |

## V.1.3 CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

### V.1.3.1 Criterios de Evaluación

Para la caracterización y asignación del valor cuantitativo de los impactos ambientales, se adoptaron los criterios de la metodología de Vicente Conesa Fernández-Vítora (2010), reconocidos y validados en las guías técnicas de la SEMARNAT (2002, 2010). Cada impacto identificado es evaluado a través de 11 atributos interdependientes:

- **Signo ($\pm$):** Determina el carácter benéfico (+) o adverso (-) de la alteración sobre el medio ambiente.
- **Intensidad ($IN$):** Grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, oscilando entre 1 (baja) y 12 (total o destrucción completa).
- **Extensión ($EX$):** Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno, valorada entre 1 (puntual) y 8 (crítica o generalizada).
- **Momento ($MO$):** Plazo de manifestación de la alteración desde el inicio de la acción, variando de 1 (largo plazo) a 4 (inmediato o crítico).
- **Persistencia ($PE$):** Tiempo que permanecería el efecto en el ambiente, graduado entre 1 (fugaz, $< 1$ $año$) y 5 (permanente, $> 10$ $años$).
- **Reversibilidad ($RV$):** Posibilidad de reconstrucción del factor receptor por medios naturales, calificada entre 1 (corto plazo) y 5 (irreversible).
- **Sinergia ($SI$):** Potenciación del efecto cuando actúan simultáneamente dos o más acciones, evaluada entre 1 (sin sinergia) y 4 (altamente sinérgico).
- **Acumulación ($AC$):** Incremento progresivo de la gravedad del impacto por la adición de acciones pasadas o presentes, valorada de 1 (simple) a 4 (acumulativo).
- **Efecto ($EF$):** Forma de manifestación de la alteración, clasificada en 1 (secundario o indirecto) y 4 (directo).
- **Periodicidad ($PR$):** Regularidad de la manifestación del impacto en el tiempo, variando entre 1 (discontinuo o irregular) y 4 (continuo).
- **Recuperabilidad ($MC$):** Posibilidad de reparación o mitigación mediante intervención humana, asignando valores entre 1 (recuperación inmediata) e 8 (irrecuperable).

La cuantificación global de la significancia se realiza mediante la ecuación del Índice de Importancia ($I$) de Conesa Fernández-Vítora (2010):

$$I = \pm \vdash(3 \cdot IN + 2 \cdot EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC\dashv)$$

*Donde los coeficientes* 3 *y* 2 *representan factores de ponderación técnica que asignan una mayor jerarquía cuantitativa a la Intensidad* ($IN$) *y a la Extensión* ($EX$) *de la alteración, respectivamente.*

De acuerdo con el valor final del Índice de Importancia ($I$), los impactos se jerarquizan en las siguientes cuatro categorías estandarizadas:

- **Compatibles o Irrelevantes (**$|I| < 25$**):** Alteraciones mínimas que no requieren medidas correctivas complejas.
- **Moderados (**$25 \leq |I| < 50$**):** Alteraciones medias que exigen medidas de mitigación o prácticas de ingeniería ambiental estándar.
- **Severos (**$50 \leq |I| < 75$**):** Impactos significativos que requieren la aplicación intensiva de programas correctivos y un monitoreo prolongado.
- **Críticos (**$|I| \geq 75$**):** Pérdida permanente de la función del recurso sin posibilidad de mitigación efectiva.

### V.1.3.2 Metodología Seleccionada y Justificación

Para la identificación y evaluación integral de los impactos del proyecto "La Trinidad", se instrumentó una combinación metodológica bidimensional:

1. **Matriz de Identificación Causa-Efecto (Matriz de Leopold Modificada):** Empleada para realizar el tamizado preliminar cualitativo de las interacciones entre las 13 acciones principales del proyecto y los 12 factores receptores del medio biofísico y socioeconómico ([16]).
2. **Matriz Cualitativa y Cuantitativa de Importancia de Conesa:** Aplicada para calcular el Índice de Importancia ($I$) sobre cada interacción relevante, sustentando objetivamente la priorización de las medidas de manejo ([5]).

**Justificación Técnica:** Esta aproximación mixta resulta ser la más rigurosa para la condición ambiental del predio. La metodología de Conesa permite diferenciar analíticamente la severidad de un proyecto de urbanización convencional respecto a un esquema de desarrollo ecosustentable (viviendas elevadas sobre pilotes de concreto, $2{,}850\ m^2$ de adoquín permeable y conservación del 25.13% de áreas

filtrantes), aportando el sustento técnico que exige la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA-SEMARNAT) en ecosistemas frágiles kársticos y suelos tipo Gleysol.

## V.1.4 IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN CUALITATIVA Y CUANTITATIVA DE IMPACTOS

### A. Identificación de Acciones Impactantes por Etapas del Proyecto

Con el propósito de garantizar un análisis exhaustivo y sistemático, las obras y actividades del proyecto "La Trinidad" (Capítulo II) se desglosaron en 13 acciones principales ($A_1$ a $A_{13}$) distribuidas en tres etapas operativas fundamentales (**5**):

- **Etapa de Preparación del Sitio (EPS):**
    - $A_1$: Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación Preventiva de Fauna: Actividad previa de prospección y captura controlada de herpetofauna y mamíferos menores en la superficie de intervención.
    - $A_2$: Desmonte y Despalme: Retiro de la cubierta vegetal herbáceo/pastizal inducido y decapado de los primeros 15 a 30 cm de suelo orgánico en 15,950 $m^2$ (1.595 ha).
    - $A_3$: Tránsito de Maquinaria Pesada y Transporte de Insumos: Movimiento de retroexcavadoras, camiones de volteo y revolvedoras sobre viales no pavimentados.
    - $A_4$: Construcción de Barda Perimetral: Excavación y colado de zapatas aisladas de 1 × 1 m y muros de concreto a lo largo de 660 m lineales de lindero.
- **Etapa de Construcción (EC):**
    - $A_5$: Conformación de Terraplenes e Instalación de Pavimentos Permeables: Nivelación y colocación de adoquín/adocreto articulado sobre sub-base filtrante en 2,850 $m^2$ (0.285 ha) de vialidades.
    - $A_6$: Perforación de Ademe y Pileteo de Cimentación: Barrenado mecánico de 27 pilotes por vivienda (1,809 pilotes en total) vaciados *in situ* sobre suelo Gleysol/kárstico (**[15]**).

- $A_7$: Edificación de Módulos Habitacionales Elevados: Construcción de las plataformas superiores y estructura de 67 viviendas ecosustentables.
- $A_8$: Introducción e Interconexión de Servicios Básicos: Canalización subterránea de agua potable, electricidad y red hermética de drenaje sanitario conectada a la red municipal.
- $A_9$: Manejo y Disposición de Residuos de la Construcción: Acopio temporal, clasificación y retiro de escombros y empaques hacia sitios autorizados.

- **Etapa de Operación y Mantenimiento (EOM):**
  - $A_{10}$: Ocupación Residencial e Inclusión Social: Asentamiento formal de 67 familias indígenas Tsotsil y Tseltal en situación de desplazamiento.
  - $A_{11}$: Operación y Mantenimiento de Áreas Permeables y Reserva Riparia: Conservación funcional de 4,050 $m^2$ (0.405 ha) de corredor ripario y 976 $m^2$ de jardines parcelarios.
  - $A_{12}$: Mantenimiento Preventivo de Vialidades Permeables: Desazolve, cepillado y succión periódica de juntas entre adoquines para evitar la colmatación de poros.
  - $A_{13}$: Generación y Recolección Municipal de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Manejo segregado en origen (orgánico e inorgánico) mediante contenedores cerrados de 50 galones.

**B. Matriz de Identificación de Impactos (Matriz de Cribado Causa-Efecto)**

**Simbología:**

- *A:** Adverso Significativo con medida de mitigación
- *a:** Adverso No Significativo con medida de mitigación
- **B:** Benéfico Significativo
- **b:** Benéfico No Significativo
- **0:** Neutro o Sin Interacción

| **Componente** | **Factor Ambiental Receptor** | $A_1$ | $A_2$ | $A_3$ | $A_4$ | $A_5$ | $A_6$ | $A_7$ | $A_8$ | $A_9$ | $A_{10}$ | $A_{11}$ | $A_{12}$ | $A_{13}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Abiótico** | Calidad del aire ($PST/PM_{10}$) | 0 | a* | a* | a* | a* | a* | a* | 0 | a* | 0 | 0 | a* | 0 |
| | Nivel de ruido ($dB$) | 0 | a* | a* | a* | a* | a* | a* | a* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Suelo (Estructura / Perfil) | 0 | A* | a* | a* | A* | a* | 0 | a* | a* | 0 | B | 0 | 0 |
| | Suelo (Infiltración / Compactación) | 0 | a* | A* | 0 | a* | a* | 0 | 0 | 0 | 0 | B | B | 0 |
| | Hidrología (Escurrimiento pluvial) | 0 | a* | 0 | 0 | a* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B | B | 0 |
| | Hidrología (Calidad de agua canal) | 0 | a* | 0 | a* | a* | a* | 0 | a* | a* | 0 | B | 0 | a* |
| **Biótico** | Flora (Pastizal inducido) | 0 | A* | 0 | a* | A* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B | 0 | 0 |
| | Flora Riparia (Canal) | 0 | 0 | 0 | a* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B | 0 | 0 |
| | Fauna (Herpetofauna / Aves) | a* | A* | a* | a* | a* | a* | 0 | 0 | 0 | 0 | B | 0 | 0 |
| **Paisaje** | Percepción y Calidad Visual | 0 | a* | a* | a* | b | b | B | 0 | a* | B | B | b | 0 |
| **Socioec.** | Empleo regional | 0 | b | b | b | b | B | B | B | b | 0 | 0 | b | 0 |
| | Vivienda y bienestar social | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | B | B | 0 | B | B | 0 | 0 |

## C. Matriz de Evaluación cuantitativa de Importancia (Metodología Conesa)

A continuación, se detalla el cálculo del Índice de Importancia ($I$) para los impactos adversos y benéficos identificados de mayor relevancia:

| **Acción** | **Factor Afectado** | **Impacto Identificado** | **IN** | **EX** | **MO** | **PE** | **RV** | **SI** | **AC** | **EF** | **PR** | **MC** | **Importancia ($I$)** | **Clasificación** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $A_2$ **Desmonte/ Despalme** | Suelo | Remoción de cubierta vegetal y pérdida del horizonte orgánico | 6 | 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | $-46$ | Moderado |
| $A_2$ **Desmonte/ Despalme** | Fauna | Alteración de microhábitat de herpetofauna local | 6 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | $-40$ | Moderado |
| $A_3$ **Maquinaria** | Atmósfera | Incremento de PST, gases de combustión y ruido sonoro | 4 | 1 | 4 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 1 | $-31$ | Moderado |
| $A_5$ **Terraplén/Adoquín** | Hidrología | Modificación puntual de patrones de escurrimiento | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | $-37$ | Moderado |
| $A_6$ **Pilotes cimentación** | Suelo/Agua | Modificación puntual del | 2 | 1 | 4 | 5 | 5 | 1 | 1 | 4 | 4 | 1 | $-31$ | Moderado |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | subsuelo kárstico/ Gleysol | | | | | | | | | | | | |
| $A_7$ **Construcción casa** | Socioeconómico | Dotación de vivienda digna sustentable | 8 | 4 | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | $+57$ | **Benéfico Significativo** |
| $A_{11}$ **Áreas verdes/Reser.** | Hidrología | Mantenimiento de la capacidad de infiltración pluvial | 8 | 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | $+51$ | **Benéfico Significativo** |
| $A_{11}$ **Conservación** | Biótico | Protección permanente de la vegetación riparia del canal | 8 | 2 | 4 | 5 | 5 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | $+51$ | **Benéfico Significativo** |

## V.1.5 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

### 1. Componente Abiótico

**a) Atmósfera (Calidad del Aire y Ruido)**

- **Impacto:** Incremento de partículas suspendidas totales (PST), gases de combustión ($CO$, $NO_x$, $HC$) y generación de emisión sonora.
- **Descripción:** Ocurre principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción ($A_2, A_3, A_5$). El tránsito de camiones de volteo y la operación de la retroexcavadora elevarán temporalmente las PST sobre el área de trabajo y colindancias (Colonia Explanada del Carmen y Colona Real). Los niveles de ruido fluctuarán entre $65\ dB(A)$ y $80\ dB(A)$ en la fuente.

- **Valoración:** Impacto Adverso Moderado ($I = -31$). Es de carácter temporal, reversible a corto plazo y confinado al área directa del predio.

**b) Suelo (Estructura, Compactación y Capacidad de Infiltración)**

- **Impacto:** Alteración de la estructura del suelo Gleysol/Tecnosol, remoción de capa superficial y compactación localizada.
- **Descripción:** La remoción del pastizal inducido ($A_2$) afectará la capa orgánica vegetal superficial en $15{,}950\ m^2$. Al tratarse de un suelo Gleysol rico en arcillas y con nivel freático somero, el paso de maquinaria pesada ($A_3$) puede causar compactación. No obstante, el diseño del proyecto mitiga estructuralmente este impacto, al emplear cimentaciones elevadas sobre 27 pilotes de concreto por vivienda vaciados *in situ* ($A_6$), evitando el despalme masivo y la nivelación total del terreno, conservando la topografía natural y la porosidad subyacente.
- **Valoración:** Impacto Adverso Moderado ($I = -46$ para desmonte; $I = -31$ para cimentación).

**c) Hidrología Superficial y Subterránea**

- **Impacto:** Modificación del coeficiente de escurrimiento superficial e interacción con el drenaje local.
- **Descripción:** Tradicionalmente, la edificación convencional impermeabiliza totalmente el terreno. En este proyecto, la colocación de adoquín/adocreto permeable en $2{,}850\ m^2$ de vialidades ($A_5$) y el mantenimiento de $5{,}026\ m^2$ ($25.13\%$ del predio) como cobertura vegetal/área verde permeable permite conservar la tasa de infiltración natural hacia el acuífero kárstico del Valle de Jovel. El riesgo directo sobre el canal hidrológico colindante estriba en el potencial arrastre de sedimentos durante la formación de la barda perimetral ($A_4$) o terraplenes.
- **Valoración:** Impacto Adverso Moderado en la fase constructiva ($I = -37$), que se transforma en un Impacto Benéfico Significativo **(**$I = +51$**)** durante la fase operativa gracias a la recarga hídrica favorecida.

### 2. Componente Biótico

**a) Flora**

- **Impacto:** Pérdida de cobertura de pastizal inducido y preservación de vegetación riparia.

- **Descripción:** Se removerán $15{,}950\,m^2$ de pastizal cultivado/inducido dominado por especies herbáceas ruderales (*Baccharis conferta*, *Cirsium horridulum*, *Datura stramonium*, *Trifolium repens*). Ninguna de las especies presentes en el área a intervenir se encuentra bajo categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otra parte, la franja de $4{,}050\,m^2$ $(0.405\,ha)$ contigua al canal de agua mantendrá intactas las especies arbóreas y arbustivas (*Crataegus mexicana*, *Sambucus mexicana*, *Salix sp.*, *Fraxinus uhdei*), actuando como amortiguamiento biológico.
- **Valoración:** Impacto Adverso Moderado ($I = -46$).

**b) Fauna**

- **Impacto:** Ahuyentamiento y desplazamiento de fauna de menor movilidad.
- **Descripción:** La actividad de maquinaria y retiro de pastos ($A_1, A_2$) desplazará a especies de aves comunes (*Quiscalus mexicanus*, *Coragyps atratus*, *Passer domesticus*) y herpetofauna local que utiliza el pastizal como zona de forrajeo. Especial cuidado se tendrá con la culebra cavadora ocotera (*Adelphicos nigrilatum*) y la culebra acuática (*Thamnophis proximus*), catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La ejecución previa del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna en la franja de conservación del canal anulará la mortalidad directa.
- **Valoración:** Impacto Adverso Moderado ($I = -40$).

### 3. Componente Paisajístico

- **Impacto:** Modificación de la calidad visual del entorno directo e indirecto.
- **Descripción:** En la fase inicial ($A_2, A_3$), la presencia de desmonte y maquinaria generará un impacto visual adverso temporal. Sin embargo, en las fases de construcción y operación ($A_7, A_{10}$), el proyecto aporta una mejora sustancial frente al desorden urbano circundante, al integrar arquitectura sustentable elevada sobre pilotes, vialidades empedradas/articuladas y la restauración paisajística del canal ripario.
- **Valoración:** Pasa de un impacto adverso leve temporal a un Impacto Benéfico Moderado/Significativo **(**$I = +45$**)** en la fase operacional.

### 4. Componente Socioeconómico

- **Impacto:** Generación de empleo regional y dotación de vivienda ecosustentable digna.
- **Descripción:** Responde directamente a la problemática social del municipio de San Cristóbal de Las Casas. Facilitará una solución habitacional de bajo impacto a 67 familias de origen indígena Tsotsil y Tseltal en situación de desplazamiento. Además, dinamizará la economía local mediante la contratación de mano de obra e insumos de construcción durante los 10 años previstos en el programa general de trabajo.
- **Valoración: Impacto Benéfico Significativo (**$I = +57$**).**

## V.1.6 ANÁLISIS DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS

El análisis de los impactos acumulativos ($AC$) y sinérgicos ($SI$) resulta determinante para evaluar la sustentabilidad a largo plazo del proyecto "La Trinidad", considerando su inserción en la matriz periurbana del sur-oriente del Valle de Jovel (San Cristóbal de Las Casas) y su proximidad inmediata a la zona de amortiguamiento de la propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña *La Kisst y María Eugenia* ([4; 7]).

De acuerdo con la metodología cuantitativa de Conesa Fernández-Vítora (2010) ([5]), un impacto acumulativo representa el incremento progresivo o la adición temporal y espacial de la alteración sobre un factor ambiental receptor, derivado de la suma de acciones pasadas, presentes y razonablemente previsibles en la cuenca de influencia; por su parte, un impacto sinérgico ocurre cuando el efecto conjunto de dos o más acciones simultáneas o consecutivas supera sensiblemente la suma aritmética de sus efectos individuales ($SI > 1$ o $I_{conjunto} > \sum I_{individual}$), generando una respuesta no lineal en la fragilidad del ecosistema.

Dado que la cuenca del Valle de Jovel es un sistema kárstico cerrado (endorreico) caracterizado por una alta vulnerabilidad hidrológica y una rápida propagación de alteraciones de flujo o calidad de agua ([3; 6]), la diferenciación entre efectos simples, acumulativos y sinérgicos es fundamentar técnicamente la viabilidad del Cambio de Uso de Suelo.

### V.1.6.1 Sinergia y Acumulación Hidrológica e Hidrogeológica

1. **Impermeabilización Acumulada y Riesgo de Inundación en la Subcuenca del Alto Grijalva:**

    - **Diagnóstico Dinámico Del Entorno Periurbano:** El crecimiento urbano acelerado y poco regulado en los asentamientos colindantes al predio (Colonia Explanada del Carmen, Colonia Real y la zona adyacente a Montes Azules) ha sufrido progresivamente la cobertura vegetal original y agrícola por superficies totalmente impermeables (concreto hidráulico, carpeta asfáltica y techos sin sistemas de captura pluvial). Esta tendencia histórica incrementa el coeficiente de escurrimiento superficial promedio de la subcuenca desde valores naturales de $C \approx 0.20 - 0.30$ hasta valores urbanos críticos de $C \geq 0.85$ [2], saturando la capacidad hidráulica de los canales conectores locales y elevando de manera acumulativa la frecuencia y magnitud de inundaciones estacionales durante los meses de mayor precipitación (junio a octubre) [6].

    - **Mitigación Sinérgica y Mecanismo de Amortiguamiento del Proyecto:** El diseño ecosustentable del proyecto "La Trinidad" interrumpe la sinergia hidrológica adversa del entorno mediante una estrategia de ingeniería permeable. Al implementar $2{,}850\ m^2$ ($0.285\ ha$) de vialidades con adoquín/adocreto articulado sobre sub-base permeable y conservar $5{,}026\ m^2$ ($0.5026\ ha$, equivalentes al $25.13\%$ de la superficie total del predio) como cobertura vegetal permeable e infiltrante ($4{,}050\ m^2$ de reserva riparia compacta y $976\ m^2$ distribuidos en franjas verdes parcelarias), el proyecto actúa como una esponja y vaso de amortiguamiento hidráulico. En lugar de sumar volúmenes pico de escurrimiento ($Q = C \cdot I \cdot A$) hacia el canal colindante, se mantiene un coeficiente global ponderado del predio de $C \leq 0.35$, favoreciendo la laminación pluvial y la recarga natural hacia el sistema kárstico profundo sin sobrecargar la red superficial.

2. **Interacción con el Suelo Gleysol y la Dinámica del Nivel Freático Somero:**

    - **Mecánica del Factor Edáfico:** Los suelos tipo Gleysol presentes en el predio presentan procesos de gleyización intensa provocados por una saturación hídrica permanente o semipermanente y niveles freáticos someros ($0.5\ a\ 1.5\ m$ de profundidad en época pluvial) [9; 10]. La práctica

constructiva tradicional en la zona (basada en zapatas corridas, losas continuas de cimentación o nivelaciones masivas con material de banco) genera una barrera impermeabilizante subsuperficial continua. Este fenómeno acumula presiones hidrostáticas, corta la conectividad hidráulica horizontal y genera un efecto de presa subterránea que altera la humedad del suelo circundante y desencadena la sofosión o erosión interna del suelo organo-arcilloso.

- **Eliminación del Efecto Sinérgico Negativo mediante Cimentación Elevada:** El proyecto elimina de raíz este impacto mediante la selección de cimentaciones elevadas sustentadas sobre 27 pilotes de concreto prefabricados o vaciados *in situ* por cada una de las 67 viviendas (1,809 pilotes en total para el conjunto habitacional). Esta técnica ocupa una sección transversal insignificante del estrato edáfico, evitando la compactación masiva del horizonte arcilloso, preservando la porosidad natural y garantizando el libre flujo freático subsuperficial en el suelo Gleysol. Como resultado, se anula la acumulación de presiones subterráneas y se mantiene la capacidad de regulación hídrica natural del suelo.

### V.1.6.2 Acumulación y Sinergia Biótica y de Cobertura Vegetal

1. **Evaluación de la Remoción de Pastizal vs. Consolidación del Corredor Ripario:**

   - **Acumulación sobre Cobertura Vegetal ($AC$):** La remoción de $15{,}950\ m^2$ ($1.595\ ha$) de pastizal cultivado/inducido posee una ponderación acumulativa baja ($AC = 2$). El análisis multitemporal de imágenes satelitales (2000-2026) demuestra que el sitio ha estado sometido a pastoreo intensivo, agostadero y agricultura de temporal durante más de dos décadas. Por consiguiente, el estrato a intervenir se compone principalmente de especies ruderales y oportunistas (*Baccharis conferta*, *Cirsium horridulum*, *Datura stramonium*, *Trifolium repens*), careciendo de ejemplares relictos, árboles maduros o taxa protegidos por la NOM-059-SEMARNAT-2010 ([13]).

   - **Sinergia Ecológica Positiva en la Franja Riparia ($SI$):** En contraste, la delimitación, enriquecimiento y conservación formal de la franja de $4{,}050\ m^2$ ($0.405\ ha$) paralela al canal hídrico (que alberga estratos arbóreos y arbustivos de *Crataegus mexicana*, *Salix sp.* y *Fraxinus uhdei*)

desencadena una sinergia ambiental altamente benéfica ($SI = 4$). Al articularse físicamente con el polígono del APFF Humedales de Montaña *La Kisst y María Eugenia* (⁴), este corredor ripario actúa como una barrera amortiguadora contra el avance de la mancha urbana, reduce el efecto de borde, estabiliza los márgenes del canal contra la erosión hídrica y crea un micro-refugio funcional para el desplazamiento de herpetofauna y avifauna neotropical.

2. **Protección Protegida y Efecto Barrera sobre Fauna (NOM-059-SEMARNAT-2010):**

- **Dinámica de Fragmentación Ubicada:** La rápida urbanización periférica al sur de San Cristóbal de Las Casas genera una pérdida acumulativa de hábitats y una fragmentación severa por la construcción de bardas ciegas e infraestructura vial sin pasos de fauna (⁷). Esto afecta de forma crítica a las especies de menor movilidad.
- **Medida de Mitigación Sinérgica Activa:** Para contrarrestar esta presión, el proyecto instrumenta el *Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna*, enfocando los esfuerzos en dos especies de herpetofauna clasificadas bajo la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (¹¹):
    - Culebra cavadora ocotera (*Adelphicos nigrilatum*), categorizada como **Sujeta a Protección Especial (Pr)**.
    - Culebra de agua / listonada (*Thamnophis proximus*), categorizada como **Amenazada (A) / Sujeta a Protección Especial (Pr)**.
- La liberación controlada de los ejemplares rescatados no se realiza en sitios ajenos o distantes, sino dentro de la misma franja de reserva riparia de $0.405\ ha$ del predio. Esto asegura la permanencia genética de las poblaciones locales dentro de un hábitat protegido y con conectividad ecológica hacia los humedales de montaña.

### V.1.6.3 Acumulación Socioambiental y del Paisaje Periurbano

1. **Transformación del Incremento Poblacional en Ordenamiento Territorial:**
    - La condición socioeconómica de San Cristóbal de Las Casas incluye una notable presión demográfica ejercida por familias indígenas en situación de desplazamiento vulnerable (comunidades Tsotsil y Tseltal). Históricamente, la falta de alternativas de vivienda formal ha derivado

en asentamientos irregulares desprovistos de drenaje sanitario, recolección de basura o planeación hidráulica, acumulando cargas de contaminación por vertidos crudos a los canales y fosas sépticas colapsadas sobre el acuífero kárstico ([6]).

- **Sinergia Socioambiental Positiva ($SI = 3$, $AC = 4$):** La habilitación de 67 viviendas ecosustentables dotadas de infraestructura sanitaria hermética conectada a la red municipal, sistemas pluviales permeables y manejo integral de residuos sólidos urbanos (RSU), transforma un vector histórico de degradación ambiental en un modelo ejemplar de desarrollo habitacional ordenado. Esta acción se alinea directamente con los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) del Municipio de San Cristóbal de Las Casas (2018) ([8]).

### V.1.6.4 Resumen de la Evaluación Acumulativa y Sinérgica

En la Tabla V.2 se sintetizan los valores asignados a los atributos de Sinergia ($SI$) y Acumulación ($AC$) para las acciones principales del proyecto, fundamentando el carácter global del impacto acumulado conforme al marco metodológico de Conesa Fernández-Vítora (2010) ([5]):

**Tabla V.2. Matriz de valoración de atributos de Sinergia ($SI$) y Acumulación ($AC$)**

| Acción Impactante / Beneficiadora | Factor Receptor | Atributo $SI$ | Atributo $AC$ | Carácter del Efecto Acumulado / Sinérgico |
|---|---|---|---|---|
| **A2 Desmonte y Despalme** | Suelo / Flora | 2 (Moderado) | 2 (Bajo) | Acumulación reducida; la remoción se restringe a pastizal inducido alterado desde el año 2000. No hay pérdida acumulativa de bosques nativos ([9; 13]). |
| **A5 Vialidades Permeables** | Hidrología | 3 (Alto) | 3 (Significativo) | Sinergia positiva; contrarresta la impermeabilización de asentamientos colindantes al mantener la tasa de infiltración pluvial al acuífero ([2; 6]). |
| **A6 Cimentación en Pilotes** | Suelo Gleysol | 1 (Nulo) | 1 (Simple) | Elimina la sinergia de compactación y el efecto de presa subterránea preservando el flujo hídrico |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | freático y la estructura edáfica ([10]). |
| **A11 Conservación Canal ($0.405\ ha$)** | Biótico / Fauna | 4 (Muy Alto) | 3 (Significativo) | Sinergia altamente benéfica; consolida un corredor biológico continuo que conecta el predio con el APFF Humedales de Montaña ([4; 7]). |
| **A10 Ocupación Residencial** | Socioeconómico | 3 (Alto) | 4 (Acumulativo (+)) | Impacto benéfico acumulativo; ofrece vivienda digna y servicios sanitarios normados a población desplazada, reduciendo la presión de invasiones irregulares ([8]). |

## V.1.7 MATRIZ DE VINCULACIÓN DE IMPACTOS PRIORITARIOS CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL

Para garantizar una transición metodológica y operativa impecable entre la evaluación de impactos (Capítulo V) y el diseño ejecutable de los programas de prevención, mitigación y compensación (Capítulo VI), se establece la Matriz de Vinculación de Impactos Prioritarios. Esta herramienta asocia formalmente cada impacto ambiental identificado con su correspondiente medida de manejo, definiendo indicadores de cumplimiento verificables y metas cuantitativas exigibles por la autoridad ambiental (SEMARNAT).

### V.1.7.1 Criterios de Vinculación

Conforme al cálculo del Índice de Importancia de Conesa ($I$) ([5]), se otorga prioridad de vinculación a aquellos impactos adversos clasificados en la categoría de Moderados ($25 \leq |I| < 50$), garantizando que no exista ningún impacto negativo sin una medida de manejo específica. Asimismo, se vinculan los impactos Benéficos Significativos ($I \geq +50$) para asegurar que las condiciones de diseño que justifican la sustentabilidad del proyecto se mantengan operativas durante todo el ciclo de vida de la obra.

### V.1.7.2 Matriz Sintética de Vinculación Impacto - Medida de Mitigación

**Tabla V.3. Matriz de vinculación entre impactos evaluados, medidas de mitigación (Cap. VI) e indicadores de cumplimiento**

| Código | Impacto Evaluado (Capítulo V) | Importancia ($I$) | Medida de Prevención, Mitigación o Manejo Asociada (Capítulo VI) | Indicador de Cumplimiento / Verificación | Meta Regulada / Alcanzable |
|---|---|---|---|---|---|
| **EPS-A2-S** | Remoción de la capa orgánica y alteración de la estructura del suelo Gleysol ($15{,}950\ m^2$). | -46 (Moderado) | **Programa de Manejo y Conservación del Topsoil:** Retiro y acopio diferenciado de la capa vegetal superficial (15 a 30 cm) en camellones perimetrales de altura $\leq 1.5\ m$, protegidos con malla geotextil para su reincorporación final. | Volumen de suelo orgánico acopiado y reincorporado ($m^3$) / Bitácora de obra. | Reutilizar el 100% del suelo orgánico rescatado en los 976 $m^2$ de áreas verdes parcelarias y jardineras. |
| **EPS-A2-F** | Desplazamiento y riesgo de mortalidad sobre herpetofauna protegida (**NOM-059-SEMARNAT-2010**). | -40 (Moderado) | **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna:** Transectos de captura manual y ahuyentamiento previo al despalme, trasladando individuos rescatados a la franja riparia de 0.405 ha. | Número de ejemplares rescatados por especie / Bitácora de liberación firmada por el responsable técnico. | Cero mortalidad de individuos de *Adelphicos nigrilatum* y *Thamnophis proximus* por causas constructivas. |
| **EC-A5-H** | Modificación del coeficiente de escurrimiento pluvial y riesgo de arrastre de sedimentos al canal hídrico. | -37 (Moderado) | **Instalación de Barreras de Sedimento y Pavimentos Permeables:** Colocación de tramos de malla | Concentración de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en canal / Superficie | Mantener $SST < 50\ mg/L$ en el canal durante la fase de obra; 100% de adoquín |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | geotextil y pacas de heno en el límite este; colocación de adoquín permeable en 2,850 $m^2$ de calles. | permeable instalada ($m^2$). | permeable instalado. |
| **EPS-A3-A** | Emisión de polvos (PST / $PM_{10}$), gases de combustión y ruido por maquinaria (65-80 dBA). | -31 (Moderado) | **Programa de Control de Emisiones Atmosféricas y Ruido:** Riego periódico de viales de tierra con agua no potable (2 veces/día), enlonado de camiones y verificación mecánica de motores. | Monitoreo perimetral de PST ($\mu g/m^3$) y ruido (dBA) según **NOM-081-SEMARNAT-1994**. | Cumplimiento estricto de < 68 dB en límite perimetral en horario diurno; ausencia de polvos visibles fuera del predio. |
| **EC-A6-S** | Vulnerabilidad puntual del subsuelo kárstico/Gleysol por perforación y hincado de pilotes. | -31 (Moderado) | **Procedimiento Técnico de Pileteo Limpio:** Uso de ademe metálico recuperable durante la perforación para los 27 pilotes/vivienda y vaciado controlado de concreto de fraguado rápido. | Inspección visual de oquedades / Turbidez y pH en pozos someros de monitoreo. | Ausencia de infiltración de lechadas o aditivos de concreto hacia el nivel freático kárstico. |
| **EC-A7-SE** | Demanda de vivienda sustentable y dinamización de la economía local. | +57 (Benéfico) | **Plan de Contratación Local e Inclusión Social:** Priorización de contratación de mano de obra local e integración formal de familias Tsotsil y Tseltal. | Registros de nómina de obra / Expedientes de asignación residencial. | > 70% de mano de obra local contratada; 67 familias indígenas beneficiadas con vivienda digna. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **EOM-A11-H** | Favorecimiento de la infiltración pluvial y recarga al acuífero del Valle de Jovel. | +51 (Benéfico) | **Programa de Mantenimiento de Pavimentos Permeables:** Desazolve y succión/cepillado anual de la junta de adoquines para evitar la colmatación de poros por finos. | Tasa de infiltración *in situ* (mm/h) medida con permeámetro de doble anillo (ASTM C1701). | Mantener una tasa de infiltración pluvial $\geq$ 100 mm/h durante toda la vida útil operacional. |
| **EOM-A11-B** | Consolidación y protección del corredor biológico ripario del canal (4,050 $m^2$). | +51 (Benéfico) | **Programa de Conservación Riparia y Enriquecimiento Vegetal:** Reforestación complementaria con especies nativas (*Salix sp.*, *Fraxinus uhdei*) y cercado vivo de protección. | Densidad de arbolado ripario (ind/$m^2$) y porcentaje de supervivencia de plántulas. | Supervivencia > 85% de renuevos forestales a 24 meses de su plantación. |

### V.1.7.3 Mecanismo de Seguimiento Operativo y Supervisión Ambiental

Para asegurar la ejecución efectiva de las medidas expresadas en la Matriz V.3, el promovente constituirá una Unidad de Supervisión Ambiental (USA) independiente antes del inicio de cualquier actividad en el sitio. Las funciones operativas de la USA comprenden:

1. **Auditorías Ambientales de Campo:** Inspecciones semanales durante la fase de preparación y construcción para cotejar los avances físicos de la obra frente a las metas de los programas de mitigación.
2. **Control de Bitácora Ambiental:** Documentación diaria de eventos, incluyendo el registro georreferenciado de individuos de herpetofauna rescatados, volúmenes de *topsoil* acopiados y mantenimientos preventivos de maquinaria.
3. **Informes de Cumplimiento de Condicionantes:** Elaboración y presentación de los informes semestrales de seguimiento ambiental requeridos por la

Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT en el Resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental.

## V.2 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO Y CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPACTO

El proceso de identificación, caracterización y evaluación cuantitativa de los impactos ambientales del proyecto "Desarrollo Habitacional Ecosustentable La Trinidad" permite emitir las siguientes conclusiones sintéticas:

1. **Ausencia de Impactos Críticos o Severos:** La aplicación de la metodología cuantitativa del Índice de Importancia ($I$) de Conesa Fernández-Vítora (2010) demuestra que el proyecto no genera impactos ambientales de categoría Crítica ($|I| \geq 75$) ni Severa ($50 \leq |I| < 75$**)** sobre los factores biofísicos del medio ambiente, la dinámica del acuífero kárstico ni la zona de amortiguamiento de la propuesta de APFF Humedales de Montaña *La Kisst y María Eugenia*.

2. **Impactos Adversos Moderados y Estrictamente Mitigables:** Las alteraciones negativas se clasifican en la categoría de **Moderadas (**$25 \leq |I| < 50$**)**, concentrándose temporalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción (acciones $A_2$, $A_3$, $A_5$ y $A_6$). Dichos efectos (emisiones fugitivas de polvo, ruido por maquinaria, remoción de pastizal inducido y perturbación de microhábitats de fauna) son de extensión local, transitorios y 100% reversibles mediante la ejecución de los programas de manejo ambiental detallados en la Matriz V.3.

3. **Prevalencia de Impactos Benéficos Ecosustentables:** El diseño ecosustentable del proyecto transforma el perfil operativo tradicional de un asentamiento urbano en un modelo de amortiguamiento e inclusión social:

    - **Conservación Hídrica y Edáfica (**$I = +51$**):** La cimentación sobre 1,809 pilotes evita la compactación y el efecto de presa subterránea en el suelo Gleysol, mientras que los 2,850 m$^2$ de adoquín permeable y los 5,026 m$^2$ (25.13% del predio) de superficie infiltrante favorecen la recarga natural del acuífero del Valle de Jovel.

    - **Protección Biótica y Conectividad (**$I = +51$**):** La delimitación y enriquecimiento del corredor ripario de 4,050 m$^2$ protege de forma

permanente el margen del canal y crea un refugio funcional para especies bajo la norma **NOM-059-SEMARNAT-2010**.

- **Inclusión Social y Vivienda Digna (**$I = +57\ a\ + 61$**):** Ofrece una solución habitacional sustentable dotada de drenaje hermético e infraestructura normada para 67 familias indígenas Tsotsil y Tseltal en situación de desplazamiento vulnerable.

4. **Dictamen de Viabilidad Ambiental:** Se concluye que el Cambio de Uso de Suelo (CUS) en el predio "La Trinidad" es ambientalmente viable, técnicamente idóneo y socialmente benéfico, cumpliendo plenamente con los lineamientos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de Las Casas y las guías normativas aplicables de la SEMARNAT (2002).

## BIBLIOGRAFÍA


1) ASTM International (2017) *ASTM C1701/C1701M-17a: Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.

2) Chow, V.T., Maidment, D.R. y Mays, L.W. (1994) *Hidrología Aplicada*. Santa Fe de Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

3) CONAGUA (2020) *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero San Cristóbal de Las Casas (0708), Estado de Chiapas*. Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

4) CONANP (2011) *Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento del Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia*. Tuxtla Gutiérrez: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

5) Conesa Fernández-Vítora, V. (2010) *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*. 4ª ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.

6) ECOSUR (2015) *Diagnóstico socioambiental y vulnerabilidad hídrica en la cuenca del Valle de Jovel, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. San Cristóbal de Las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.

7) ECOSUR (2018) *Evaluación ecológica y estado de conservación de los humedales de montaña de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. San Cristóbal de Las Casas: El Colegio de la Frontera Sur.

8) H. Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas (2018) *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) del Municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas*. Periódico Oficial del Estado de Chiapas, Edición Especial No. 035.

9) INEGI (2014) *Guía para la interpretación del cartograma de edafología. Escala 1:250 000 Serie II*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

10) 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. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

11) Johnson, J.D., Mata-Silva, V. y Wilson, L.D. (2015) 'A conservation assessment of the herpetofauna of Chiapas, Mexico', *Mesoamerican Herpetology*, 2(2), pp. 163–297.

12) SEMARNAT (1994) *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*. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.

13) SEMARNAT (2010) *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, 30 de diciembre de 2010.

14) Canter, L.W. (1996) *Environmental Impact Assessment*. 2nd edn. New York: McGraw-Hill.

15) Glasson, J., Therivel, R. y Chadwick, A. (2012) *Introduction to Environmental Impact Assessment*. 4th edn. London: Routledge.

16) Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B.B. y Balsley, J.R. (1971) *A Procedure for Evaluating Environmental Impact*. Geological Survey Circular 645. Washington, D.C.: U.S. Geological Survey.

17) Morris, P. y Therivel, R. (eds.) (2009) *Methods of Environmental Impact Assessment*. 3rd edn. London: Routledge.

18) SEMARNAT (2002) *Guía de la Manifestación de Impacto Ambiental para Proyectos de Desarrollo Urbano e Infraestructura*. Ciudad de México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Tabla de contenido

## Contenido

CAPÍTULO VI: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES ..... 1
VI.1 INTRODUCCIÓN Y ENFOQUE INTEGRAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA) ..... 1
VI.1.1 Principios rectores del PMA ..... 1
VI.1.2 Vinculación entre impactos (Cap. V) y programas del PMA ..... 1
VI.2 PROGRAMAS ESPECÍFICOS BIO-OPERATIVOS DEL PMA ..... 2
VI.2.1.a Objetivo y justificación ..... 2
VI.2.1.b Especificaciones técnicas de ejecución ..... 2
VI.2.1.c Indicadores de cumplimiento y monitoreo ..... 3
VI.2.2.a Objetivo y justificación ..... 3
VI.2.2.b Especies objetivo y criterios de protección ..... 4
VI.2.2.c Protocolo operativo de rescate ..... 4
VI.2.3.a Objetivo y justificación ..... 5
VI.2.3.b Medidas estructurales de control de sedimentos ..... 5
VI.2.3.c Indicadores de cumplimiento y monitoreo ..... 5
VI.2.4.a Objetivo y justificación ..... 6
VI.2.4.b Protocolo de mantenimiento ..... 6
VI.2.4.c Indicadores de cumplimiento ..... 7
VI.2.5.a Objetivo y justificación ..... 7
VI.2.5.b Subprograma de control de emisiones y ruido ..... 7
VI.2.5.c Subprograma de manejo integral de residuos sólidos ..... 8
VI.2.6.a Objetivo y justificación ..... 8
VI.2.6.b Subprograma de contratación e inclusión laboral ..... 8
VI.2.6.c Subprograma de comunicación comunitaria ..... 9
VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (UNIDAD DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL — USA) ..... 9
VI.3.1 Estructura y funciones de la USA ..... 9
VI.3.2 Protocolo de informes y reporte a la DGIRA ..... 10
VI.3.3 Protocolo de respuesta ante contingencias ambientales ..... 10
VI.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES ..... 11
VI.5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL ..... 11

VI.6 CONCLUSIONES Y DECLARATORIA DE VIABILIDAD AMBIENTAL CONDICIONADA ..... 12
VI.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y NORMATIVAS..... 13

**Contenido de figuraras y tablas**

*Tabla VI.1. Matriz de vinculación Impacto-Programa del PMA*..... 1
*Tabla VI.2. Indicadores de desempeño — Programa P1*..... *3*
*Tabla VI.3. Especies de herpetofauna sujetas a rescate y reubicación*..... 4
*Tabla VI.4. Indicadores de desempeño — Programa P3*..... 5
*Tabla VI.5. Indicadores de desempeño — Programa P4*..... *7*
*Tabla VI.6. Estructura operativa de la USA*..... 9
*Tabla VI.7. Cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental*..... 11
*Tabla VI.8. Desglose presupuestal del Plan de Manejo Ambiental (PMA)*..... 12

# CAPÍTULO VI: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

## VI.1 INTRODUCCIÓN Y ENFOQUE INTEGRAL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

El Capítulo VI constituye el instrumento de gestión operativa de la Manifestación de Impacto Ambiental para el proyecto "Desarrollo Habitacional Ecosustentable La Trinidad". Su finalidad es operacionalizar las respuestas técnicas a cada uno de los impactos adversos moderados e impactos benéficos identificados y cuantificados en el Capítulo V, garantizando el cumplimiento estricto del marco normativo ambiental federal, estatal y municipal (SEMARNAT, 2002; Conesa Fernández-Vítora, 2010). El predio "La Trinidad" se ubica en la zona de amortiguamiento de la propuesta de Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, en una cuenca endorreica kárstica del Valle de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, con suelos del tipo Gleysol/Tecnosol y pastizal inducido como cobertura vegetal predominante. Esta condición impone restricciones técnicas y ambientales específicas que han sido internalizadas en el diseño del presente Plan de Manejo Ambiental (PMA).

El PMA se estructura en seis (6) Programas Específicos Bio-Operativos, una Unidad de Supervisión Ambiental (USA) y un cronograma de inversión ambiental de $1,392,000.00 MXN. Cada programa define: objetivos cuantificados, especificaciones técnicas de ejecución, indicadores de desempeño verificables, frecuencia de monitoreo y responsable operativo.

### VI.1.1 Principios rectores del PMA

- **Prevención:** Prioridad sobre la corrección: toda medida se diseña para evitar el impacto antes de corregirlo.
- **Proporcionalidad:** Intensidad de la medida calibrada al índice de importancia (I) del impacto vinculado (metodología Conesa).
- **Trazabilidad:** Cada medida tiene indicador de cumplimiento, responsable nominado y registro documental.
- **Participación social:** Incorporación activa de la comunidad en etapas de ejecución y vigilancia.
- **Adaptabilidad:** El PMA es un instrumento vivo, sujeto a revisión semestral en función de los informes de la USA.

### VI.1.2 Vinculación entre impactos (Cap. V) y programas del PMA

La Tabla VI.1 presenta la matriz de correspondencia entre los impactos adversos moderados cuantificados en el Capítulo V (Índice I de Conesa) y los programas específicos del PMA que les dan respuesta.

***Tabla VI.1. Matriz de vinculación Impacto-Programa del PMA***

| Componente Ambiental | Impacto Identificado (Cap. V) | Índice I (Conesa) | Carácter | Programa PMA vinculado |
|---|---|---|---|---|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Suelo (Gleysol) | Pérdida de capa orgánica por despalme | -46 | Adverso Moderado | P1 - Manejo de Topsoil |
| Fauna herpetológica | Ahuyentamiento/mortalidad de herpetofauna NOM-059 | -40 | Adverso Moderado | P2 - Rescate de Fauna |
| Hidrología superficial | Incremento de escurrimiento y sedimentación | -37 | Adverso Moderado | P3 - Canal Ripario |
| Hidrología subterránea | Reducción de infiltración por pavimentación | -37 | Adverso Moderado | P4 - Vialidades Permeables |
| Atmósfera / Acústica | Polvo, ruido y residuos por obras | -31 | Adverso Moderado | P5 - Control Emisiones |
| Socioeconómico | Generación de empleo y vivienda digna | +57 | Benéfico Significativo | P6 - Inclusión Social |
| Paisaje / Zona de amortiguamiento | Conservación de franja riparia y áreas verdes | +51 | Benéfico Significativo | P3 + P6 |

**Nota:** I = Índice de Importancia calculado mediante la fórmula de Conesa Fernández-Vítora (2010): I = ±[3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]. Impactos adversos moderados: -25 ≤ I < -50.

## VI.2 PROGRAMAS ESPECÍFICOS BIO-OPERATIVOS DEL PMA

A continuación, se desarrolla en extenso cada uno de los seis programas que integran el Plan de Manejo Ambiental. Para cada uno se especifican: objetivo general, justificación técnica, especificaciones de ejecución, indicadores de cumplimiento, responsable y presupuesto asociado

**PRROGRAMA 1 (P1) — MANEJO, CONSERVACIÓN DEL SUELO ORGÁNICO (TOPSOIL) Y PROTECCIÓN DEL PERFIL GLEYSOL**

### VI.2.1.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Preservar el capital edáfico orgánico del suelo Gleysol/Tecnosol mediante el retiro controlado, acopio temporal y reincorporación total de la capa superficial de suelo orgánico (topsoil), mitigando la pérdida permanente de fertilidad y de la función hidrológica del perfil edáfico (impacto I = -46).

Justificación técnica: El suelo del predio presenta un horizonte orgánico (topsoil) de 20 a 30 cm de espesor con alta densidad de macro y microorganismos edáficos asociados a las funciones de infiltración y amortiguamiento hídrico del humedal de montaña. La eliminación sin recuperación de esta capa representaría un impacto irreversible sobre la dinámica hidrológica de la cuenca endorreica kárstica de San Cristóbal de Las Casas.

### VI.2.1.b Especificaciones técnicas de ejecución

1. **Fase 1 — Delimitación de zonas de retiro:** Previo al inicio de cualquier obra, un especialista en edafología delimitará mediante estacado y cinta de advertencia las zonas de intervención activa (15,950 m²). La franja riparia (4,050 m²) quedará excluida de toda operación de retiro.

2. **Fase 2 — Retiro y acopio del topsoil:** Mediante maquinaria ligera (minicargador o retroexcavadora de brazo corto), se retirará la capa de 20-30 cm de suelo orgánico en franjas de avance de 10 m de ancho. El material será acopiado en camellones de máximo 1.5 m de altura con geometría trapezoidal, sobre geomembrana HDPE de 200 micras para evitar contaminación. Cada camellón se protegerá con malla geotextil bidireccional de 150 g/m² para control de erosión eólica e hídrica.
3. **Fase 3 — Mantenimiento del acopio:** Durante el período de almacenamiento (máximo 6 meses), los camellones se regarán dos veces por semana con agua no potable para mantener la viabilidad de la microbiota edáfico. Se instalarán barreras de paja (bale barriers) en el perímetro de cada camellón para retención de lixiviados.
4. **Fase 4 — Reincorporación:** Concluida la nivelación y compactación de vialidades, el 100% del topsoil acopiado será redistribuido en las áreas verdes interiores (≥5,026 m²) y en la franja riparia, en capa mínima de 15 cm. La reincorporación se ejecutará con maquinaria ligera en dirección perpendicular al drenaje natural.

### VI.2.1.c Indicadores de cumplimiento y monitoreo

***Tabla VI.2. Indicadores de desempeño — Programa P1***

| Indicador | Meta / Umbral | Frecuencia de medición | Instrumento de verificación |
|---|---|---|---|
| Superficie de topsoil retirada y acopiada | 100% de 15,950 m² | Una vez (previo a obras) | Levantamiento topográfico + bitácora de campo |
| Altura máxima de camellones | ≤ 1.5 m | Semanal | Cinta métrica + bitácora |
| Porcentaje de topsoil reincorporado | 100% del volumen acopiado | Al cierre de obras | Cálculo volumétrico + fotografía georeferenciada |
| Espesor de capa reincorporada | ≥ 15 cm en áreas verdes | Al cierre de obras | Perfilamiento edáfico con barrena |

Responsable operativo: Supervisor Ambiental de obra (Unidad de Supervisión Ambiental — USA).

Presupuesto estimado P1: $210,000.00 MXN (incluye mano de obra, maquinaria, geomembrana y geotextil).

**PROGRAMA 2 (P2) — AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y REUBICACIÓN DE HERPETOFAUNA PROTEGIDA (NOM-059-SEMARNAT-2010)**

### VI.2.2.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Garantizar la integridad individual de las poblaciones de herpetofauna con estatus de protección (NOM-059-SEMARNAT-2010) presentes en el predio, mediante acciones preventivas de ahuyentamiento activo, rescate manual y traslado a la franja riparia de conservación (4,050 m²), previo al inicio de cualquier actividad de remoción de cobertura vegetal (impacto I = -40).

Justificación técnica: El Inventario Ambiental (Capítulo IV) registra la presencia de 19 especies de reptiles nativas en la zona, destacando la culebra cavadora ocotera (*Adelphicos nigrilatum*) y la culebra de agua de las tierras altas (*Thamnophis proximus*), ambas sujetas a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010. La cuenca endorreica donde se ubica el predio constituye además un corredor hídrico crítico para anfibios, con 12 especies de anuros registradas en el área de influencia.

### VI.2.2.b Especies objetivo y criterios de protección

***Tabla VI.3. Especies de herpetofauna sujetas a rescate y reubicación***

| Especie | Nombre común | Categoría NOM-059 | Hábitat en el predio |
|---|---|---|---|
| *Adelphicos nigrilatum* | Culebra cavadora ocotera | Pr (Protección especial) | Pastizal y horizonte edáfico superior |
| *Thamnophis proximus* | Culebra de agua de tierras altas | Pr (Protección especial) | Bordes del canal ripario y pastizal húmedo |
| *Craugastor sp.* | Rana de tierra chiapaneca | A (Amenazada) | Pastizal con alta humedad |
| *Abronia sp.* | Dragoncito de montaña | P (En peligro) | Pastizal y arbustos del ecotono |

### VI.2.2.c Protocolo operativo de rescate

5. **Etapa 1 — Cercado preventivo (D-15 antes del inicio de obras):** Instalación de cercado ciego perimetral de malla galvanizada de 50 cm de altura, enterrada 10 cm en el suelo, en todo el perímetro del área a intervenir. El cercado dirigirá el movimiento natural de los reptiles hacia la franja de conservación riparia.
6. **Etapa 2 — Ahuyentamiento activo (D-7 a D-1):** Durante 7 días previos al inicio de desmonte, se realizarán recorridos de ahuyentamiento activo mediante vibración del suelo con mazas de hule, en tres transectos paralelos de sur a norte, con separación de 5 m entre transectos. Frecuencia: dos recorridos diarios (06:00-08:00 h y 17:00-19:00 h).
7. **Etapa 3 — Rescate manual (D-1 a D-5 de desmonte):** Cuadrilla de 3 biólogos certificados realizará rescate manual (pinzas herpetológicas, bolsas de tela) en las franjas de avance de la maquinaria, con antelación mínima de 20 m. Los individuos rescatados se medirán, fotografiarán y liberarán de inmediato en la franja riparia. Se llenará ficha de rescate para cada individuo.
8. **Etapa 4 — Monitoreo post-rescate (Primeros 6 meses de operación):** Recorridos mensuales de verificación en la franja riparia para evaluar presencia y abundancia relativa de las especies rescatadas, mediante transecto de banda fija (50 m × 2 m).

Responsable operativo: Biólogo con especialidad en herpetología, acreditado ante la SEMARNAT. Supervisión: USA.

Presupuesto estimado P2: $185,000.00 MXN (incluye honorarios de especialistas, equipamiento y registros de campo).

**PROGRAMA 3 (P3) — CONTROL DE SEDIMENTACIÓN Y PROTECCIÓN DEL CANAL RIPARIO**

### VI.2.3.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Prevenir la descarga de sedimentos, nutrientes y contaminantes de construcción hacia el canal ripario y el sistema de humedales de montaña La Kisst, manteniendo la integridad hidrológica y ecológica de la franja de amortiguamiento de 10 m en el perímetro del predio (impacto I = -37 en hidrología superficial).

Justificación técnica: El predio se ubica en la Región Hidrológica 30 Grijalva-Usumacinta, dentro de la Cuenca Grijalva-Tuxtla Gutiérrez. El canal ripario en el borde sur del predio forma parte de la red de drenaje pluvial que descarga el sistema de humedales La Kisst, declarado hábitat crítico por el *Profundulus hildebrandi* (pez escamudo endémico en peligro de extinción). Cualquier descarga de sedimentos durante la construcción comprometería esta conectividad hidrológica irreversiblemente.

### VI.2.3.b Medidas estructurales de control de sedimentos

9. **Barrera de sedimentos perimetral:** Instalación de barrera doble (malla geotextil de 2 mm de apertura + pacas de heno de 40 × 60 × 120 cm) en los 450 m lineales del perímetro expuesto al escurrimiento. Las pacas se anclarán con estacas metálicas de 60 cm a intervalos de 1.5 m. Las barreras se revisarán y repararán tras cada evento de precipitación mayor a 15 mm.
10. **Trampa de sedimentos en los 2 puntos de descarga natural:** Construcción de dos trampas de sedimentos dimensionadas por la fórmula de Yoder (1993): volumen mínimo = Q_pico × t_retención; con tirante mínimo de 0.8 m y relación largo: ancho de 2:1. Vaciado manual cuando el sedimento acumulado alcance el 50% del volumen de diseño.
11. **Franja de amortiguamiento riparia:** Mantenimiento permanente de una franja de vegetación nativa sin intervención de 10 m de ancho a partir del borde del canal. Se colocarán señales permanentes cada 20 m indicando el límite de la zona de exclusión de maquinaria.
12. **Reforestación riparia:** Plantación de 200 individuos de especies nativas ribereñas en la franja de conservación (4,050 m²): *Crataegus mexicana* (tejocote*), Salix* sp. (sauce nativo), *Fraxinus uhdei* (fresno) y *Alnus acuminata* (aile), en densidad de 1 árbol/20 m². Marco de plantación: 4 × 5 m en tresbolillo.

### VI.2.3.c Indicadores de cumplimiento y monitoreo

***Tabla VI.4. Indicadores de desempeño — Programa P3***

| Indicador | Meta / Umbral | Frecuencia de medición | Instrumento de verificación |
|---|---|---|---|
| Longitud de barrera de sedimentos instalada | 450 m lineales (100%) | Verificación inicial + mensual | Levantamiento físico + fotografía |
| Volumen de sedimento en trampas | < 50% capacidad diseño | Post-evento lluvioso > 15 mm | Medición de tirante con mira |
| Ancho de franja riparia sin intervención | ≥ 10 m en todo el perímetro | Mensual | GPS + cinta métrica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sobrevivencia de plantación riparia | ≥ 80% al año 1; ≥ 90% al año 3 | Trimestral (años 1-3) | Censo forestal |
| Turbidez del agua en el canal ripario | < 10 NTU (en operación) | Mensual | Turbidímetro portátil |

Responsable operativo: Residente de obra + USA. Supervisión: Inspector SEMARNAT (visitas de verificación).

Presupuesto estimado P3: $260,000.00 MXN (incluye barreras, trampas, reforestación y monitoreo de calidad del agua).

**PROGRAMA 4 (P4) — MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE VIALIDADES PERMEABLES Y EFICIENCIA DE FILTRACIÓN HÍDRICA**

### VI.2.4.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Garantizar que las 2,500 m² de vialidades de adocreto/adoquín permeable diseñadas para el proyecto mantengan durante toda la vida útil del desarrollo (100 años) una tasa de infiltración superior al mínimo de diseño, preservando el coeficiente de escurrimiento (Ce) del predio en un valor no superior al 0.45, acorde con las condiciones hidrológicas de la cuenca endorreica kárstica (impacto I = -37 en hidrología subterránea).

Justificación técnica: La solución de vialidades permeables (adocreto poroso con juntas de grava) constituye la medida principal para mitigar la pérdida de recarga del acuífero kárstico. La eficiencia de este sistema depende críticamente del mantenimiento de las juntas permeables entre unidades de adoquín. Sin mantenimiento, la colmatación progresiva por finos puede reducir la permeabilidad en un 90% en 5-10 años (Fassman & Blackbourn, 2010).

### VI.2.4.b Protocolo de mantenimiento

13. **Inspección semestral (año 0-1) / anual (año 2 en adelante):** Medición de la tasa de infiltración superficial con permeámetro de doble anillo (ASTM C1701/C1701M) en 10 puntos representativos distribuidos sistemáticamente en la red de vialidades. Registro en ficha estandarizada con fotografía georreferenciada.
14. **Mantenimiento preventivo anual:** Cepillado mecánico de las juntas de grava con cepilladera de cerdas de acero inoxidable para remoción de biomasa y finos superficiales. Reposición de la grava de juntas (grava 3/8") en los tramos donde la colmatación supere el 30%, medida visualmente.
15. **Mantenimiento correctivo (si tasa de infiltración < umbral):** Si la medición semestral detecta una tasa de infiltración < 100 mm/h en cualquier punto, se aplicará lavado a presión controlada (máximo 1,500 psi) en los tramos afectados y reposición total de la grava de juntas.
16. **Mantenimiento de sub-base:** Cada 10 años, o cuando la inspección de la sub-base mediante perforación exploratoria detecte colmatación, se realizará extracción y reemplazo de la sub-base de grava angular (espesor mínimo 30 cm) en los tramos afectados.

## VI.2.4.c Indicadores de cumplimiento

***Tabla VI.5. Indicadores de desempeño — Programa P4***

| Indicador | Meta / Umbral | Frecuencia de medición | Instrumento de verificación |
|---|---|---|---|
| Tasa de infiltración superficial (permeámetro doble anillo) | > 100 mm/h en todos los puntos de muestreo | Semestral (año 0-1) / anual (año 2+) | Reporte de medición ASTM C1701 con georreferencia |
| Coeficiente de escurrimiento promedio del predio | Ce ≤ 0.45 | Anual (temporada lluviosa) | Aforo pluviométrico + modelo hidráulico |
| Porcentaje de juntas sin colmatación visible | > 70% de la superficie | Semestral | Inspección visual con cuadrícula de muestreo |
| Superficie de vialidades con mantenimiento al día | 100% de 2,500 m² | Anual | Registro de mantenimiento + certificación USA |

Responsable operativo: Administración del desarrollo habitacional (Asociación de colonos). Supervisión: USA + CONAGUA (monitoreo hídrico externo).

Presupuesto estimado P4: $240,000.00 MXN (incluye permeámetros, mantenimiento de 10 años, repuestos y mano de obra especializada).

**PROGRAMA 5 (P5) — CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS, RUIDO Y MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### VI.2.5.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Mantener las emisiones de partículas suspendidas totales (PST/PM10), los niveles de ruido y la generación de residuos sólidos dentro de los límites establecidos por la normatividad vigente (NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-081-SEMARNAT-1994, NOM-052-SEMARNAT-2005) durante toda la etapa de construcción, minimizando las afectaciones a las colonias circundantes y a los trabajadores (impacto I = -31).

### VI.2.5.b Subprograma de control de emisiones y ruido

17. **Riego de vialidades de construcción:** Camión pipa de 5,000 litros realizará riego con agua no potable (agua residual tratada o captada de lluvia) en todas las vialidades de obra y frentes activos, dos veces al día (07:00 y 13:00 h), y adicionalmente después de cada evento de viento sostenido > 20 km/h.
18. **Enlonado de vehículos de carga:** El 100% de los camiones que transporten material de excavación o demolición contarán con lona de cobertura completa, asegurada en todos sus bordes, durante los trayectos dentro y fuera del predio.
19. **Mantenimiento mecánico preventivo:** Toda la maquinaria y equipo de combustión interna utilizado en obra recibirá mantenimiento preventivo mensual (afinación, verificación de sistemas de escape). Ningún equipo con emisiones visibles de humo negro operará en obra. Nivel de ruido máximo permitido en obra: 68 dB(A) en horario diurno (07:00-22:00 h), conforme NOM-081-SEMARNAT-1994.

20. **Barreras acústicas temporales:** En los frentes de obra colindantes con áreas habitadas (norte y este del predio), se instalarán pantallas acústicas temporales de tablero de madera de 3 m de altura con recubrimiento de espuma de poliuretano de 5 cm, para amortiguación de ruido impulsivo.
21. **Monitoreo de calidad del aire:** Medición quincenal de PST y PM10 con muestreador de alto volumen (Hi-Vol) en dos puntos: barlovento y sotavento del frente de obra activo. Registro en formato de ficha estandarizada.

### VI.2.5.c Subprograma de manejo integral de residuos sólidos

22. **Segregación en origen:** Se instalarán contenedores codificados por color (1.1 m³ cada uno) en el área de acopio temporal de residuos: GRIS (residuos inertes de construcción — escombro, concreto), AMARILLO (maderas y materiales reciclables), ROJO (residuos peligrosos — envases con pintura, disolventes, aceite usado), VERDE (residuos orgánicos de poda y despalme).
23. **Disposición final:** Los residuos de construcción no peligrosos (escombro) serán conducidos al sitio de disposición autorizado por el Ayuntamiento de San Cristóbal de Las Casas, con remisión de bascula y manifiesto de disposición. Los residuos peligrosos serán manejados exclusivamente por empresa con autorización SEMARNAT, conforme NOM-052-SEMARNAT-2005.
24. **Residuos orgánicos de despalme:** Los residuos de poda y despalme serán triturados in situ (trituradora de ramas) y utilizados como mulch/acolchado orgánico en la franja riparia y áreas verdes interiores, reduciendo el volumen de traslado y mejorando la retención de humedad del suelo.
25. **Registro y control:** Se llevará un Registro de Generación de Residuos (Bitácora de Residuos) con frecuencia semanal, que incluya tipo, volumen estimado, destino final y empresa transportista. Este registro formará parte del Informe Semestral de la USA.

Responsable operativo: Residente de obra. Supervisión: USA + SEMARNAT (verificación de manifiestos de residuos peligrosos).

Presupuesto estimado P5: $197,000.00 MXN (incluye contenedores, equipos de monitoreo, riego, pantallas acústicas y mantenimiento de maquinaria

**PROGRAMA 6 (P6) — INCLUSIÓN SOCIAL, CONTRATACIÓN LOCAL Y COMUNICACIÓN COMUNITARIA**

### VI.2.6.a Objetivo y justificación

Objetivo general: Maximizar el impacto benéfico socioeconómico del proyecto (I = +57) mediante la contratación prioritaria de mano de obra local, la capacitación en oficios de construcción sustentable y la comunicación permanente y transparente con las comunidades locales del área de influencia, respetando sus usos, costumbres y derechos de consulta previa conforme al Convenio 169 de la OIT.

### VI.2.6.b Subprograma de contratación e inclusión laboral

26. **Contratación local preferente:** Mínimo el 70% del personal de mano de obra no calificada y semi-calificada provendrá de las colonias aledañas al predio (Explanada del Carmen, Insurgentes, Nueva Esperanza y comunidades indígenas del municipio). La empresa constructora publicará las convocatorias de empleo en el mercado municipal y en sedes de las comunidades locales.

27. **Equidad de género:** Se garantizará que al menos el 30% de los puestos de trabajo generados sean ocupados por mujeres, conforme a la política de inclusión del promotor del proyecto.
28. **Capacitación en construcción sustentable:** Se impartirán talleres quincenales (2 horas) de capacitación en técnicas de construcción sobre pilotes, manejo de topsoil y separación de residuos, dirigidos a los trabajadores contratados, con certificación de ICATCHIAPAS al término de la obra.
29. **Beneficiarios finales:** El proyecto destina el 100% de las 67 viviendas a familias en situación de desplazamiento forzado de comunidades locales, en estricto apego al plan de beneficiarios validado por la autoridad municipal.

### VI.2.6.c Subprograma de comunicación comunitaria

30. **Reuniones de información periódica:** Se realizarán asambleas comunitarias de información al inicio de obra, al inicio de cada etapa constructiva relevante y cada 6 meses durante la operación, en las que se presentará el estado de cumplimiento de las medidas ambientales del PMA, en español y en lengua Tsotsil.
31. **Mecanismo de quejas y sugerencias:** Se establecerá un mecanismo formal de recepción de quejas y sugerencias (buzón físico + número de WhatsApp comunitario), con compromiso de respuesta documentada en un plazo máximo de 15 días hábiles.
32. **Señalización bilingüe:** Toda la señalización ambiental del predio (zonas de exclusión, franja riparia, contenedores de residuos) se rotulará en español y Tsotsil.

Responsable operativo: Promotor del proyecto / Asociación de colonos. Supervisión: USA + Municipio de San Cristóbal.

Presupuesto estimado P6 + supervisión: $300,000.00 MXN (incluye talleres, difusión, señalización bilingüe y honorarios de facilitadores culturales).

## VI.3 PROGRAMA DE VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (UNIDAD DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL — USA)

### VI.3.1 Estructura y funciones de la USA

La Unidad de Supervisión Ambiental (USA) es el órgano técnico-operativo responsable de verificar el cumplimiento de las medidas establecidas en el PMA, reportar desviaciones, proponer acciones correctivas y elaborar los informes de seguimiento ambiental que serán remitidos a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT con periodicidad semestral.

***Tabla VI.6. Estructura operativa de la USA***

| Cargo | Perfil profesional | Dedicación | Funciones principales |
|---|---|---|---|
| **Supervisor Ambiental de Obra (Jefe de USA)** | Ingeniero/Biólogo ambiental, cédula profesional | Tiempo completo (duración de obra) | Coordinación general del PMA; autorización de avance de obra; informes DGIRA |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Especialista en Biodiversidad** | Biólogo con especialidad en herpetología/botánica | Parcial (etapas de alto impacto) | Dirección de P2 (fauna); monitoreo ecológico de P3 |
| **Técnico en Hidrología y Suelos** | Ingeniero civil o hidrólogo | Parcial (temporada de lluvias) | Monitoreo P4 (infiltración); aforos P3 (canal) |
| **Auxiliar Administrativo Ambiental** | Técnico con conocimientos en gestión ambiental | Tiempo completo (duración de obra) | Bitácoras; registros de residuos; atención al mecanismo de quejas |

### VI.3.2 Protocolo de informes y reporte a la DGIRA

La USA elaborará y remitirá los siguientes instrumentos de seguimiento ambiental:

33. **Bitácora Ambiental de Obra:** Registro diario de actividades, incidentes ambientales y acciones correctivas aplicadas. Foliada, con firma del Supervisor Ambiental. Disponible para inspección de la autoridad en cualquier momento.
34. **Informe Mensual de Cumplimiento (interno):** Síntesis del estado de cumplimiento de los indicadores de cada programa, con semáforo de alerta (VERDE: cumplido; AMARILLO: en proceso con retraso menor; ROJO: incumplimiento requiere acción correctiva). Dirigido al promotor del proyecto.
35. **Informe Semestral de Seguimiento Ambiental (para DGIRA):** Informe técnico conforme a los TdR de la SEMARNAT (2002), que incluye: avance de cumplimiento por programa, fotografías georreferenciadas, resultados de monitoreo (indicadores numéricos), análisis de desviaciones y plan de acciones correctivas. Remitido dentro de los primeros 15 días hábiles de cada semestre.
36. **Informe de Cierre de Obra:** Informe final de cumplimiento de las medidas del PMA correspondientes a la etapa de construcción, con validación de indicadores finales y propuesta de transición al programa de mantenimiento operativo (etapa de operación).

### VI.3.3 Protocolo de respuesta ante contingencias ambientales

Ante la ocurrencia de cualquiera de los siguientes eventos, la USA activará el protocolo de contingencia en un plazo máximo de 2 horas:

- Derrame de combustible, aceite u otro hidrocarburo en zona de obra o área verde.
- Detección de individuos de fauna protegida (NOM-059) en situación de riesgo inmediato por actividad constructiva.
- Descarga accidental de sedimentos o residuos de construcción al canal ripario.
- Superación de los límites de ruido o emisiones de PST/PM10 establecidos en el PMA.
- Daño estructural a barreras de sedimentos durante eventos de precipitación extrema.

El protocolo de contingencia incluye: notificación inmediata al promotor y a la DGIRA (vía correo electrónico certificado); activación del equipo de respuesta asignado; documentación fotográfica del evento; aplicación de medidas correctivas de emergencia; y elaboración de reporte de contingencia en un plazo máximo de 72 horas.

## VI.4 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS MEDIDAS AMBIENTALES

La Tabla VI.7 presenta el cronograma de ejecución de las principales actividades del PMA en relación con las etapas del proyecto. La temporalidad se expresa en meses a partir del inicio de obras (M0).

***Tabla VI.7. Cronograma de ejecución del Plan de Manejo Ambiental***

| Actividad / Medida del PMA | Pre-obra (M-1 a M0) | Preparación (M1-M3) | Construcción (M4-M18) | Operación (Continuo) |
|---|---|---|---|---|
| P1 - Delimitación de zonas de retiro | ● | ● | | |
| P1 - Retiro y acopio de topsoil | | ● | | |
| P1 - Reincorporación de topsoil | | | ● | |
| P2 - Instalación de cercado ciego | ● | | | |
| P2 - Ahuyentamiento activo de fauna | ● | ● | | |
| P2 - Rescate manual y reubicación | | ● | ● | |
| P2 - Monitoreo post-rescate de fauna | | | ● | ● |
| P3 - Instalación de barreras de sedimentos | | ● | ● | |
| P3 - Trampas de sedimentos (construcción) | | ● | | |
| P3 - Reforestación riparia | | | ● | ● |
| P3 - Monitoreo de turbidez del canal | | ● | ● | ● |
| P4 - Construcción de vialidades permeables | | | ● | |
| P4 - Inspección semestral de permeabilidad | | | ● | ● |
| P4 - Mantenimiento preventivo anual | | | | ● |
| P5 - Riego de vialidades de construcción | | ● | ● | |
| P5 - Monitoreo de PST/PM10 quincenal | | ● | ● | |
| P5 - Manejo integral de residuos sólidos | | ● | ● | ● |
| P6 - Convocatoria y contratación local | ● | ● | ● | |
| P6 - Talleres de capacitación | | ● | ● | |
| P6 - Asambleas comunitarias de información | ● | ● | ● | ● |
| USA - Bitácora ambiental diaria | | ● | ● | ● |
| USA - Informes semestrales a DGIRA | | | ● | ● |

**Nota:** ● = Actividad en ejecución durante ese período. Pre-obra: actividades previas al inicio formal de construcción.

## VI.5 PRESUPUESTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

La Tabla VI.8 presenta el desglose presupuestal del PMA, con el costo estimado por programa, el porcentaje de participación en el presupuesto total y las fuentes de inversión. El monto total de las

medidas de prevención y mitigación ambiental asciende a $1,392,000.00 MXN, equivalente al 4.7% de la inversión total del proyecto ($29,650,000.00 MXN para 67 viviendas).

***Tabla VI.8. Desglose presupuestal del Plan de Manejo Ambiental (PMA)***

| Clave | Programa / Componente | Costo estimado (MXN) | % del PMA | Etapa de Ejercicio | Fuente de inversión |
|---|---|---|---|---|---|
| P1 | Manejo y conservación de suelo orgánico (Topsoil) y perfil Gleysol | $210,000.00 | 15.1% | Preparación de sitio | Promotor |
| P2 | Ahuyentamiento, rescate y reubicación de herpetofauna NOM-059 | $185,000.00 | 13.3% | Pre-obra + Construcción | Promotor |
| P3 | Control de sedimentación y protección del canal ripario | $260,000.00 | 18.7% | Construcción + Operación | Promotor |
| P4 | Mantenimiento de vialidades permeables y eficiencia hídrica | $240,000.00 | 17.2% | Construcción + Operación | A. de colonos |
| P5 | Control de emisiones, ruido y manejo integral de residuos | $197,000.00 | 14.2% | Construcción | Promotor |
| P6 | Inclusión social, contratación local y comunicación comunitaria | $150,000.00 | 10.8% | Todo el ciclo | Promotor |
| USA | Supervisión ambiental, informes DGIRA y contingencias | $150,000.00 | 10.8% | Todo el ciclo | Promotor |
| **TOTAL** | **Plan de Manejo Ambiental completo (7 componentes)** | **$1,392,000.00** | **100%** | **Pre-obra a Operación** | **Promotor / A. colonos** |

**Nota:** A. de colonos = Asociación de colonos del desarrollo habitacional. El costo de P4 se ejercerá en dos momentos: $80,000 durante construcción (medición inicial y adquisición de equipos) y $160,000 durante operación (mantenimiento en horizonte de 10 años).

## VI.6 CONCLUSIONES Y DECLARATORIA DE VIABILIDAD AMBIENTAL CONDICIONADA

El análisis integral de los impactos ambientales identificados en el Capítulo V y las medidas de prevención y mitigación desarrolladas en el presente Capítulo VI permiten concluir que el proyecto "Desarrollo Habitacional Ecosustentable La Trinidad" presenta viabilidad ambiental condicionada al cumplimiento estricto del Plan de Manejo Ambiental (PMA) descrito en las secciones anteriores. Los argumentos técnicos que sustentan esta conclusión son los siguientes:

- **Mitigabilidad de los impactos adversos:** Los cuatro impactos adversos moderados identificados (I entre -31 y -46) son mitigables mediante las medidas técnicas específicas de los Programas P1 a P5. Ningún impacto califica como crítico (I < -75) ni irreversible a escala ecosistémica, dada la superficie de intervención (15,950 m²) en relación con el total del sistema de humedales La Kisst.

- **Impactos benéficos netos:** El proyecto genera dos impactos benéficos significativos de alta magnitud: la dotación de 67 viviendas dignas para familias desplazadas (I = +57) y la consolidación de 4,050 m² de franja riparia de conservación permanente en la zona de amortiguamiento del APFF (I = +51). Estos impactos benéficos son perdurables y acumulativamente positivos para el sistema socioambiental.
- **Diseño ecosustentable:** La decisión de cimentación sobre pilotes de concreto (1,809 pilotes totales) en lugar de losa corrida preserva la conectividad hidrológica subterránea del acuífero kárstico. Las vialidades permeables (2,500 m²) minimizan el incremento del coeficiente de escurrimiento. Estas decisiones de diseño representan una solución técnica avanzada que previene impactos de mayor significancia.
- **Marco normativo cumplido:** El PMA da respuesta explícita a los requerimientos de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (fauna), NOM-041/045-SEMARNAT (emisiones), NOM-081-SEMARNAT-1994 (ruido), NOM-052-SEMARNAT-2005 (residuos peligrosos) y los criterios técnicos de la SEMARNAT (2002) para la evaluación de impacto ambiental bajo la modalidad Cambio de Uso de Suelo.
- **Mecanismos de seguimiento:** La Unidad de Supervisión Ambiental (USA) y los informes semestrales a la DGIRA garantizan la trazabilidad y verificabilidad del cumplimiento del PMA durante todo el ciclo del proyecto, con mecanismos de alerta temprana y protocolo de contingencias documentado.
- **Participación social:** El Programa P6 asegura la incorporación activa de las comunidades locales en la ejecución y vigilancia del PMA, en consonancia con el Convenio 169 de la OIT y el principio de consulta previa libre e informada.

En suma, el proyecto "La Trinidad" representa un modelo de desarrollo habitacional social que integra soluciones técnicas de ingeniería sustentable con medidas de mitigación ambiental robustas, en un territorio de alta sensibilidad ecológica. La inversión de $1,392,000.00 MXN en medidas ambientales (4.7% de la inversión total) refleja el compromiso del promotor con la responsabilidad ambiental y la viabilidad a largo plazo del proyecto en el contexto del sistema de humedales de montaña de San Cristóbal de Las Casas.

## VI.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y NORMATIVAS


- ASTM International. (2013). Standard Test Method for Infiltration Rate of In Place Pervious Concrete (ASTM C1701/C1701M-17a). West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Conesa Fernández-Vitora, V. (2010). Guia metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4a ed.). Mundi-Prensa Libros.
- Fassman, E. A., & Blackbourn, S. (2010). Urban Runoff Mitigation by a Permeable Pavement System over Impermeable Soils. Journal of Hydrologic Engineering, 15(6), 475-485.
- SEMARNAT. (2002). Guia para la presentación de la manifestación de impacto ambiental. Modalidad particular. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Mexico.
- SEMARNAT. (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental — Especies nativas de Mexico de flora y fauna silvestres — Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010.

- SEMARNAT. (2006). NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006. Emisiones de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. (1994). NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los limites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas. Diario Oficial de la Federación, 13 de enero de 1995.
- Yoder, D. C., et al. (1993). Estimating Sediment Trap Efficiency. Transactions of the ASAE, 36(5), 1471-1479.
- OIT (Organizacion Internacional del Trabajo). (1989). Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales. Ginebra: OIT.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

Tabla de contenido

## Contenido

**VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS** ..... 1

**VII.1 Pronóstico del escenario** ..... 1

**VII.1.2. Evaluación de alternativas** ..... 1

**VII.1.2.1. Descripción y análisis de la Alternativa A (sin la implementación del proyecto)** ..... 3

**VII.1.2.2. Descripción y análisis de la Alternativa B (con la implementación del proyecto sin ejecución de medidas correctivas)** ..... 3

**VII.1.2.3. Descripción y análisis de la Alternativa C (con la implementación de medidas correctivas en el proyecto)** ..... 4

**VII.2. Programa de Evaluación y Seguimiento Ambiental** ..... 4

**VII.3. Conclusiones** ..... 5

Lista de figuras y tabla

Figura VII.1. Escala de valoración simple ..... 2

Figura VII.2. Seguimiento y monitoreo de las actividades del proyecto ..... 5

Tabla 1. Valoración de alternativas propuestas ..... 2

# CAPÍTULO VII

# VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

## VII.1 Pronóstico del escenario

El área de interés se encuentra en la zona de amortiguamiento del Área de Protección de Flora y Fauna Humedales de Montaña La Kisst y María Eugenia, en el municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. Se encuentra dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra de Chiapas y Guatemala; Subprovincia Fisiográfica Altos de Chiapas. De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificado por Enriqueta Gracia en 1994, el tipo de clima de la zona del proyecto es un $Cw_2$ (Templado subhúmedo con lluvias en verano) con una temperatura media anual de 15.5 °C, mientras que la precipitación media anual es de 945.5 mm. El tipo de suelo corresponde a Gleysol. En cuanto a hidrología, el área de estudio se localiza en la Región Hidrológica RH-30 (Grijalva-Usumacinta), cuenca Grijalva-Tuxtla Gutiérrez, Subcuenca Alto Grijalva y con un canal que atraviesa el predio. La vegetación en el área es un pastizal cultivado.

Derivado de los datos en los capítulos anteriores, el Pronóstico Ambiental interviene como una herramienta que nos permite generar la proyección del escenario resultante de la ejecución de un proyecto; con el objetivo de conseguir la afinidad entre las diferentes actividades correspondientes al proyecto y las pertinentes a la protección y conservación del medio ambiente, en conjunto con el monitoreo de, principalmente, los componentes físicos y bióticos de acuerdo a su importancia en el mantenimiento de la biodiversidad local.

En el actual capítulo, se presenta el análisis del escenario, de tal manera que se visualice el aspecto ambiental esperado con la implementación del proyecto. De acuerdo con la información del diagnóstico ambiental permite la identificación y evaluación de los impactos potenciales, así como las medidas de prevención y propuestas mitigación.

### VII.1.2. Evaluación de alternativas

Para realizar el análisis de escenarios o alternativas, se retomó el método de Valoración Simple explicado por Conesa-Vítora (2010). Este método consiste en un arreglo en forma de matriz, en el cual, en las filas representan los criterios y en las columnas, las alternativas a comparar. De acuerdo con el mismo autor, esta matriz puede valorarse de la siguiente manera:

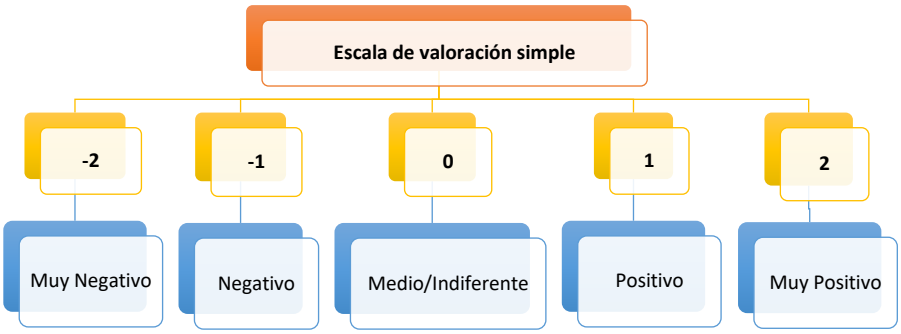


Figura VII. 1. Escala de valoración simple.

De acuerdo con el Proyecto, se proponen las siguientes tres alternativas:

- **Alternativa A**: Sin ejecución del proyecto
- **Alternativa B**: Ejecución del proyecto sin aplicación de medidas correctivas.
- **Alternativa C**: Ejecución del proyecto implementando las medidas correctivas

Los criterios que fueron considerados corresponden a los componentes ambientales que se verán afectados por el desarrollo del proyecto, los cuales fueron identificados y descritos en el Capítulo V.

Con base en lo anterior, en la siguiente tabla se presenta la valoración de alternativas propuestas:

**Tabla 1. Valoración de alternativas propuestas**

| Matriz de Evaluación de Alternativas | | | |
|---|---|---|---|
| **Alternativas** / **Criterios** | **Alternativa A** | **Alternativa B** | **Alternativa C** |
| Erosión | 1 | -1 | 1 |
| Compactación de suelo | 1 | -1 | 1 |
| Emisiones a la atmosfera | 0 | -1 | 1 |
| Nivel de ruido | 2 | -1 | 1 |
| Contaminación de las corrientes superficiales | 1 | -1 | 1 |
| Vegetación terrestre y área | 2 | -2 | 2 |
| Fauna | 2 | -2 | 2 |
| Calidad paisajística | 1 | -2 | 1 |
| Generación de empleos | -2 | 2 | 2 |
| Incremento en la actividad comercial local | -1 | 1 | 2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Calidad de vida del propietario | -1 | 1 | 2 |
| **Total** | **6** | **-7** | **16** |

### VII.1.2.1. Descripción y análisis de la Alternativa A (sin la implementación del proyecto)

La Alternativa A, presenta una valoración positiva baja, esto, debido a que no se llevará a cabo ninguna actividad en el área del proyecto, dejando al sitio en su estado natural, sin aumentar la intervención antropogénica, sin embargo, representa desaprovechar los recursos con los que se cuenta en el área y, por consiguiente, se pierde la posibilidad de obtener ingresos económicos y bienestar social.

En suma, se determina que la Alternativa A, referente al escenario sin proyecto propicia la degradación gradual del área, en consecuencia, de no realizarse ningún aprovechamiento, por lo cual tampoco existe generación de empleos e ingresos para el propietario ni la población aledaña y puede convertirse en causa de actividades ilícitas, como la invasión o la introducción de infraestructura no adecuada.

### VII.1.2.2. Descripción y análisis de la Alternativa B (con la implementación del proyecto sin ejecución de medidas correctivas)

Con el desarrollo y ejecución del proyecto que, radica en la construcción de casas habitacionales ecosustentables, se propiciará el surgimiento de diferentes actividades y labores que puede llegar a representar una derrama económica importante, ya que al requerir mano de obra genera empleos y por ende derrame económica, lo cual, implica el mejoramiento del nivel de vida del propietario y de la población local.

Por otro lado, es importante mencionar que en la A.P.F.F La Kisst, donde se ubica el área del proyecto, dentro de su problemática ambiental se encuentran las invasiones , identificándose como la principal causa del inadecuado uso de las áreas, lo cual, propicia los asentamientos humanos irregulares y la construcción de los edificios inadecuados, asi como, a la introducción de especies exóticas (plantas ornamentales y frutales) que pueden llegar a convertirse en invasoras; residuos sólidos, entre otros.

Por lo anterior, la alternativa de la ejecución del Proyecto sin la implementación de medidas, se valoró como negativa, ya que al desarrollar las actividades sin considerar la aplicación de medidas puede desencadenar una afectación severa para el medio y traería consigo alteraciones a los diferentes componentes, donde, los más afectados serían la captación de agua, calidad atmosférica, la afectación a la flora y fauna adyacentes. La sinergia de esta alternativa no se considera viable.

### VII.1.2.3. Descripción y análisis de la Alternativa C (con la implementación de medidas correctivas en el proyecto)

De acuerdo con la valoración, esta alternativa se consideró altamente positiva, ya que alberga los beneficios mencionados anteriormente, pero las afectaciones negativas hacia el medio ambiente serán minimizadas y atenuadas a través de diversas medidas de prevención y mitigación, como las siguientes:

- Se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna, previo al inicio de las actividades en cada jornada laboral.
- No se removerá ni se realizará la eliminación de la vegetación.
- En la fase de Operación y Mantenimiento, se implementarán tratamientos complementarios como son la limpieza de hierbas acompañantes, control de especies invasoras en los márgenes del canal, control de plantas exóticas tanto forestales como frutales, control de residuos sólidos. Estas acciones ayudarán a la protección del área.

De acuerdo con lo anterior, con la ejecución del proyecto con la implementación de las medidas de prevención y mitigación descritas en el capítulo anterior (Capítulo VI) se garantiza la sustentabilidad y eficiencia del proyecto, en conjunto con la protección, cuidado y conservación del medio ambiente en el que se encuentra inmerso. Con estos criterios, esta alternativa se considera como la más viable.

## VII.2. Programa de Evaluación y Seguimiento Ambiental

El Programa de Evaluación y Seguimiento Ambiental tiene como objetivo determinar los procedimientos específicos para realizar el control y seguimiento del V.1.7.2 Matriz Sintética de Vinculación Impacto - Medida de Mitigación del capítulo V sobre los impactos identificados y verificar el cumplimiento de las medidas de protección ambiental, instrumentadas para contrarrestar los impactos generados por las actividades del proyecto.

Consistirá en la realización de actividades de supervisión en cada uno de las etapas del proyecto para garantizar que la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigación de los impactos ambientales se realicen de manera correcta y que el deterioro al ambiente sea mínimo. Dichas actividades estarán a cargo del promovente y del prestador de servicios técnicos forestales, quien deberá realizar visitas periódicas, a fin de corroborar el cumplimiento de las medidas.

En el programa se prevé llevar a cabo la evaluación y el seguimiento ambiental mediante:

**Gráfico 2. Programa de Evaluación y Seguimiento Ambiental**




Figura VII.2. Seguimiento y monitoreo de las actividades del proyecto.

El análisis de la información recabada deberá realizarse de forma rápida y objetiva, es decir, tiene que ser un procedimiento que no implique un excesivo gasto de recursos económicos y humanos, por el contrario, deberá consistir en actividades que se incluyan dentro de la dinámica actual del ecosistema.

El monitoreo en las áreas intervenidas se realizará en al menos cada tres meses, para detectar en forma oportuna el surgimiento de efectos negativos que pudieran ocasionarse, a la vegetación adyacente y demás recursos.

## VII.3. Conclusiones

La implementación del proyecto “Desarrollo habitacional Ecosustentable” en el Predio La Trinidad, municipio de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, se plantea bajo un esquema de construcción amigable con el medio ambiente por lo que se denomina “Desarrollo habitacional Ecosustentable”. El proyecto permitirá ocupar un espacio de la zona de amortiguamiento de la A.P.F.F La Kisst sin alterar drásticamente los servicios ambientales del área y mantenido su funcionalidad sin modificaciones en una superficie de 15,950 $m^2$, para la construcción de viviendas.

El proyecto conllevará una serie de impactos ambientales negativos, de carácter moderado, sin embargo, con el objetivo de poder disminuir o prevenir estos daños y afectaciones al medio ambiente, se han establecido diversas medidas de mitigación, aunadas a las que, es su momento, la autoridad señale en la resolución. Asimismo, se generarán impactos positivos, como la generación de empleos, el impulso a la economía local y la mejora en la calidad de vida del propietario.

De esta manera, se concluyendo lo siguiente:

- El establecimiento de sus etapas y respectivas actividades del proyecto, se encuentran en apego a la normatividad forestal y ambiental vigente.
- El Cambio de Uso del Suelo, se plantea que las acciones y actividades permitan mantener, en la medida de lo posible, la funcionalidad de los servicios ecosistémicos del sitio.
- El desarrollo de estos esquemas de construcción, representa una alternativa viable para generar beneficios directos al propietario del predio e indirectos a colonias vecinas.
- La ejecución del proyecto promueve el desarrollo en la región y la entidad, además, marca un precedente para proyectos a futuro.
- Las construcciones de las viviendas, contempla la capacidad potencial del área, lo que asegura la persistencia de estos servicios para el medio ambiente y sociedad en general.

Por todo lo anterior, se determina que el proyecto es viable desde el punto de vista ambiental y socioeconómico, considerando que se cumplirán todas las medidas de prevención y mitigación, así como las que establezca la autoridad en la resolución correspondiente.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR



## CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

PROYECTO: “DESARROLLO HABITACIONAL ECOSUSTENTABLE EN EL PREDIO “LA TRINIDAD”, UBICADO EN EL SAN CRISTÓBAL DE LAS CASAS, CHIAPAS”

PROMOVENTE: C. GREGORIO JAVIER MARTÍNEZ AGUILAR

ELABORADO EN: JULIO 2026

# Tabla

## Contenido

**VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES** ..... 2

**VIII.1. Formatos de presentación** ..... 2

**VIII.1.1. Cartografía** ..... 2

**VIII.2. Bibliografía** ..... 3

# CAPITULO VIII

# VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

## VIII.1. Formatos de presentación

Para el **Trámite de Manifiesto de Impacto Ambiental para el Cambio de Uso de Suelo, Modalidad Particular** del Proyecto denominado "Desarrollo Habitacional Ecosustentable en el predio La Trinidad", ubicado en el san Cristóbal de Las Casas, Chiapas, se presentan Cartas Topográficas, Edafológicas, Climáticas, Fisiográficas, Geológicas, entre otras; adaptadas y modificadas para señalizar la ubicación del predio y el área del proyecto con respecto a cada tema abordado en los diferentes capítulos.

De acuerdo con lo establecido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se entrega un ejemplar impreso de la MIA modalidad particular para su evaluación. Asimismo, todo el estudio está grabado en dos unidades extraíbles (USB), incluyendo los Anexos, bases de datos y archivos de georreferenciación.

### VIII.1.1. Cartografía

En los *Anexos* se integran todos los planos georreferenciados referentes a la información contenida en los capítulos correspondientes. Asimismo, se adjuntan imágenes satelitales obtenidas por medio del software libre Google Earth.

Se utilizaron las coberturas digitales de las siguientes cartas temáticas generadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y descargadas desde su sitio web oficial:

- *Unidades Climáticas, Escala 1:250,000 (2008).*
- *Red Hidrográfica, Escala 1:50,000 Edición 2.0 (2010).*
- *Modelo Digital de Elevación del Estado de Chiapas (2013).*
- *Carta geológica, Escala 1:250,000 (2001).*
- *Carta edafológica, Serie II, Escala 1:250,000 (2014).*
- *Aguas Subterráneas, Escala 1:250,000 Serie II.*
- *Sistemas de topoformas, Escala 1:1'000,000 (2001).*
- *Provincias fisiográficas, Escala 1:1'000,000 (2001).*

- *Subprovincias fisiográficas, Escala 1:1'000,000 (2001).*
- *Uso de Suelo y Vegetación, Serie VII, Escala 1:250,000 (2021).*

Se obtuvieron las siguientes coberturas digitales para las áreas de importancia ecológica, generadas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO):

- *Áreas Naturales Protegidas Federales, Escala 1:50,000 (2021).*
- *Áreas Naturales Protegidas Estatales, Escala 1:50,000 (2015).*
- *Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICAS), Escala 1:250,000 (2015).*
- *Sitios RAMSAR de México (2016).*
- *Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP), Escala 1:4'000,000 (2011).*
- *Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Escala 1:1'000,000 (2008).*
- *Regiones Marinas Prioritarias (RMP), Escala 1:4'000,000 (2008).*

Además, se utilizaron las coberturas digitales siguientes para la vinculación del Proyecto con los ordenamientos jurídicos:

- *Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Chiapas (2012).*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (2012).*
- *Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de San Cristóbal de Las Casas (2018).*

## VIII.2. Bibliografía

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2017). Datos para la Regionalización Sísmica de México.

Conesa Fernández-Vitora, V. (2000). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Editorial Mundi-Prensa. 3a. Edición. España.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2001). Diccionario de datos fisiográficos. (Vectorial). Esc. 1:1 000 000. Sistema Nacional de Información Geográfica.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). Guía para la interpretación de cartografía. Climatológica. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2014). Guía para la interpretación de cartografía. Edafología Serie II. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2025). Censo de población y vivienda, Año Geografía e Informática (INEGI).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Guía para la interpretación de cartografía Uso del Suelo y Vegetación escala 1:250 000 Serie VII.