MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Proyecto: Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros

CONSULTA PUBLICA

Promovente: Materiales Industriales de Chihuahua S.A. de C.V.

Indice

Capítulo I. Datos Generales del proyecto, del promovente, del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto. 1

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1

I.1.1 Nombre del proyecto 1

I.2 PROMOVENTE 1

I.2.1 Razón social 1

I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1

I.3.1 Nombre del responsable 1

I.3.2 Correo electrónico 1

I.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO 2

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES 2

I.5.1 Costos de inversión (Ver Anexo 4) 7

I.5.2 Costos de medidas de prevención, compensación y restauración 8

I.5.3 Duración estimada del proyecto (Ver Anexo 5) 8

I.5.4 Consumos, emisiones, aprovechamiento de recursos, residuos y descargas. 8

I.6 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO 12

I.6.1 Superficie del predio 12

I.6.2 Superficie de desplante de construcción 12

I.6.3 Superficie interna sin construcciones o instalaciones proyectadas 12

I.6.4 Superficie total de vegetación 12

Capítulo II. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo. 13

II. 1. Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia. 25

Capítulo III. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada. 26

III.1. Elementos físicos de la Región Ecológica en donde se ubique el área sujeta a CUSTF 28

III.1.1. Clima 28

III.1.2. Geología/Litología 34

III.1.3. Topografía 42

III.1.4. Suelo/Edafología 49

CONSULTA PUBLICA

III.1.4.1. Tipos de Erosión presentes en la Región Ecológica y las posibles causas que las originan.....52

III.4.1.1. Estimación de la Erosión Hídrica dentro de la superficie de la Región Ecológica.....56

III.4.1.2. Estimación de la Erosión Hídrica dentro de la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo.....58

III.4.1.3. Estimación de la Estimación de la Erosión Eólica dentro de la superficie de la Región Ecológica.....63

III.4.1.4. Estimación de la Estimación de la Erosión Eólica dentro del área propuesta para CUSTF.....65

III.1.5. Hidrología.....68

III.1.5.1. Estimación del Balance hídrico en la Región Ecológica.....70

III.1.5.2. Estimación del Balance hídrico en el área CUSTF.....75

III.2. Aspectos bióticos de la Región Ecológica.....85

III.2.1. Vegetación.....85

III.2.1.2. Caracterización de la vegetación.....86

III.2.1.3. Diversidad de Flora en la Región Ecológica.....87

III.2.1.4. Diversidad de Flora en el área de CUSTF.....95

IV.2.2. Fauna.....100

Capítulo IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración......120

IV.1. Descripción de la metodología para la identificación, caracterización y evaluación de impactos ambientales......120

IV.1.1 Indicadores o factores ambientales.....120

IV.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto......135

IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN......137

IV.4. Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio......142

IV.4.1 Etapa de preparación del sitio (CUSTF).....142

IV.4.2 Etapa de construcción.....144

IV.4.3 Etapa de operación y mantenimiento.....144

IV.4.4 Etapa de abandono del sitio.....145

IV.5. Nivel más detallado y específico derivado de un componente ambiental....145

CONSULTA PÚBLICA

6. Análisis de la modificación ambiental del componente suelo derivada de los impactos ambientales significativos.....146

IV.6. Análisis de la magnitud e intensidad de las modificaciones ambientales ocasionadas......148

IV.7. Acciones para la Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación de Impactos Ambientales.....149

IV.8.1 Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto.....150

IV.9. Indicadores de Cumplimiento y Eficacia de las Medidas Ambientales......155

IV. 10. Consideraciones sobre la estimación económica de las medidas ambientales.
.....157

IV.11. Resumen del análisis de impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales......158

IV.12. Delimitación del Área de Influencia del Proyecto......159

IV.12.1 Área de Influencia Directa (AID)......159

IV.12.2 Área de Influencia Indirecta......159

IV.12.3 Justificación......160

IV.13. Medidas de compensación y/o restauración ambiental......161

IV.14. Restauración: Acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban......162

CONSULTA PUBLICA

Capítulo I. Datos Generales del proyecto, del promovente, del responsable del estudio de impacto ambiental y descripción del proyecto.

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto

"FRACCIONAMIENTO HACIENDA DE ENCINILLAS Y RESERVA MACROLOTES FUTUROS".

I.2 PROMOVENTE

I.2.1 Razón social

[redacted]

I.3 RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.3.1 Nombre del responsable

[redacted]

I.3.2 Correo electrónico

[redacted]

CONSULTA PUBLICA

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

_____

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

I.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

Se ubica dentro del Ejido Nombre de Dios, el cual se comprende de las fracciones de las parcelas 307,309,310, fracción W de la parcela 312, así como las parcelas 313 y 314. (Ver Anexo 1 y Anexo 2).

Entidad Federativa	Municipio
Chihuahua	Chihuahua

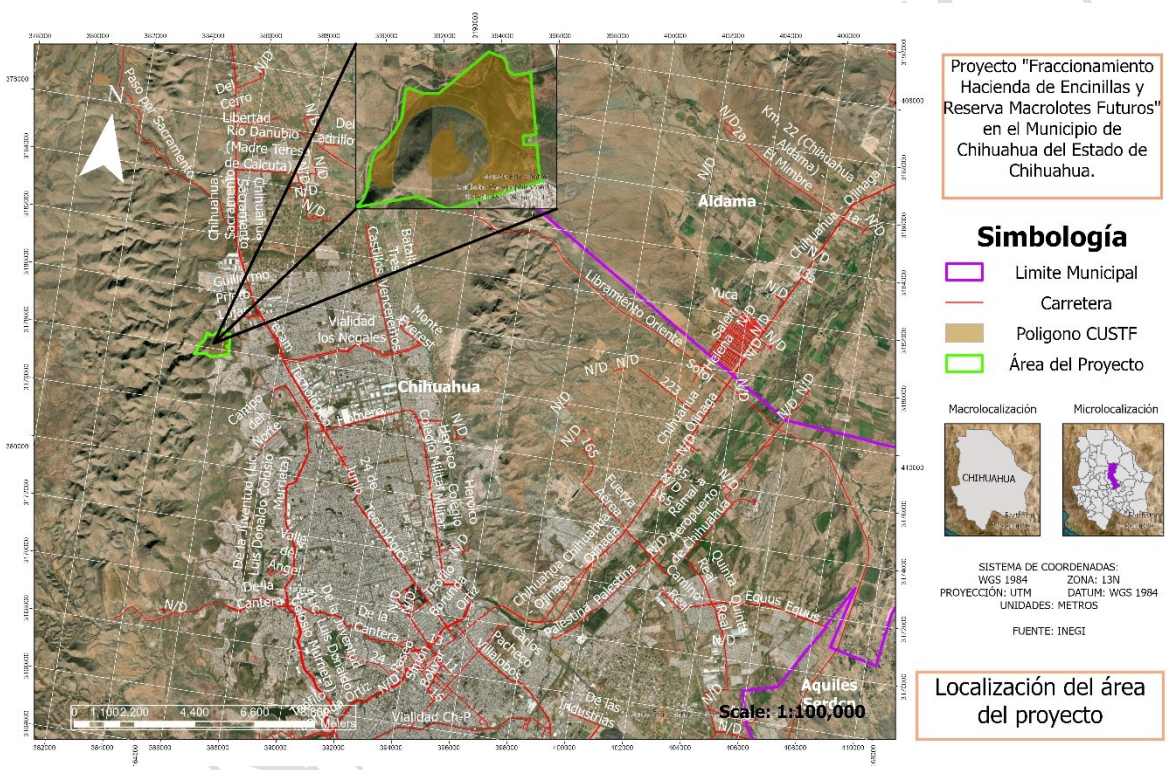


Ilustración 1. Localización del área del proyecto (Anexo 3)

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES

El proyecto consiste en la lotificación de un terreno para el desarrollo de un fraccionamiento habitacional que requiere el cambio de uso del suelo en un predio con vegetación forestal para la construcción de infraestructura urbana, incluyendo vialidades, lotes habitacionales, redes de agua potable, drenaje sanitario, alcantarillado, electrificación y demás obras asociadas. Por lo anterior, el proyecto se ubica en el supuesto previsto en el artículo 5, inciso O, fracción I, del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, al tratarse de un cambio de uso del suelo para infraestructura urbana y desarrollo inmobiliario en un terreno con vegetación forestal.

El proyecto contempla transformación del terreno, el cual cuenta con una superficie total de **76.8566 hectáreas,** de las cuales **49.467876 hectáreas** serán sujetas a cambio de uso de suelo, y por lo tanto, motivo del presente estudio para Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular. En dicha superficie se llevarán a cabo actividades necesarias para la preparación del sitio, que incluye la delimitación del área de interés, rescate de flora y fauna, trabajos de desmonte, y despalme (retiro de vegetación y material superficial), trazo y nivelación, cortes y excavaciones, compactaciones y limpieza del terreno. Posteriormente se llevarán a cabo las obras de urbanización que comprenden la apertura de vialidades, instalación de infraestructura de servicios (agua potable, drenaje sanitario, electrificación y alumbrado público y red de gas natural), así como lotificación para viviendas y la habilitación de áreas verdes.

El proyecto se llevará a cabo dentro de 4 fases.

1. PREPARACION DEL SITIO

En esta fase se tiene como objetivo la preparación y acondicionamiento del terreno para el desarrollo habitacional, procurando generar el menor impacto posible en el entorno natural. Previo a la preparación del sitio, así como durante las etapas de construcción, operación, mantenimiento, y en su caso abandono del sitio se implementarán diversas medidas de prevención, control y mitigación, con la finalidad de reducir los posibles impactos que pudieran suscitarse en el medio ambiente.

Las actividades a desarrollar en esta etapa comprenden el uso de maquinaria pesada, y equipo especializado, tales como camiones de volteo con capacidades de $7m^3$, $12m^3$, $18m^3$, retroexcavadoras, bulldozer, excavadora, moto conformadora, trascabo, pipa de agua, así como equipo menor como revolvedora, compactadora, vibradores y soldadoras. Derivado de las actividades se prevé generación mínima de residuos peligrosos principalmente aceites y lubricantes usados, del mismo modo residuos sólidos urbanos los cuales estarán sujetos a disposición conforme la normativa vigente.

Los trabajos se llevarán a cabo de manera estructurada dando inicio con las actividades técnico- ambientales y de acondicionamiento del terreno, incluyendo trabajos de desmonte, despalme (retiro de vegetación y material superficial) trazo, nivelación, cortes y excavaciones, compactación y limpieza del terreno, las cuales se describen a continuación:

Actividades técnico- ambientales

Identificación de especies

CONSULTA PUBLICA

Se realizarán visitas técnicas en campo para llevar a cabo la identificación taxonómica y morfológica de las especies de flora y fauna, lo cual permitirá determinar si existe la presencia de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Rescate de especies

Las especies que resulten catalogadas con algún estatus de protección serán resguardadas en un área de acopio temporal, hasta aseverar que las especies presentan las condiciones óptimas para su liberación.

Ahuyentamiento de fauna

Previo al inicio de cualquier actividad dentro del proyecto, se realizarán recorridos y métodos manuales no invasivos con el objetivo de ahuyentar, rescatar y, en su caso, reubicar cualquier ejemplar de fauna avistado dentro del área del proyecto, hacia zonas aledañas con condiciones similares, evitando su afectación directa.

Acondicionamiento del terreno

Delimitación del área de trabajo:

- Marcaje y delimitación del polígono (CUSTF)
- Se realizará la delimitación física de la zona de preservación ecológica a fin de evitar afectaciones durante el desarrollo del proyecto.

La delimitación de la zona de interés tiene como objeto aseverar que las acciones de preparación del sitio se lleven a cabo dentro del área destinada para CUSTF, para evitar posibles afectaciones a superficies aledañas. Por lo que la identificación en campo de los límites será mediante señalización visible, estacas, cintas o marcas físicas con base la georreferencia del polígono del proyecto.

Trazo (Levantamiento topográfico)

Esta actividad permite delimitar de manera precisa, mediante instrumentos y equipo que definan las coordenadas georreferenciadas, las áreas destinadas a vialidades, lotes e infraestructura, así como las condiciones de pendiente y relieve del terreno, asegurando que las acciones se ejecuten conforme los limites topográficos del sitio. Lo anterior con la finalidad de que el trazo se realice dentro de la zona de interés.

CONSULTA PUBLICA

Apertura de accesos y brechas

Para el acceso al sitio se contempla la habilitación de accesos y brechas dentro del área del proyecto, necesarios para el desarrollo de las actividades de preparación del sitio y construcción. Dentro de lo posible, se dará prioridad al uso de los caminos existentes; no obstante, en caso de ser necesario se adecuarán nuevos caminos de manera controlada, con la finalidad de favorecer el tránsito de la maquinaria y personal, evitando afectaciones de la vegetación fuera del área destinada para el CUSTF.

Desmonte

La remoción de la vegetación existente se llevará a cabo de manera controlada con medios manuales y mecánicos para la preparación del terreno para las etapas posteriores. En algunas ocasiones maquinaria especializada para aquellos sitios donde las condiciones del terreno lo permitan.

El material vegetal resultante se triturará y en su caso podrá ser incorporado al suelo o bien dispuesto conforme las necesidades del proyecto.

Despalme

Esta acción comprende la remoción hasta el espesor necesario para la preparación optima del terreno, específicamente el retiro de la cobertura superficial, la cual cuenta con materia orgánica. La remoción se realiza mediante el uso de maquinaria pesada, como retroexcavadora y bulldozer, procurando la mínima afectación a zonas aledañas, específicamente a la zona de preservación ecológica.

El material restante se sujetará a un manejo adecuado y aquel que no resulte favorable para actividades propias del desarrollo como nivelación o relleno será dispuesto conforme la normatividad vigente.

Limpieza y descapote

Consiste en el retiro de la cobertura del suelo, generando modificaciones a las condiciones actuales, en el área de interés, con la finalidad de propiciar condiciones óptimas para la ejecución del proyecto. Por lo que dichas acciones se realizaran de manera controlada a fin de minimizar impactos probables en zonas colindantes.

CONSULTA PUBLICA

2. OBRAS Y ACTIVIDADES ASOCIADAS

Para la ejecución del proyecto se prevé posibles instalaciones de obras y servicios de carácter temporal, que brinden apoyo a las necesidades operativas del proyecto. Por lo que en caso de instalarse se consideran oficinas móviles, sanitarios portátiles, áreas acondicionadas para mantenimiento de la maquinaria dentro del área destinada para el cambio de uso de suelo, la ubicación dependerá de las necesidades operativas propias del proyecto, no generando afectaciones significativas al entorno, a través de medidas de mitigación y prevención ambiental.

Al concluir las actividades, las instalaciones serán retiradas.

3. CONSTRUCCIÓN

El desarrollo del proyecto habitacional se llevará acabo de manera progresiva. En la primera etapa se contempla la urbanización de 3 clúster definidos dentro del predio correspondiente a una superficie de **12.23 hectáreas**, conforme a la calendarización del programa de obra establecido. La superficie restante sujeta a cambio de uso de suelo se considera como área de reserva sujeta a modificaciones en cuanto a proyectos ejecutivos posteriores sin sobrepasar los límites establecidos en el presente instrumento. Las actividades darán inicio con movimientos de tierras, seguido de la instalación de infraestructura de servicios básicos y finalmente las obras de urbanización, las cuales se detallarán más adelante.

Las principales actividades para desarrollar son las siguientes:

- **Construcción de plataformas y terracerías para vialidades**

Consiste en la conformación de la subrasante mediante cortes, rellenos, nivelación y compactación del terreno, con la finalidad de establecer la base para la construcción de vialidades.

- **Construcción de vialidades**

Comprende la colocación de capas estructurales y la aplicación de carpeta asfáltica, así como la construcción de banquetas, guarniciones y señalización.

- **Preparación y nivelación de lotes**

CONSULTA PUBLICA

Consiste en la adecuación del terreno dentro de cada lote mediante nivelación y compactación, dejándolo en condiciones aptas para su futura edificación. Cabe mencionar que el proyecto no contempla construcción de vivienda, por lo que se limita exclusivamente a la ejecución de obras de urbanización e infraestructura

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Finalmente se hayan concluido las actividades de construcción, la fase de operación comprende la ocupación progresiva de los lotes y viviendas construidas, por lo que se desarrollara conforme al programa calendarizado de obra. Durante esta fase se desarrollan actividades propias del mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura urbana como las banquetas y vialidades, redes de suministro de agua de potable, drenaje sanitario y pluvial, alumbrado público y los demás servicios. De igual manera se realizará el mantenimiento de áreas verdes y espacios recreativos que se realicen mediante reposición de la vegetación y conservación general con la finalidad de favorecer las condiciones propias del entorno.

Así mismo se efectúa la revisión y seguimiento periódico del funcionamiento, conforme las necesidades del proyecto. Se contará con servicios de limpieza y recolección de residuos, con la finalidad de mantener condiciones favorables de operación. Por lo que estas acciones se limitan exclusivamente al área urbanizable, no generaran la remoción vegetal adicional.

5. ABANDONO DEL SITIO

Debido a la naturaleza del proyecto, se considera de carácter indefinido (uso habitacional permanente). Sin embargo, pudiera suscitarse un abandono por lo que, de ser el caso, se llevarían a cabo acciones que permitan garantizar la estabilidad del sitio, como el retiro de infraestructura que no se encuentre en uso, se haría una limpieza del área y en su caso la restauración en la medida de lo posible de las condiciones del terreno. Se estima una vida útil mínima de 30 años durante los cuales se mantendrá en operación y mantenimiento continuo.

I.5.1 Costos de inversión (Ver Anexo 4)

CONCEPTO	TOTALES	%
Ventas:	1435830258	100
Costo de Ventas:	1139012956	79.32782793
Urbanización:	882876793.1	61.48893913
Obras cabeceras:	105941799.1	7.378434783
Costo tierra:	150194363.8	10.46045401

CONSULTA PÚBLICA

Utilidad Marginal:	296817301.5	20.67217207
Costo operación:	64880004	4.518640254
Total Costos y Gastos	64880004	4.518640254
UTILIDAD	231937297.5	16.15353182

Tabla 1Resumen de Inversión y Estado de Resultados

I.5.2 Costos de medidas de prevención, compensación y restauración

Costo de inversión del Proyecto ($)	Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración ($)	Total ($)
$231,937,297.50	$ 9,129,000.00	$241,066,297.50

I.5.3 Duración estimada del proyecto (Ver Anexo 5)

ACTIVIDADES	Proyeccion 2026-2027							Proyeccion 2027						Años								
	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun-Dic	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11.....30
1. Obtencion de Autorizaciones SEDUE/ MPIO /SEMARNAT																							
1. PREPARACION DEL SITIO																							
1.2 Aplicar programa de rescate y reubicacion de flora y fauna																							
1.3 Desmonte y Despalme (CUSTF)																							
1.4 Limpia de terreno																							
1.5 Preparación y nivelación de lotes																							
2. CONSTRUCCIÓN																							
2.1 Construccion de plataformas de terracerias para																							
2.2 Excavacion para acometida de servicios																							
2.3 Instalacion de servicios																							
2.4 Terminado con carpeta asfaltica de vialidad																							
2.5 Preparado de Lotes																							
3. OPERACIÓN																							
3.1 Operacion Inmobiliaria																							
4. ABANDONO DE SITIO																							
4.1 Abandono de sitio																							

Nota: La etapa de construcción de viviendas no forma parte del presente proyecto, ya que la edificación estará a cargo de terceros (adquirentes de los lotes) en una etapa posterior, conforme a sus proyectos ejecutivos y la normatividad aplicable.

I.5.4 Consumos, emisiones, aprovechamiento de recursos, residuos y descargas.

- Alcance y criterio de integración

La presente integración comprende el funcionamiento permanente del proyecto. Aunque la urbanización y comercialización de los lotes será ejecutada por el promovente y las viviendas, comercios, servicios y equipamientos serán edificados posteriormente por terceros, para efectos de la tabla se estiman las cargas ambientales inducidas por el funcionamiento permanente del desarrollo consolidado. Este escenario considera 1,591 lotes habitacionales, 15,542.81 m² de superficie comercial y 3.5 habitantes por lote.

El escenario permanente considera la ocupación habitacional, la actividad comercial, la circulación vehicular, el consumo de agua potable, energía eléctrica y gas natural, la generación de residuos y aguas residuales, así como el mantenimiento de vialidades, redes, alumbrado, áreas verdes y demás infraestructura urbana. La operación no iniciará simultáneamente en toda la superficie: se incorporará de manera progresiva conforme concluyan, se comercialicen y se ocupen los clústeres y macrolotes, hasta alcanzar el escenario consolidado al cierre del año 12.

Población de cálculo: 1,591 lotes × 3.5 habitantes/lote = 5,568.5 habitantes; para presentación se adopta el redondeo a 5,569 habitantes.

Concepto	Operación, mantenimiento y proyecto permanente (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	Demanda de diseño: 6,187 kVA, integrada por 4,773 kVA habitacionales y 1,414 kVA comerciales y de servicios, incluyendo luminarias y bombas. Consumo anual preliminar: 4,136,200 kWh/año (4,136.20 MWh/año),.
Consumo de agua	Demanda media de agua potable: 20.41 L/s, equivalente a 1,763.81 m³/día y 643,789.50 m³/año. Demanda máxima diaria: 27.56 L/s (2,381.14 m³/día). Para 5,795.74 m² de áreas verdes se estiman 28.98 m³/día y 10,577.23 m³/año de agua tratada, volumen que no se suma al consumo de agua potable.
Emisiones de gases de efecto invernadero	Emisión total: 14,365.91 t CO_2e/año. Incluye 1,836.47 t CO_2e/año por electricidad, 11,455.20 t CO_2/año por 3,182 automóviles y 1,074.24 t CO_2e/año por gas natural.
Aprovechamiento de otros recursos naturales (especificar)	Gas natural residencial: 19,092 GJ/año, equivalente a 561,529.41 m³/año, destinado principalmente a calentamiento de agua y cocción. No se prevé extracción permanente de materiales dentro del predio; los insumos para mantenimiento serán adquiridos a proveedores.

PÚBLICA

Concepto	Operación, mantenimiento y proyecto permanente (cantidad y unidades)
Generación de residuos peligrosos	No se prevé una generación continua cuantificable por el uso habitacional.
Generación de residuos de manejo especial	Residuos de poda, electrónicos, muebles, voluminosos, llantas y materiales de mantenimiento de vialidades y redes. Su cantidad dependerá de los programas de mantenimiento y de los giros comerciales.
Generación de residuos sólidos urbanos	Generación habitacional mínima: 5.569 t/día y 2,032.69 t/año, considerando 5,569 habitantes y 1 kg/hab/día. Se deberán adicionar los residuos de los establecimientos comerciales una vez definidos sus giros.
Descargas de agua residual y/o de proceso, cuerpo receptor y ubicación UTM WGS84	Gasto medio total: 16.33 L/s, 1,411.05 m³/día y 515,031.60 m³/año; gasto máximo instantáneo: 52.28 L/s. El Colector Av. Arroyo el Caloriento recibirá 5.49 L/s medios y conduce a la PTAR Norte de JMAS. La PTAR propia proyectada recibirá 10.84 L/s medios; el agua tratada se destinará a una red de riego.

Memorias de cálculo del proyecto permanente

- Población

1,591 lotes × 3.5 hab/lote = 5,568.5 habitantes ≈ 5,569 habitantes

- Agua potable y agua tratada

Q residencial = (5,568.5 × 300) ÷ 86,400 = 19.3351 L/s

Q comercial = (15,542.81 × 6) ÷ 86,400 = 1.0794 L/s

Q medio total = 19.3351 + 1.0794 = 20.4144 L/s

Volumen medio = 20.4144 × 86.4 = 1,763.81 m³/día

Volumen anual = 1,763.81 × 365 = 643,789.50 m³/año

Q máximo diario = 20.4144 × 1.35 = 27.56 L/s = 2,381.14 m³/día

Riego = 5,795.74 m² × 5 L/m²/día ÷ 1,000 = 28.98 m³/día = 10,577.23 m³/año

El agua de riego se considera agua tratada y no se suma a la demanda de agua potable ni a la descarga sanitaria.

- Aguas residuales y sistemas receptores

Q medio residual = [(5,568.5 × 240) + (15,542.81 × 4.8)] ÷ 86,400 = 16.3315 L/s

CONSULTA PÚBLICA

Volumen residual = 16.3315 × 86.4 = 1,411.05 m³/día = 515,031.60 m³/año

Harmon = 1 + 14 ÷ [4 + √(5,568.5/1,000)] = 3.2013

Q máximo instantáneo = 16.3315 × 3.2013 = 52.28 L/s

Destino sanitario. El fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros se conectarán al Colector Av. Arroyo el Caloriento, que conduce a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Norte de la JMAS. El resto del desarrollo será atendido por una PTAR propia por proyectar. El agua tratada se incorporará a una red para riego de áreas verdes.

- Energía eléctrica

Demanda de diseño: 6,187 kVA = 4,773 kVA habitacionales + 1,414 kVA comerciales y de servicios.

Consumo residencial preliminar = 1,591 × 1,000 = 1,591,000 kWh/año

Consumo comercial y servicios = 1,414 kVA × 0.90 × 2,000 h/año = 2,545,200 kWh/año

Consumo total preliminar = 4,136,200 kWh/año = 4,136.20 MWh/año

Esta conversión es una estimación y no sustituye la memoria eléctrica anual ni la facturación real.

- Emisiones de gases de efecto invernadero

Electricidad = 4,136.20 MWh/año × 0.444 = 1,836.47 t CO_2e/año

Automóviles = 1,591 × 2 = 3,182 vehículos

Recorrido = 3,182 × 15,000 = 47,730,000 km/año

Emisiones vehiculares = 47,730,000 × 240 ÷ 1,000,000 = 11,455.20 t CO_2/año

Gas natural = 1,591 × 1 GJ/mes × 12 = 19,092 GJ/año

Volumen de gas = 19,092 × 1,000 ÷ 34 = 561,529.41 m³/año

GEI por gas = 19.092 TJ/año × 56.2665 = 1,074.24 t CO_2e/año

GEI total preliminar = 1,836.47 + 11,455.20 + 1,074.24 = 14,365.91 t CO_2e/año

- Residuos sólidos urbanos

5,569 habitantes × 1 kg/hab/día ÷ 1,000 = 5.569 t/día

5.569 t/día × 365 = 2,032.69 t/año

CONSULTA PUBLICA

La cifra constituye una estimación mínima habitacional. Los establecimientos comerciales deberán adicionar su generación conforme al giro, ocupación y frecuencia de recolección.

I.6 SUPERFICIES GENERALES DEL PROYECTO

I.6.1 Superficie del predio

La superficie total del área donde se pretende desarrollar el Fraccionamiento Hacienda de Encinillas corresponde a 76.85 hectáreas de las cuales 49.467876 has están sujetas a CUSTF.

I.6.2 Superficie de desplante de construcción

ID	Estado	Municipio	Polígono		Tipo de vegetacion	Tipo de trazo linea/ poligonal	Superficie que se afectará (ha)				Estado de conservacion
			Número	Superficie (ha)			Temporal	Permanente	Consellamiento	Confinada	
1	Chihuahua	Chihuahua	A	49.467876 has	MDM	Poligonal	0.00	**49.767876**	49.767876	0.00	Vegetación primaria en estado de conservación
Total			**49.467876 has**								

Tabla 3 Distribución de las superficies sujetas a CUSTF

I.6.3 Superficie interna sin construcciones o instalaciones proyectadas

Conceptos	Características
Superficie total del predio	76.8566 ha
Superficie del área CUSTF	49.467876 ha
Superficie de conservación	27.388724 ha

Tabla 4 Características específicas del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

I.6.4 Superficie total de vegetación

CLAVE	Tipo de vegetación	Superficie CUSTF (ha)
ADV	DESPROVISTO DE VEGETACIÓN	-
AH	ASENTAMIENTOS HUMANOS	-
BQ	BOSQUE DE ENCINO	-
MDM	MATORRAL DESÉRTICO MICRÓFILO	49.467876
PN	PASTIZAL NATURAL	
Total		49.467876

Capítulo II. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo.

Tabla 1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	La LGEEPA establece las bases para la preservación, restauración, protección y aprovechamiento sustentable del ambiente y sus recursos naturales, así como la regulación de las actividades que puedan ocasionar impactos ambientales.	El proyecto se ajusta a las disposiciones establecidas en la LGEEPA mediante la elaboración y presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en la cual se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales potenciales derivados de las actividades proyectadas, así como las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación correspondientes.
	En materia de Evaluación de Impacto Ambiental, establece la obligación de someter a autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) aquellas obras y actividades que puedan generar desequilibrios ecológicos o afectar los	El desarrollo del proyecto considera criterios de aprovechamiento sustentable, procurando mantener la funcionalidad de los ecosistemas presentes en el área de influencia mediante la implementación de medidas ambientales enfocadas a la protección de la vegetación,

CONSULTA PÚBLICA

	ecosistemas, conforme a lo establecido en sus artículos aplicables.	fauna silvestre, suelo y recursos hídricos.
	Asimismo, el artículo 15 establece los principios de política ambiental, señalando que los ecosistemas y sus elementos deben ser aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad.	Respecto al suelo, se contemplan acciones para prevenir y controlar procesos erosivos, mediante medidas de conservación y restauración, así como prácticas destinadas a minimizar la pérdida de suelo y mantener sus condiciones físicas y químicas.
	La Ley contempla disposiciones relacionadas con la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, la prevención y control de la contaminación del agua y ecosistemas acuáticos, así como la regulación del manejo de residuos y actividades que puedan representar riesgos ambientales.	En materia de agua, el proyecto considera medidas orientadas a evitar afectaciones a los patrones naturales de escurrimiento e infiltración, así como acciones para prevenir la contaminación de cuerpos de agua superficiales o subterráneos.
	Para proyectos que impliquen Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), las disposiciones de la LGEEPA se vinculan con la necesidad de demostrar que las actividades propuestas no ocasionarán deterioro de los ecosistemas, pérdida de biodiversidad, disminución en la captación de agua, contaminación o procesos erosivos del suelo.	Asimismo, se contempla el manejo adecuado de residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto, conforme a la normatividad ambiental aplicable, evitando impactos negativos sobre los componentes ambientales.

Tabla 2 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (general del territorio, regional, local y marino).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de

CONSULTA PÚBLICA

	en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	**como el Proyecto se ajustará al instrumento)**
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	El Reglamento establece las obras y actividades que requieren autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en materia de evaluación del impacto ambiental.	El proyecto da cumplimiento a las disposiciones del REIA mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, en la cual se integran los elementos técnicos y ambientales necesarios para la evaluación de las obras proyectadas y del cambio de uso del suelo requerido.
	De acuerdo con el artículo 5 del REIA, las obras y actividades sujetas a evaluación incluyen aquellas relacionadas con el cambio de uso del suelo en áreas forestales, selvas y zonas áridas, contempladas en el inciso O) del citado artículo.	La presente MIA incluye la descripción de las actividades del proyecto, la caracterización ambiental del sitio, la identificación y evaluación de los impactos ambientales potenciales, así como las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación necesarias para reducir los efectos negativos sobre los componentes ambientales.
	Para el presente proyecto, resulta aplicable dicha disposición debido a que se contempla el cambio de uso del suelo en una superficie de 49.467876 ha, correspondiente a vegetación de matorral desértico micrófilo, por lo que la actividad requiere ser sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT.	Asimismo, al incluir dentro del mismo procedimiento la evaluación del cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se atiende lo establecido en el artículo 14 del REIA, permitiendo que la autoridad ambiental valore de manera integral los impactos asociados al desarrollo del proyecto.
	Asimismo, el artículo 14 del REIA establece que cuando una obra o actividad requiera evaluación de impacto ambiental y además	El promovente considera medidas ambientales dirigidas a la conservación del suelo, protección de la biodiversidad, manejo adecuado de residuos, prevención de contaminación y recuperación de

CONSULTA PÚBLICA

	implique cambio de uso del suelo en áreas forestales, selvas o zonas áridas, el promovente podrá presentar una sola Manifestación de Impacto Ambiental que incluya la información correspondiente al proyecto y al cambio de uso del suelo.	áreas afectadas, con la finalidad de garantizar que las actividades propuestas sean compatibles con la protección del ambiente y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Tabla 3 Programas de Ordenamiento Ecológico (general del territorio, regional, local y marino).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Programas de Ordenamiento Ecológico (general del territorio, regional, local y marino)	De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), establecido con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Ordenamiento Ecológico, el área donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra dentro de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 20 “Bolsón de Mapimí Norte”, correspondiente a la Región Ecológica 9.13, y UAB 11 “Sierras y Llanuras Tarahumaras”, correspondiente a la Región Ecológica 13.17. (Ver Anexo 3)	El proyecto considera las disposiciones establecidas en el POEGT mediante la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental orientadas a minimizar los impactos derivados de las actividades propuestas.
	Para la UAB 20, la política ambiental asignada corresponde a Aprovechamiento sustentable, con nivel de atención prioritaria Muy baja, siendo los sectores rectores del desarrollo el desarrollo social, ganadería y minería; asimismo, se consideran sectores coadyuvantes	La ejecución del proyecto se realizará bajo criterios de aprovechamiento sustentable, considerando la conservación de los recursos naturales presentes en el área de influencia, la protección de la vegetación, suelo, fauna silvestre y los

	la preservación de flora y fauna y sectores asociados como agricultura.	servicios ambientales asociados.
	Para la UAB 11, la política ambiental corresponde a Aprovechamiento sustentable, Protección y Restauración, con nivel de atención prioritaria Media, considerando como sector rector el forestal, sectores coadyuvantes agricultura y ganadería, sectores asociados minería y turismo, y como sector de interés la preservación de flora y fauna.	Asimismo, se contempla la implementación de medidas ambientales enfocadas en la prevención y control de impactos, tales como el manejo adecuado de residuos, rescate y protección de flora y fauna silvestre, conservación de áreas con valor ambiental, acciones de restauración y seguimiento ambiental durante las etapas del proyecto.
	Las estrategias ecológicas aplicables para ambas unidades ambientales están orientadas a promover la conservación de los ecosistemas, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, la protección de la biodiversidad, la restauración de áreas degradadas y la regulación de actividades productivas compatibles con la aptitud del territorio.	De acuerdo con la política ambiental establecida para las UAB donde se ubica el proyecto, las actividades propuestas son compatibles con el modelo de aprovechamiento sustentable del territorio, ya que se consideran acciones para reducir la afectación ambiental y mantener la funcionalidad ecológica del área. Por lo anterior, el proyecto se considera congruente con los lineamientos y estrategias del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla 4 Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano: instrumento de planeación urbana	El Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Chihuahua establece las políticas, estrategias y lineamientos para el ordenamiento territorial, crecimiento urbano, uso y	El proyecto es congruente con los objetivos del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Chihuahua al plantear un desarrollo habitacional bajo criterios de planeación urbana y aprovechamiento ordenado del

CONSULTA PÚBLICA

coordinado por el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN)	aprovechamiento del suelo, así como la distribución de los usos habitacionales, comerciales, de servicios, equipamiento e infraestructura dentro del municipio.	territorio.
	Este instrumento determina la compatibilidad de los usos de suelo con las actividades urbanas propuestas y establece criterios para un crecimiento ordenado, considerando aspectos ambientales, urbanos y de infraestructura.	La propuesta considera la compatibilidad del uso de suelo destinado al desarrollo urbano, así como la integración de infraestructura, servicios y medidas ambientales necesarias para minimizar los impactos derivados de la urbanización.
	Para el proyecto resulta aplicable debido a que corresponde al desarrollo de un fraccionamiento habitacional dentro del municipio de Chihuahua, por lo que deberá observar la zonificación, usos de suelo permitidos, densidades, restricciones y criterios establecidos en dicho instrumento de planeación urbana.	Asimismo, se contemplan acciones de protección ambiental relacionadas con la conservación de áreas con valor ecológico, manejo adecuado de residuos, control de procesos erosivos, protección de flora y fauna, y medidas de mitigación derivadas de la evaluación ambiental.

Tabla 5 Decreto del Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC).

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Decreto del Área Natural Protegida (ANP) o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)	Las Áreas Naturales Protegidas constituyen instrumentos de política ambiental destinados a preservar ambientes naturales representativos, conservar la biodiversidad y	El proyecto no incide directamente sobre superficies decretadas como Áreas Naturales Protegidas, por lo que no se generan afectaciones directas sobre zonas sujetas a programas de

CONSULTA PÚBLICA

	mantener los servicios ambientales que proporcionan los ecosistemas. De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el proyecto denominado “Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros” no se localiza dentro de ninguna Área Natural Protegida de carácter federal, estatal o municipal. (Ver Anexo 3)	manejo específicos.
	El Área Natural Protegida más cercana corresponde a “Cañón de Santa Elena”, sin existir sobreposición directa con el polígono del proyecto.	No obstante, durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas ambientales orientadas a prevenir impactos sobre los ecosistemas presentes, tales como protección de flora y fauna silvestre, manejo adecuado de residuos, conservación del suelo y aplicación de medidas de mitigación y restauración ambiental.
Áreas prioritarias para la conservación	Las áreas prioritarias corresponden a sitios identificados por sus características ecológicas, presencia de biodiversidad, importancia ambiental o por presentar condiciones que requieren acciones de conservación, protección, restauración o manejo sustentable.	El proyecto no representa una intervención directa dentro de áreas prioritarias reconocidas para la conservación. Sin embargo, se aplicarán medidas preventivas y de mitigación encaminadas a reducir los impactos ambientales derivados del cambio de uso del suelo y las actividades de urbanización, favoreciendo la conservación de los componentes ambientales presentes en el área de influencia.
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	Las AICA son sitios identificados por su relevancia biológica para la conservación de especies	Debido a que el proyecto no se ubica dentro de un AICA, no existe afectación directa sobre áreas reconocidas como

CONSULTA PÚBLICA

	de aves residentes, migratorias y sus hábitats. El análisis de ubicación indica que el área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves. El AICA más cercana corresponde a “Sierra del Nido”. (Ver Anexo 3)	prioritarias para la conservación de aves.
Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)	Las Regiones Terrestres Prioritarias corresponden a unidades territoriales con alta importancia ecológica debido a su riqueza biológica, integridad funcional y oportunidades de conservación. El polígono del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria. La RTP más cercana corresponde a “Sierra del Nido-Pastizal de Flores Magón”. (Ver Anexo 3)	Las actividades proyectadas consideran medidas de protección ambiental para conservar la estructura y funcionalidad ecológica del área, evitando impactos adicionales sobre ecosistemas con importancia regional.
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)	El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria. La región más cercana corresponde a “Cuenca alta del Río Conchos”. (Ver Anexo 3)	El proyecto no incide directamente sobre una Región Hidrológica Prioritaria; no obstante, se contemplan medidas para evitar afectaciones a los recursos hídricos, incluyendo manejo adecuado de residuos, control de escurrimientos, conservación del suelo y prevención de contaminación.
Sitios Terrestres Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad	Los Sitios Terrestres Prioritarios representan áreas identificadas mediante análisis de conservación de biodiversidad, considerando distribución de especies, ecosistemas representativos y amenazas ambientales.	El proyecto incorpora medidas de mitigación enfocadas en reducir la pérdida de biodiversidad, incluyendo rescate de flora y fauna, conservación de áreas ambientales y restauración de superficies afectadas.

CONSULTA PÚBLICA

	(Ver Anexo 3)	
Corredor Biológico Mesoamericano México	El área del proyecto no se encuentra dentro del Corredor Biológico Mesoamericano México ni dentro de algún corredor biológico reconocido.	Sin embargo, se aplicarán medidas ambientales orientadas a conservar elementos naturales dentro del área del proyecto y minimizar la fragmentación del hábitat.
Zonas críticas y de alto riesgo para la conservación de la biodiversidad de México	Con base en la revisión bibliográfica y análisis cartográfico, el área del proyecto no se ubica dentro de zonas críticas para la conservación de la biodiversidad, áreas de aves endémicas, sitios cero extinciones o sitios de distribución restringida.	No obstante, se implementarán medidas preventivas y de mitigación para reducir impactos sobre los componentes ambientales, garantizando que las actividades sean compatibles con la conservación de los recursos naturales presentes en el sitio.

Tabla 6 Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC	Los Programas de Manejo de las Áreas Naturales Protegidas establecen la zonificación, usos permitidos, actividades compatibles y medidas de conservación aplicables dentro de los polígonos decretados como ANP. Asimismo, las Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación cuentan con instrumentos de manejo que determinan las acciones de conservación y restricciones aplicables al área.	De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el proyecto "Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros" no se ubica dentro de ningún Área Natural Protegida ni Área Destinada Voluntariamente a la Conservación, por lo que no existen disposiciones específicas derivadas de un Programa de Manejo que deban ser observadas.
	Estos instrumentos resultan aplicables únicamente cuando las obras o actividades pretendidas se localizan dentro de un ANP o ADVC.	No obstante, el proyecto considera medidas preventivas y de mitigación ambiental encaminadas a la protección de los ecosistemas presentes,

		en congruencia con los principios generales de conservación y aprovechamiento sustentable establecidos en la legislación ambiental aplicable.

Tabla 7 Normas Oficiales Mexicanas.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Normas Oficiales Mexicanas		
NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores que utilizan gasolina.	Establece los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes para vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.	Los vehículos a gasolina que participen en las etapas de preparación del sitio y construcción deberán contar con mantenimiento preventivo y cumplir con los programas de verificación vehicular aplicables, con la finalidad de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Límites máximos permisibles de opacidad para vehículos que utilizan diésel.	Establece los límites máximos permisibles de opacidad de humo, el procedimiento de prueba y las características técnicas del equipo de medición para vehículos con motor a diésel.	La maquinaria y vehículos que operen con diésel recibirán mantenimiento periódico y deberán cumplir con los límites de opacidad establecidos en la Norma, reduciendo las emisiones atmosféricas durante la ejecución del proyecto.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Características, identificación y clasificación de los residuos peligrosos.	Establece las características que permiten identificar y clasificar los residuos peligrosos, así como los procedimientos para su manejo.	Los residuos peligrosos generados por mantenimiento de maquinaria (aceites usados, filtros, estopas impregnadas, envases contaminados, entre otros) serán identificados,

		almacenados temporalmente en recipientes adecuados y entregados a empresas autorizadas para su transporte y disposición final, conforme a la LGPGIR y su Reglamento.
NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de flora y fauna silvestres en categoría de riesgo.	Establece las categorías de riesgo de especies de flora y fauna silvestres y los criterios para su protección.	Previo al inicio de las actividades se realizará el rescate de flora y fauna silvestre, identificando las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aplicando medidas de protección, rescate, reubicación y seguimiento para minimizar afectaciones a especies en riesgo.
NOM-001-SEMARNAT-2021. Límites máximos permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales.	Establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación.	Durante las diferentes etapas del proyecto no se realizarán descargas directas de aguas residuales al suelo ni a cuerpos de agua. Se instalarán sanitarios portátiles y las aguas residuales serán manejadas por empresas autorizadas, evitando riesgos de contaminación.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y método de medición.	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido y el método para su evaluación.	La maquinaria utilizada contará con mantenimiento preventivo para disminuir la generación de ruido; además, las actividades se realizarán preferentemente en horario diurno y se implementarán medidas para reducir molestias a la fauna y al entorno.

Tabla 8 Vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos aplicables.

Instrumento jurídico	Disposición aplicable	Vinculación con el proyecto
Constitución	Artículo 4°, derecho a	El proyecto incorpora medidas

CONSULTA PÚBLICA

Política de los Estados Unidos Mexicanos	un medio ambiente sano	de prevención, mitigación y compensación ambiental para evitar impactos significativos y garantizar la protección del ambiente durante todas sus etapas.
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)	Artículos relativos a la Evaluación del Impacto Ambiental	El proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental mediante la presentación de la MIA, identificando impactos, proponiendo medidas de mitigación y un programa de seguimiento ambiental.
Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Artículos aplicables al cambio de uso del suelo y proyectos de urbanización	La manifestación incorpora la información técnica requerida por el Reglamento, incluyendo descripción del proyecto, identificación de impactos, medidas de mitigación y programas de vigilancia.
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable	Disposiciones sobre Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales	El proyecto solicita la autorización correspondiente para el CUSTF y presenta el ETJ conforme a la legislación forestal vigente.
Reglamento de la LGDFS	Requisitos para el ETJ	Se elaboró el Estudio Técnico Justificativo incluyendo inventario forestal, análisis ambiental y medidas de compensación.
Ley General de Vida Silvestre	Protección de flora y fauna silvestres	Se realizó el inventario biológico y se establecen medidas de rescate, reubicación y protección de ejemplares de flora y fauna.

CONSULTA PÚBLICA

Reglamento de la LGVS	Manejo de ejemplares de vida silvestre	Las actividades de rescate serán realizadas por personal autorizado siguiendo los procedimientos establecidos en la legislación.
NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de especies en riesgo	Se identificaron las especies sujetas a protección y se implementarán medidas específicas para evitar afectaciones.
Ley de Aguas Nacionales	Protección de cuerpos de agua	El proyecto considera medidas para evitar contaminación y alteración del escurrimiento natural.
LGPGIR	Manejo integral de residuos	Se implementará un Programa de Manejo de Residuos para construcción y operación.
Autorización en materia de Impacto Ambiental	Artículo 28, fracción VII de la LGEEPA y artículo 5, inciso O, del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental	Se tramita mediante la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA).
Autorización de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF)	Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento	El Estudio Técnico Justificativo (ETJ) fue elaborado e ingresado ante la SEMARNAT para su evaluación.

CONSULTA PÚBLICA

II. 1. Localidad(es) con población indígena en las que incide el sitio de intervención del Proyecto y/o su zona de influencia.

De acuerdo con la revisión de la información disponible y el análisis del área de influencia del proyecto, no se identifican localidades con población indígena sobre las cuales el sitio de intervención tenga incidencia directa o indirecta. En

consecuencia, el desarrollo del proyecto no afectará asentamientos, territorios, recursos o formas de organización de comunidades o pueblos indígenas, por lo que el presente apartado no aplica.

Capítulo III. Descripción de la Región Ecológica y señalamiento de la problemática ambiental detectada.

Delimitación de la Región Ecológica

Para determinar la Región Ecológica que abarca al proyecto, como primer paso se ubicó el polígono propuesto para CUSTF dentro de la carta topográfica H13C66 escala 1:50,000 ubicada en el municipio de Chihuahua. Sobre la capa de corrientes superficiales, se ubicó este proyecto. Como primer paso para la delimitación de la microcuenca se trazó un círculo con el centro dentro del proyecto y un radio de 2 kilómetros el cual se tomó como área de influencia primaria, o área base de esta microcuenca. A partir de esta superficie se identificaron los arroyos que pasan sobre dicha área, así como sus inicios o parteaguas y sus desembocaduras. Si el parteaguas está a más de 4 km aproximadamente, la microcuenca se delimita en la primera bifurcación de corrientes, para evitar que el área de estudio sea demasiado extensa, en este caso no fue necesario seccionar las corrientes o arroyos ya que no se extendían a demasiada distancia.

Una vez determinados los criterios generales de la delimitación; se prosigue a delimitar sobre los parteaguas de las corrientes en base a las curvas de nivel de la carta topográfica ya mencionada, cortando perpendicularmente las curvas por las partes con mayor altitud.

En este caso el proyecto se ubica cerca de la parte baja de un conjunto de arroyos que desembocan difusamente hacia la zona urbana de la ciudad de Chihuahua. En base a estas corrientes se generó la microcuenca de este proyecto. Se considera que las extensiones más usuales de las microcuencas de estudio van desde las 500 hectáreas hasta las 10,000 hectáreas.

CONSULTA PÚBLICA

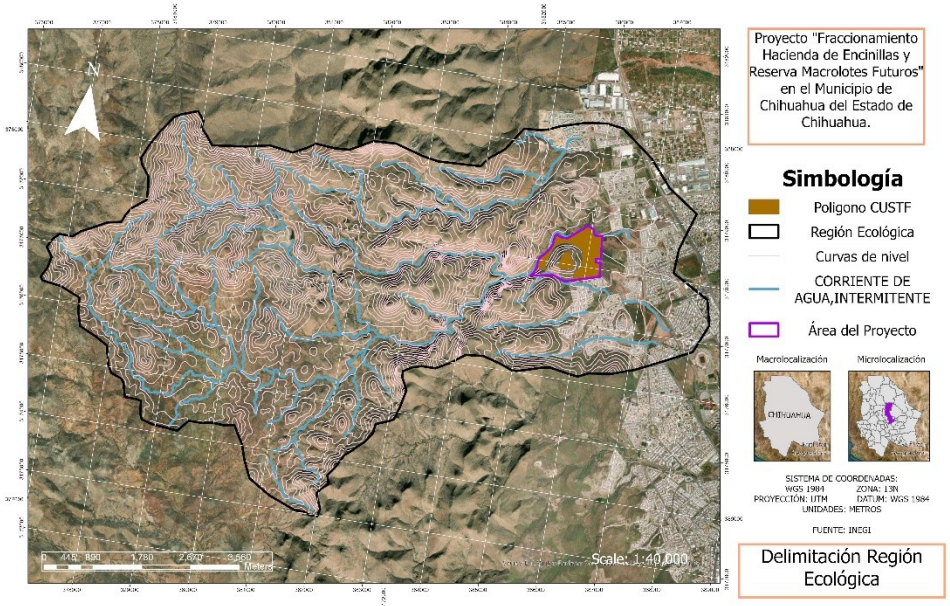


Ilustración 2. Delimitación de la Región Ecológica

Región Hidrológica

Es un área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la Cuenca Hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas.

La Cuenca Hidrológica es una unidad natural, cuyos límites físicos son definidos por la divisoria superficial de las aguas, también conocida como "parteaguas". Ante la presencia de lluvia y de los caudales base, el parteaguas permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia otro rio, el mar u otros cuerpos de agua.

La Región Ecológica, así como el área sujeta a Cambio de Uso del Suelo se localizan dentro de la Región Hidrológica "RH24" Bravo Conchos, en la Cuenca "K" R. Conchos – P. El Granero en la Subcuenca "d" Sacramento.

Región Hidrológica		Cuenca		Subcuenca	
RH	**Nombre**	**Clave**	**Nombre**	**Clave**	**Nombre**
RH24	Bravo Conchos	K	R. Conchos – P. El Granero	d	Sacramento

*Tabla **9**. Región Hidrológica-Cuenca-Subcuenca donde se encuentra el proyecto*

CONSULTA PÚBLICA

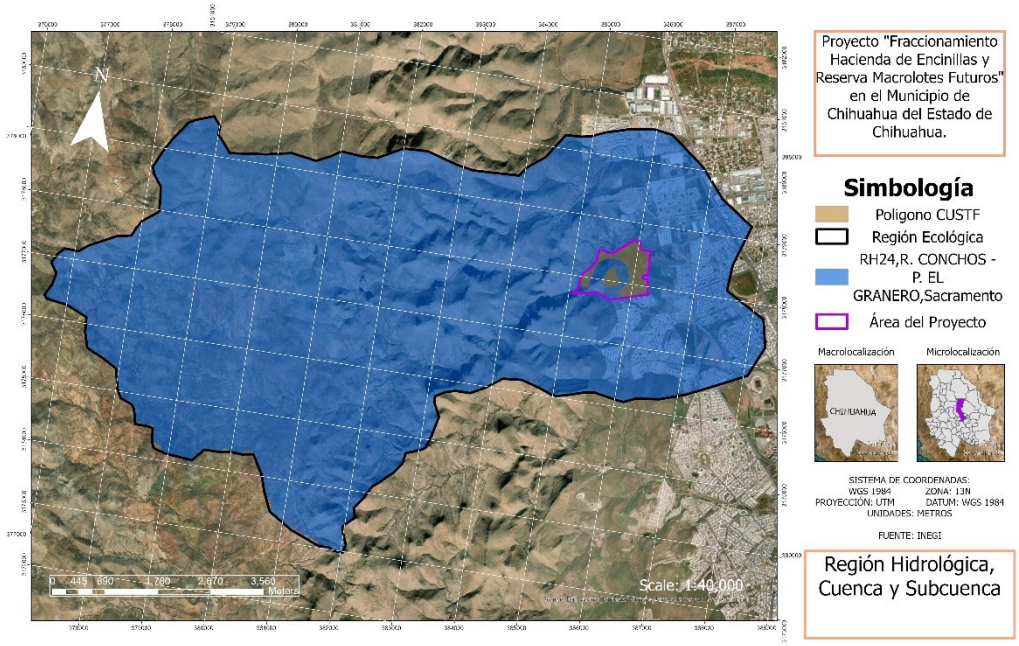


Ilustración 3. Región Hidrológica, Cuenca y Subcuenca

III.1. Elementos físicos de la Región Ecológica en donde se ubique el área sujeta a CUSTF

III.1.1. Clima

El sistema de Köppen se basa en que la vegetación natural tiene una clara relación con el clima, por lo que los límites entre un clima y otro se establecieron teniendo en cuenta la distribución de la vegetación. Los parámetros para determinar el clima de una zona son las temperaturas y precipitaciones medias anuales y mensuales, y la estacionalidad de la precipitación.

Grupo B: Secos. En este clima las temperaturas medias anuales son inferiores a la evapotranspiración potencial. Es el clima de las estepas y desiertos.

Dentro de la Región Ecológica y de acuerdo con la ubicación del proyecto el tipo de clima que corresponde es el grupo B, tal y como se describe a continuación.

Grupo climático	Clave	Descripción
Semiseco templado	BS1kw	Temperatura media anual templada (12°C a 18°C). Los veranos son cálidos (>18°C o >22°C) y los inviernos pueden ser fríos. Precipitación escasa todo el año, comúnmente entre 200 y 300 mm anuales, con lluvias concentradas principalmente en el verano.

*Tabla **10**. Descripción del clima*

CONSULTA PÚBLICA

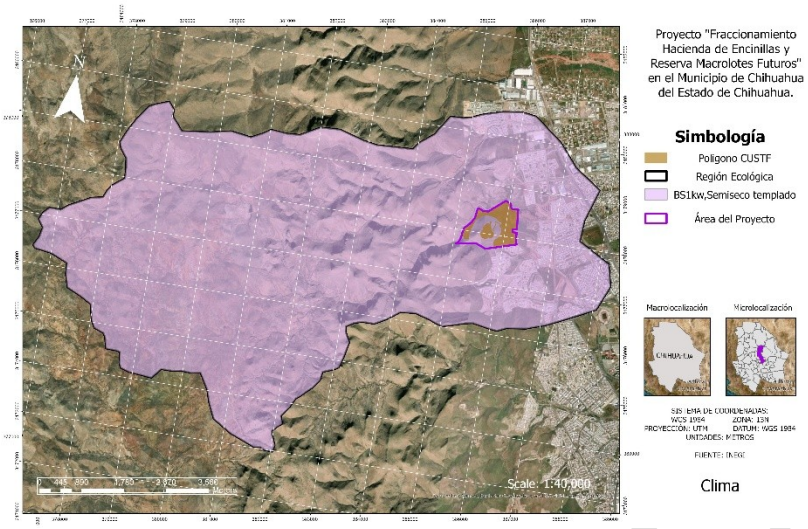


*Ilustración **4**. Tipo de Clima*

Temperatura y precipitación

La estación meteorológica más cercana al área de estudio es la "Chihuahua (OBS) (8040)" SMN la cual se encuentra activa, se ubica en las coordenadas latitud 28.670819° y longitud -106.031002° a una altitud de 1,509 msnm y que está a cargo de la CONAGUA/SMN.

La variable temperatura tiene un promedio anual de **19.5 °C**, encontrándose el mes de junio como el mes más caluroso con una temperatura de 34.8 °C y siendo el mes de enero como el mes más frio con una temperatura de 2.8 °C.

Servicio Meteorológico Nacional Normales Climatológicas de Estaciones Meterologicas en el Estado de Chihuahua													
Municipio: Chihuahua Clave: 8040 Nombre: Chihuahua (OBS) Periodo: 1991-2020													
Elementos	**ENE**	**FEB**	**MAR**	**ABR**	**MAY**	**JUN**	**JUL**	**AGO**	**SEP**	**OCT**	**NOV**	**DIC**	**ANUAL**
Temperatura maxima normal	18.4	21.8	25.1	28.9	32.8	34.8	32.9	31.5	29.6	27.7	22.5	19	27.1
Temperatura minima normal	2.8	5.1	8.4	11.8	15.9	19.8	20.1	18.9	16.7	12	7.2	3.4	11.8
Temperatura media normal	10.6	13.5	16.8	20.4	24.3	27.3	26.5	25.2	23.1	19.8	14.8	11.2	19.5
Precipitación	6.5	4	5.3	7.3	14.5	35.7	97.7	84.2	68.1	23.5	11.7	11.6	370.1

*Tabla **11**. Datos históricos de temperatura y precipitación*

Presencia de fenómenos naturales

Para la evaluación de dichos fenómenos se descargó el shape de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad disponible en la página oficial del Atlas Nacional de Riesgos.

Tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas en México ocurren entre mayo y octubre. Se presentan con mayor frecuencia durante horas de la tarde o de la noche. Además, su ámbito

CONSULTA PÚBLICA

es local o regional y son intermitentes como resultado de la topografía del país (UNAM,2007). Así, el promedio anual de días con tormenta es de 30 y el máximo es de 100 sobre las sierras Madre Oriental, Madre Occidental, Madre del Sur, Madre de Chiapas, Montañas del Norte de Chiapas y Sistema Volcánico Transversal.

De acuerdo con la ubicación de la Región Ecológica se tiene un índice de vulnerabilidad Bajo a tormentas eléctricas.

Ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. En el hemisferio norte giran en sentido contrario a las manecillas del reloj. Se forman en el mar, cuando la temperatura es superior a los 26 °C (CENAPRED, 2019).

El estado de Chihuahua donde se ubica el proyecto, en sus límites no se encuentran costas, por lo que la presencia de huracanes es prácticamente nula, así mismo el Centro Nacional para la Prevención de Desastres no lo señala dentro de los estados con probabilidad de presencia de ciclones en un año. En algunos estados vecinos han presentado diversos eventos de huracanes, mismos que han afectado a diversas regiones del estado de Chihuahua.

Año	Ciclón tropical	Cuenca	Categoría o etapa relevante	Lugar de impacto o trayectoria relevante	Relación documentada con Chihuahua	Tipo de afectación
1974	**Orlene**	Pacífico	DT en el primer impacto y H1 en el segundo	Laguna Monroy, Oaxaca; posteriormente La Cruz, Sinaloa	CONAGUA incluye a Chihuahua entre los estados afectados, junto con Oaxaca, Guerrero, Sinaloa y Durango. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1980	**Danielle**	Atlántico	Depresión tropical	Ingreso por las inmediaciones de Ciudad Acuña, Coahuila	Chihuahua y Coahuila aparecen como entidades afectadas. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1990	**Rachel**	Pacífico	Tormenta tropical en sus impactos	Cabo San Lucas, B.C.S.; posteriormente Los Mochis, Sinaloa	Chihuahua aparece entre los estados afectados, junto con Baja California Sur y Sinaloa. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
1996	**Fausto**	Pacífico	H3 como intensidad máxima; H1 en los impactos	Todos Santos, B.C.S.; posteriormente inmediaciones	CONAGUA identifica afectaciones en Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Chihuahua.	Registro histórico

CONSULTA PÚBLICA

				de San Ignacio, Sinaloa	(conagua.gob.mx)	
1998	**Isis**	Pacífico	TT en el primer impacto y H1 en el segundo	Los Cabos, B.C.S.; posteriormente Topolobampo, Sinaloa	Chihuahua aparece como estado afectado, junto con Baja California Sur, Sinaloa y Sonora. (conagua.gob.mx)	Registro histórico
2008	**Dolly**	Atlántico	H2 como intensidad máxima; TT y posteriormente DT sobre el norte de México	Península de Yucatán; reingreso próximo a Nuevo Laredo, Tamaulipas; recorrido por Coahuila y Chihuahua	Después de degradarse a depresión tropical, el sistema avanzó sobre Chihuahua y salió del país cerca de Ciudad Juárez. (Servicio Meteorológico Nacional)	**Directa por trayectoria de remanentes**
2008	**Norbert**	Pacífico	H4 máximo; H2 en Puerto Cortés, H1 en Sonora y TT sobre Chihuahua	Puerto Cortés, B.C.S.; posteriormente 25 km al sureste de Yavaros, Sonora	El 12 de octubre se degradó a tormenta tropical sobre Chihuahua, a 10 km al oeste de San Rafael; después se debilitó a depresión tropical al norte de la ciudad de Chihuahua. (Servicio Meteorológico Nacional)	**Directa por trayectoria**
2014	**Odile**	Pacífico	H4 como intensidad máxima; posteriormente depresión y remanentes	Impactó Baja California Sur y continuó hacia Sonora	Durante el evento, el SMN relacionó la circulación y remanentes de Odile con lluvias fuertes, de aproximadamente 25 a 50 mm, en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación
2016	**Newton**	Pacífico	H1; posteriormente tormenta, depresión y baja remanente	Atravesó Baja California Sur y posteriormente Sonora	El SMN documentó lluvias intensas asociadas con Newton y sus remanentes en Chihuahua, con acumulados potenciales de 75 a 150 mm en sectores del estado. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación y remanentes
2017	**Lidia**	Pacífico	Tormenta tropical	Impactó Baja California Sur y continuó hacia el noroeste de México	Sus bandas nubosas y la interacción con otros sistemas meteorológicos se relacionaron con lluvias muy fuertes en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por precipitación

CONSULTA PÚBLICA

2018	**Rosa**	Pacífico	Huracán intenso; posteriormente tormenta y baja remanente	Península de Baja California y noroeste de México	La baja presión remanente de Rosa contribuyó, en interacción con otros sistemas, a la generación de tormentas fuertes en Chihuahua. (Gobierno de México)	Indirecta por remanentes
2021	**Enrique**	Pacífico	Huracán H1; posteriormente TT y DT	Se desplazó frente a las costas de Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California Sur	CENAPRED documentó afectaciones por inundación en municipios de Chihuahua vinculadas con el paso de Enrique, incluyendo acumulación de agua, afectaciones viales y arrastre de vehículos. (CENAPRED)	**Indirecta con afectaciones documentadas**
2022	**Kay**	Pacífico	H2 máximo; H1 al tocar tierra	Tocó tierra cerca de Bahía Asunción, Baja California Sur	Durante el periodo de Kay se registraron **27.5 mm en Guerachi y 12.5 mm en Norogachi, Chihuahua**. (Servicio Meteorológico Nacional)	Indirecta con precipitación medida
2023	**Harold**	Atlántico	Tormenta tropical; DT al ingresar al noreste de México	Tocó tierra en Padre Island, Texas, e ingresó a México cerca de Hidalgo, Coahuila	Durante su periodo se registraron **16.0 mm en Batovira, 43.0 mm en Chínipas y 42.8 mm en El Vergel, Chihuahua**. (Servicio Meteorológico Nacional)	Indirecta con precipitación medida

Tabla 12. Ciclones Tropicales que afectaron el estado de Chihuahua.

Conforme con la información obtenida de los datos reportados por SMN y de acuerdo con el Centro Nacional para la prevención de Desastres, se observa una muy baja vulnerabilidad de ciclones tropicales en el área de la Región Ecológica.

Nevadas.

Según el índice de días con nevadas a nivel nacional que brinda el Atlas Nacional de Riesgos, el grado de riesgo por nevada es alto para el municipio de Chihuahua, donde se encuentra la Región Ecológica del presente proyecto.

Granizadas.

CONSULTA PÚBLICA

La Región Ecológica, se localiza dentro del municipio de Chihuahua, donde se tiene una vulnerabilidad por granizo nivel medio.

Sequias.

De acuerdo con el Monitor de Sequía de México, elaborado por el Servicio Meteorológico Nacional y la Comisión Nacional del Agua, al 30 de junio de 2026 el estado de Chihuahua presentó una condición mayoritariamente sin afectación por sequía, con 82.8 % de su superficie estatal libre de afectación, 12.2 % en condición anormalmente seca (D0), 3.6 % en sequía moderada (D1) y 1.4 % en sequía severa (D2), sin presencia de sequía extrema (D3) ni excepcional (D4).

Para el municipio de Chihuahua, la información disponible lo ubica en condición **D0 – anormalmente seco**, categoría que representa una condición de sequedad o déficit de humedad, pero que no se considera sequía formal, ya que el Monitor de Sequía considera como sequía únicamente las categorías D1 a D4. Por lo anterior, el área del proyecto se localiza en una región con susceptibilidad climática a periodos secos, propia del ambiente árido y semiárido del centro del estado, por lo que deberán mantenerse medidas preventivas orientadas a la conservación del suelo, control de escurrimientos, retención de humedad e infiltración.

Bajas Temperaturas

De acuerdo con la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres y del Atlas Nacional de Riesgos, el municipio de Chihuahua se encuentra expuesto a la ocurrencia de bajas temperaturas, heladas y ondas gélidas durante la temporada invernal, principalmente en los meses de diciembre, enero y febrero. La ubicación septentrional del municipio, su altitud y la entrada periódica de masas de aire polar asociadas con frentes fríos favorecen descensos importantes de la temperatura.

La metodología de CENAPRED clasifica el peligro por bajas temperaturas a partir de las temperaturas mínimas extremas registradas y establece cinco categorías. Conforme a la interpretación de la cartografía nacional, el municipio de Chihuahua se localiza dentro de la categoría de peligro muy alto, asociada con el intervalo de temperaturas mínimas extremas de −20.5 a −11.1 °C. Este intervalo constituye una clase cartográfica empleada para construir el índice nacional y no representa necesariamente la temperatura mínima particular del área del proyecto.

Por otra parte, la información municipal basada en CENAPRED señala para Chihuahua un grado de riesgo bajo por bajas temperaturas. Esta diferencia se explica porque el peligro representa la probabilidad e intensidad del fenómeno, mientras que el riesgo incorpora además la vulnerabilidad y exposición de la población e infraestructura. Por lo tanto, aun cuando pueden ocurrir eventos de

CONSULTA PÚBLICA

frío intenso, las condiciones generales de vulnerabilidad municipal reducen la categoría integral de riesgo.

Como antecedente, la base de declaratorias de CENAPRED registra al municipio de Chihuahua, clave 08019, dentro de una declaratoria de emergencia por helada severa ocurrida entre el 25 y el 28 de enero de 2016. Este registro confirma la presencia histórica del fenómeno y justifica la aplicación de medidas preventivas durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto.

Entre las afectaciones potenciales se encuentran la congelación de agua superficial y tuberías, cristalización de vialidades, daños a vegetación sensible, disminución temporal de las actividades biológicas, afectaciones a trabajadores expuestos y riesgos por el uso inadecuado de calefactores. No obstante, por su carácter estacional y temporal, las bajas temperaturas no constituyen una limitante permanente para el desarrollo del proyecto, siempre que se adopten medidas de prevención, seguimiento de avisos meteorológicos y protección del personal e infraestructura.

Ondas Cálidas

De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres y el Atlas Nacional de Riesgos, una onda cálida u onda de calor corresponde a un periodo durante el cual se presentan temperaturas excesivamente elevadas que se mantienen por varios días consecutivos. Para identificar estos eventos deben analizarse conjuntamente las temperaturas máximas y mínimas registradas en las estaciones climatológicas, debido a que una temperatura máxima aislada no constituye por sí misma una onda cálida.

La metodología desarrollada por CENAPRED evalúa el peligro mediante indicadores como la duración más probable de las ondas cálidas y su probabilidad anual de ocurrencia. Esta última se determina a partir de la proporción de años del periodo analizado en los que se identificó al menos uno de estos eventos. La información se integra posteriormente con indicadores de vulnerabilidad y exposición para determinar el grado de riesgo a escala municipal.

La cartografía nacional muestra que amplias regiones del norte y noroeste de México presentan una probabilidad significativa de ocurrencia de ondas cálidas. Por su localización geográfica y sus condiciones climáticas predominantemente secas, el municipio de Chihuahua se encuentra expuesto a episodios de temperaturas máximas elevadas, particularmente durante la temporada cálida. Asimismo, CENAPRED ha identificado al estado de Chihuahua entre las entidades con una presencia importante de casos de afectaciones a la salud relacionados con altas temperaturas.

Conforme a la clasificación general de CENAPRED, las temperaturas de 26.0 a 29.9 °C representan peligro bajo; de 30.0 a 33.9 °C, peligro medio; de 34.0 a 39.9 °C, peligro alto; y las temperaturas superiores a 40 °C corresponden a peligro muy

CONSULTA PÚBLICA

alto. Estos intervalos constituyen una clasificación general para comunicar el peligro y no sustituyen el análisis estadístico de las estaciones climatológicas cercanas al proyecto.

Entre las posibles consecuencias de las ondas cálidas se encuentran la deshidratación, insolación, agotamiento por calor, enfermedades de la piel y golpe de calor. Los grupos más susceptibles son niñas y niños, personas adultas mayores, personas con enfermedades crónicas y trabajadores que desarrollan actividades prolongadas a la intemperie.

En el área urbana, la acumulación de calor puede intensificarse debido a la presencia de pavimento, edificaciones, superficies impermeables y escasez de vegetación, fenómeno conocido como isla de calor. CENAPRED señala que esta condición puede elevar la temperatura local en más de 5 °C. Por ello, la eliminación de vegetación y su sustitución por superficies construidas puede incrementar localmente la exposición térmica, aunque no modifique la probabilidad regional de ocurrencia de una onda cálida.

III.1.2. Geología/Litología

La configuración geológica y geomorfológica de la Región Ecológica corresponde a un ambiente de origen volcánico, tectónico y sedimentario continental. En la mayor parte de la Región Ecológica afloran rocas ígneas extrusivas ácidas identificadas con la clave Ts(Igea), mientras que hacia las zonas topográficamente más bajas y próximas al área urbanizada se presentan depósitos conglomeráticos del Neógeno, clave Ts(cg), y del Cuaternario, clave Q(cg).

El relieve actual se originó inicialmente por la emisión y acumulación de materiales volcánicos de composición ácida, principalmente riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas, que formaron mesetas, lomeríos y elevaciones rocosas. Posteriormente, los procesos tectónicos extensivos ocurridos durante el Oligoceno-Mioceno produjeron fallas normales, levantamiento y basculamiento de bloques, así como la formación de depresiones tectónicas alargadas. En el contexto regional, la denominada Fosa Chihuahua presenta una orientación aproximada NNO-SSE y se encuentra limitada por bloques tectónicos levantados, entre ellos los bloques El Mogote-La Haciendita y Sacramento.

La erosión y denudación de los bloques volcánicos elevados generó materiales detríticos que fueron transportados por corrientes temporales y depositados progresivamente en los piedemontes, abanicos aluviales, cauces y partes bajas. Los depósitos más antiguos y parcialmente consolidados corresponden a los conglomerados neógenos Ts(cg), mientras que los depósitos más recientes, poco consolidados y relacionados con la red de drenaje actual corresponden a Q(cg). Regionalmente, estos materiales comprenden gravas, cantos y bloques de composición principalmente volcánica, contenidos en matrices arenosas, limosas o arcillosas, con grados variables de compactación y cementación. Los sedimentos cuaternarios provienen directamente de la erosión de las sierras circundantes y

CONSULTA PÚBLICA

presentan granulometrías que varían desde gravas hasta arcillas; los materiales gruesos predominan cerca de las elevaciones y los finos tienden a concentrarse hacia las zonas centrales de los valles.

- **Unidad Ts(Igea): rocas ígneas extrusivas ácidas**

La unidad Ts(Igea) constituye el principal sustrato rocoso superficial de la porción occidental y central de la Región Ecológica. Está integrada por rocas volcánicas de composición ácida, principalmente riolitas, tobas riolíticas e ignimbritas, generalmente compactas y con baja porosidad primaria. Estas rocas dan lugar a lomeríos, crestas y pendientes relativamente pronunciadas, sobre las cuales se desarrolla una red de escurrimientos de carácter intermitente.

Desde el punto de vista hidrogeológico, cuando la roca se encuentra sana y masiva presenta baja permeabilidad, por lo que favorece el escurrimiento superficial. Sin embargo, las fracturas, diaclasas, contactos entre unidades y fallas pueden generar permeabilidad secundaria y funcionar como vías localizadas de infiltración y circulación del agua. Las rocas volcánicas regionales se encuentran afectadas por fallamiento normal y fracturamiento, por lo que su capacidad para transmitir agua depende más del grado de fracturación que de la porosidad propia de la roca.

- **Unidad Ts(cg): conglomerados del Neógeno**

La unidad Ts(cg) está constituida por depósitos sedimentarios continentales acumulados durante el Neógeno. Corresponde a conglomerados polimícticos integrados por fragmentos de rocas volcánicas y, en menor proporción, sedimentarias, con tamaños que pueden variar desde grava hasta bloques. Los clastos pueden ser angulosos, subangulosos o redondeados y encontrarse incluidos en una matriz arenosa, limosa o arcillosa, con cementación variable.

Geomorfológicamente, esta unidad representa antiguos abanicos aluviales, piedemontes y rellenos de depresiones formados por la erosión de las elevaciones volcánicas. Puede presentar permeabilidad primaria moderada donde predominan los materiales gruesos y existe poca cementación; no obstante, la permeabilidad disminuye en sectores con matriz arcillosa, compactación elevada o cementación por carbonatos. Por ello, el flujo subterráneo dentro de esta unidad no es uniforme y puede presentar cambios laterales y verticales importantes.

- **Unidad Q(cg): conglomerados del Cuaternario**

Los conglomerados cuaternarios Q(cg) representan los depósitos superficiales más recientes y se encuentran vinculados con cauces intermitentes, abanicos aluviales activos o recientes y zonas de acumulación topográficamente bajas. Están formados por gravas, cantos y arenas poco consolidados, aunque localmente pueden contener limo, arcilla y horizontes endurecidos por carbonato de calcio.

CONSULTA PÚBLICA

En comparación con la roca volcánica compacta, estos depósitos poseen mayor capacidad de infiltración y almacenamiento intergranular. Los cauces intermitentes desarrollados sobre ellos pueden funcionar como zonas de recarga durante las lluvias intensas, debido a que parte del escurrimiento se infiltra a través del lecho arenoso y gravoso. Sin embargo, la presencia de matriz fina, caliche o estratos cementados puede reducir la infiltración y originar flujos laterales someros o acumulaciones temporales de agua.

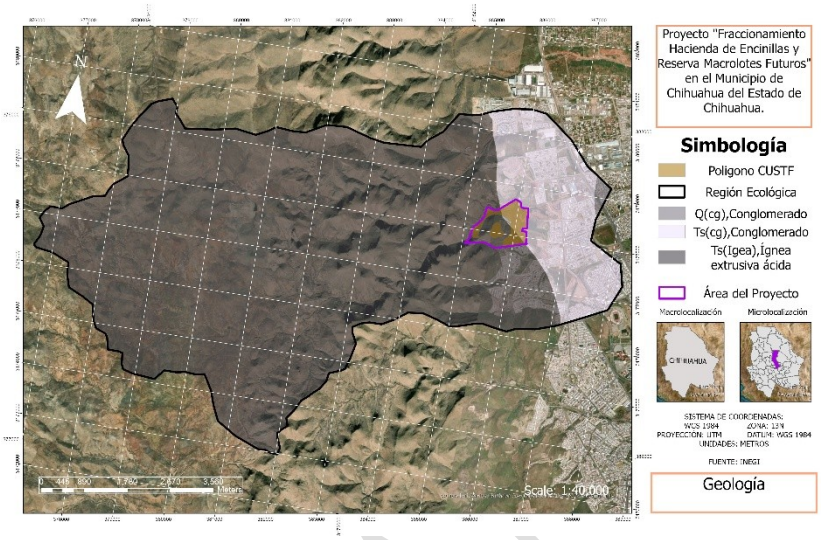


Ilustración 5. Tipo de Geología

Litología

La litología de la Región Ecológica está conformada principalmente por unidades de origen volcánico y sedimentario, correspondientes a rocas ígneas extrusivas ácidas y conglomerados poligénicos del Cenozoico. Esta condición evidencia un origen geomorfológico mixto, donde las formas actuales del relieve son resultado de la interacción entre procesos volcánicos antiguos y procesos posteriores de erosión, transporte y acumulación de materiales.

Clave	Unidad litológica	Origen y características	Comportamiento hidrogeológico probable
Te(TR)	Toba riolítica, Formación Loma del Toro	Roca piroclástica generada por erupciones explosivas de composición ácida. Está constituida por ceniza, fragmentos de vidrio volcánico, cristales de cuarzo y feldespatos, con grados variables de soldamiento y alteración.	Porosidad primaria generalmente baja cuando está compacta o soldada. La infiltración ocurre principalmente por fracturas, diaclasas, contactos entre paquetes volcánicos y zonas brechadas. Cuando está alterada a minerales arcillosos puede comportarse como acuitardo.
Te(R)	Riolita, Unidad Sepúlveda	Roca volcánica extrusiva ácida, compacta y de textura masiva o fluidal, formada por lavas ricas en sílice. Generalmente constituye escarpes, mesas y elevaciones resistentes a la erosión.	Baja permeabilidad primaria, pero permeabilidad secundaria localmente moderada en sectores fracturados. Las fallas, diaclasas y contactos con tobas pueden constituir conductos preferenciales de circulación.
Te(A)	Andesita	Lava volcánica de composición	Baja porosidad primaria. La

CONSULTA

		intermedia, generalmente compacta, masiva y resistente. Puede presentar fracturas de enfriamiento, brechas de flujo y zonas de alteración hidrotermal.	circulación del agua depende del grado de fracturamiento, de las brechas volcánicas y de los contactos entre derrames. Las zonas masivas no fracturadas favorecen el escurrimiento superficial.
Qpt(cgp)	Conglomerado poligénico	Depósito continental formado por fragmentos de distintas rocas, transportados por corrientes, abanicos aluviales y procesos de erosión de las sierras circundantes. Los clastos pueden estar incluidos en una matriz arenosa, limosa o arcillosa.	Es la unidad con mayor potencial de infiltración y almacenamiento somero cuando está poco consolidada, presenta matriz arenosa y buena conexión entre poros. Si contiene abundante arcilla o cementante calcáreo, su permeabilidad disminuye considerablemente.
KbKap(cz-lu)	Caliza-lutita, Formación Cuchillo	Secuencia sedimentaria marina del Cretácico Inferior depositada en ambientes de plataforma somera, lagunares y localmente restringidos. La Formación Cuchillo incluye alternancias de caliza, lutita y, regionalmente, yeso y anhidrita.	Comportamiento heterogéneo: la caliza fracturada o disuelta puede transmitir agua; la lutita presenta permeabilidad muy baja y funciona como barrera o nivel confinante. Las intercalaciones generan acuíferos discontinuos, flujo lateral sobre estratos impermeables y posibles manantiales en contactos litológicos.

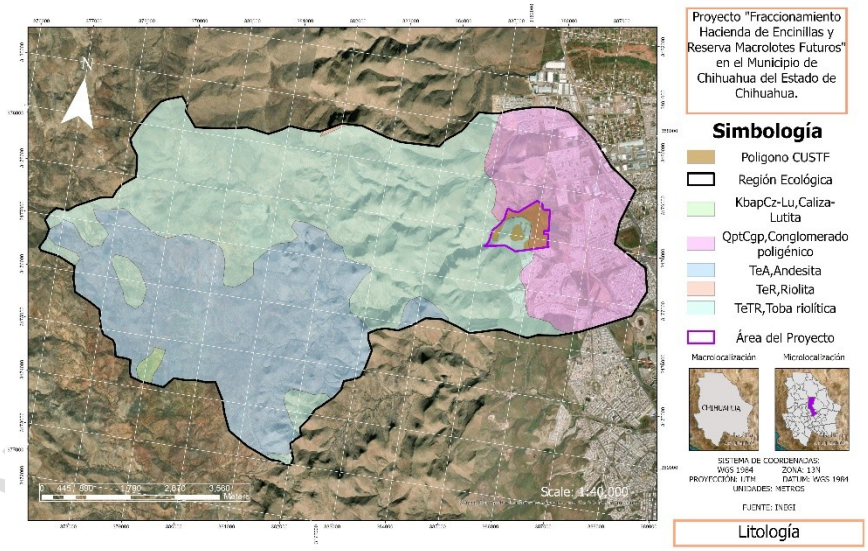


Ilustración 6. Litología

- **Geología superficial, origen geomorfológico y comportamiento del basamento**

La geología del área analizada está constituida por unidades sedimentarias e ígneas extrusivas cuyas edades abarcan desde el Cretácico Inferior hasta el Cuaternario. La unidad más antigua reconocida en la cartografía corresponde a la secuencia de caliza-lutita de la Formación Cuchillo, identificada mediante la clave KbKap(cz-lu), sobre la cual se desarrollaron posteriormente eventos volcánicos de composición intermedia y ácida durante el Eoceno, representados por andesita,

riolita y toba riolítica. Finalmente, durante el Pleistoceno se depositaron conglomerados poligénicos en las zonas topográficamente bajas.

El origen geomorfológico regional se relaciona inicialmente con la acumulación de sedimentos carbonatados, arcillosos y evaporíticos en ambientes marinos someros, lagunares y de plataforma durante el Cretácico Inferior. La Formación Cuchillo está compuesta regionalmente por alternancias de caliza, lutita, yeso y anhidrita, cuyos cambios laterales y verticales reflejan variaciones entre ambientes de plataforma marina, zonas restringidas y condiciones evaporíticas. Posteriormente, estas rocas fueron deformadas, elevadas y fracturadas por procesos tectónicos regionales, constituyendo parte del sustrato sedimentario sobre el cual se emplazaron las unidades volcánicas cenozoicas.

Durante el Eoceno tuvo lugar un periodo de actividad magmática continental que produjo derrames de andesita y riolita, así como depósitos piroclásticos de toba riolítica. La andesita representa emisiones de lava de composición intermedia, mientras que la riolita corresponde a lavas de composición ácida, ricas en sílice, generalmente compactas y de textura masiva o fluidal. Las tobas riolíticas se originaron mediante erupciones explosivas y la posterior acumulación, compactación o soldamiento de cenizas, fragmentos de vidrio volcánico, cristales y fragmentos de roca. Las secuencias riolíticas y tobáceas pueden presentar espesores importantes y generar sierras, mesas, escarpes y lomeríos resistentes a la erosión.

La evolución geomorfológica posterior estuvo dominada por el levantamiento, fracturamiento, intemperismo y erosión de las unidades sedimentarias y volcánicas. Los materiales desprendidos de las zonas elevadas fueron transportados por corrientes superficiales y procesos de remoción, acumulándose en piedemontes, abanicos aluviales, depresiones y valles intermontanos. Este proceso originó los depósitos de conglomerado poligénico del Pleistoceno, constituidos por clastos de caliza, arenisca y rocas volcánicas contenidos en una matriz arenosa o areno-arcillosa. El SGM señala que estas unidades conglomeráticas forman lomeríos bajos y cubren discordantemente a unidades geológicas más antiguas.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el comportamiento de las unidades presentes es variable. Las rocas volcánicas compactas, como la riolita y la andesita, presentan generalmente baja porosidad primaria, por lo que el movimiento del agua se encuentra condicionado por su permeabilidad secundaria, asociada con fracturas, diaclasas, fallas, brechas de flujo y contactos entre derrames. Las tobas riolíticas pueden permitir cierta infiltración cuando están poco soldadas o fracturadas; sin embargo, cuando se encuentran compactas, soldadas o alteradas a minerales arcillosos, su permeabilidad disminuye y pueden funcionar como niveles semiconfinantes.

La secuencia de caliza-lutita de la Formación Cuchillo presenta un comportamiento hidrogeológico heterogéneo. Los estratos de caliza pueden almacenar y transmitir agua cuando se encuentran fracturados, disueltos o

CONSULTA PÚBLICA

afectados por cavidades de origen kárstico. En contraste, las capas de lutita y los horizontes evaporíticos presentan menor permeabilidad y pueden actuar como barreras al flujo vertical. La alternancia entre ambos tipos de roca puede originar circulación lateral del agua sobre los estratos poco permeables, acuíferos discontinuos, niveles confinados o semiconfinados y descargas localizadas en contactos litológicos.

Los conglomerados poligénicos del Pleistoceno representan las unidades con mayor posibilidad de infiltración y almacenamiento de agua subterránea somera, especialmente donde están poco consolidados, contienen una matriz arenosa y presentan buena conexión entre los espacios intergranulares. No obstante, su permeabilidad puede disminuir en sectores con abundante matriz arcillosa, compactación o cementación calcárea. Por esta razón, estos depósitos pueden funcionar como zonas de recarga y como medios de transmisión del flujo subterráneo hacia las partes bajas del relieve.

De manera conceptual, el agua precipitada sobre las sierras y elevaciones formadas por riolita, toba riolítica, andesita y caliza tiende a desplazarse superficialmente hacia las depresiones topográficas. Una parte se infiltra a través de fracturas, fallas, diaclasas y contactos litológicos, mientras que otra alcanza los depósitos conglomeráticos de los valles, donde puede continuar su circulación mediante el espacio poroso intergranular. En consecuencia, el flujo subterráneo regional probablemente sigue una trayectoria general desde las zonas topográficamente elevadas hacia los valles y cauces principales; sin embargo, localmente puede ser desviado por fallas, contactos entre rocas permeables e impermeables y por la orientación y buzamiento de los estratos.

Para efectos del análisis, la Formación Cuchillo puede considerarse el sustrato o basamento geológico local más antiguo expuesto dentro del polígono cartografiado. No obstante, técnicamente no debe denominarse basamento cristalino regional, debido a que corresponde a una secuencia sedimentaria y la cartografía superficial no permite conocer directamente las rocas más profundas que la subyacen. La configuración definitiva del flujo de agua subterránea deberá corroborarse mediante la superposición de la litología con la cartografía de fallas y fracturas, el modelo digital de elevación, la red hidrográfica, la ubicación de pozos y manantiales y, cuando exista información, los niveles estáticos y la elevación del nivel freático.

En términos de susceptibilidad, los contactos entre conglomerados y rocas compactas, las zonas fracturadas y los cauces constituyen sectores potencialmente favorables para la infiltración. Por el contrario, las superficies de riolita y andesita masivas, así como las zonas con lutita o toba alterada y arcillosa, pueden favorecer el escurrimiento superficial. En las unidades calcáreas y evaporíticas deberá considerarse adicionalmente la posibilidad de disolución, desarrollo de cavidades o subsidencia localizada, particularmente cuando existan evidencias de yeso, anhidrita, fracturas abiertas o circulación persistente de agua.

CONSULTA PÚBLICA

Sismicidad

El sitio del proyecto de acuerdo con la zonificación sísmica del Sistema Integral de Información sobre Riesgo de Desastres en México se encuentra dentro del área clasificada como A, la cual tiene un índice de peligro sísmico bajo, así mismo no existe evidencias históricas de sismos destructivos en esta región.

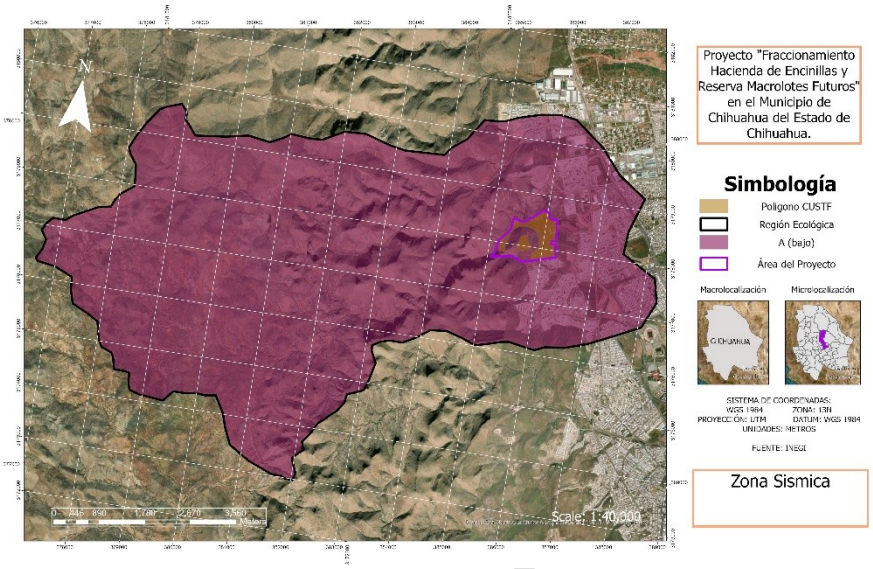


Ilustración 7. Zonificación sísmica

Inundaciones

Para la evaluación de dicho fenómeno se descargó el shape de Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad disponible en la página oficial del Atlas Nacional de Riesgos el cual clasifica el área del proyecto con una vulnerabilidad Alto.

Deslizamiento y derrumbes

De acuerdo con la capa vectorial de las Regiones Potenciales de Deslizamiento del CENAPRED, la zona donde se ubica la Región Ecológica y por lo tanto el proyecto, no se encuentra en ningún riesgo de deslizamiento, la región más cercana es la denominada “Golfo Cal-Chih-Durango” aproximadamente a 106 km de distancia.

Actividad volcánica

Los volcanes son aberturas de la corteza terrestre por las que salen el magma y los gases que se encuentran en el interior de la Tierra. La estructura de los volcanes tiene básicamente tres partes: la chimenea que es el camino que encuentran la lava y los gases en su salida hacia el exterior, el cono, que es la estructura que forman los materiales expulsados por el volcán durante las erupciones y el cráter, que es el agujero de la parte superior del cono que constituye la boca del volcán. A veces los cráteres aparecen en la falda del monte (Universidades e Investigación del Gobierno Vasco,2019).

CONSULTA PÚBLICA

En el Estado de Chihuahua, el municipio de Chihuahua, y por consiguiente en la Región Ecológica del proyecto, no existen volcanes o campos volcánicos por lo que se podría considerar que en el territorio no se presenta actividad volcánica alguna.

Fallas y Fracturas.

De acuerdo con la cartografía utilizada, dentro de la cuenca hidrológico-forestal se identifica una falla de orientación general noroeste–sureste, localizada en su porción oriental. La estructura atraviesa parcialmente la Región Ecológica y se prolonga fuera de esta hacia el sureste, en dirección a sectores actualmente urbanizados del municipio de Chihuahua.

En relación con el proyecto urbanístico, la importancia de la falla radica principalmente en que una zona asociada de fracturamiento podría presentar materiales más meteorizados, heterogéneos o de menor competencia geotécnica. Esta condición deberá considerarse durante las etapas posteriores de diseño y construcción, especialmente para la ubicación de cimentaciones, cortes, terraplenes y vialidades. Sin embargo, al no encontrarse la traza directamente sobre el polígono CUSTF, no se prevé que las actividades de remoción de vegetación provoquen, reactiven o modifiquen la estructura geológica.

Respecto de las fracturas, la cartografía presentada no muestra estructuras individuales adicionales dentro de la Región Ecológica. Por lo tanto, únicamente puede señalarse que podrían existir discontinuidades secundarias asociadas a la falla principal o al comportamiento natural de las unidades rocosas, sin que sea posible definir su distribución, orientación o densidad con la escala de información empleada.

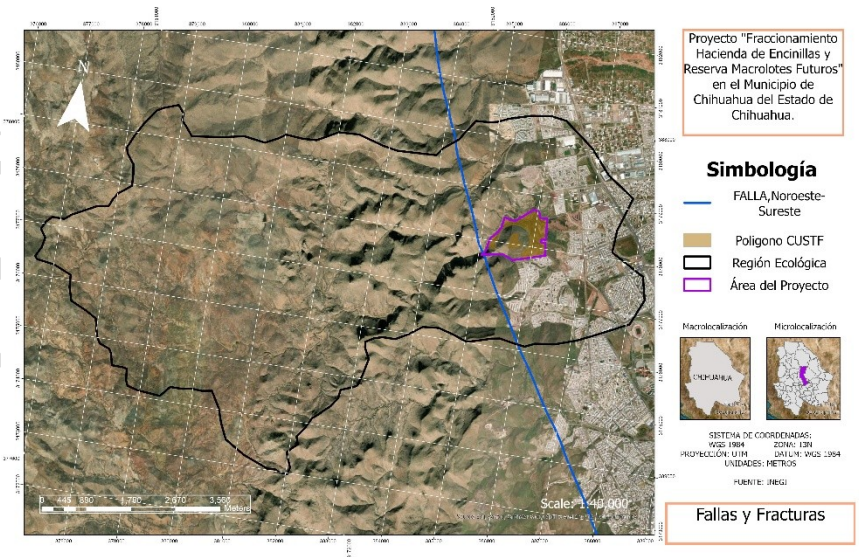


Ilustración 8. Fallas y Fracturas

III.1.3. Topografía

Provincias Fisiográficas

El Estado de Chihuahua se encuentra dividido en la Provincia Fisiográfica: Sierra Madre Occidental y Sierras y Llanuras del Norte, siendo ambas donde se encuentra ubicada la Región Ecológica.

Sierras y Llanuras del Norte: Poseen características áridas, también semiáridas y se extienden profundamente hacia el territorio de Estados Unidos de América. Con variantes, sus sierras, más bien bajas y abruptas, se orientan burdamente hacia el nornoroeste, sursureste, quedan separadas entre sí por grandes bajadas y llanuras con rellenos aluvial, a las que tradicionalmente se han llamado Bolsones. Una parte de la cuenca del río Conchos, afluente del bravo, se integra a la cuenca de este último en la región de la ciudad de Chihuahua; pero al noroeste de la misma, al sureste del Conchos (Bolsón de Mapimi), el drenaje es interno. Al sur de la ciudad de Juárez se encuentra uno de los campos de dunas más extenso del país, el de Samalayuca, en el sur de la provincia se extiende hacia el oriente una saliente, que es la laguna de Mayrán (o Bolsón de Coahuila), lecho seco en la actualidad, de lo que fuera en tiempos pasados un enorme lago. Hoy es una de las zonas más áridas del país, con salinidad en su eje central, pero aun con áreas inundables por chubascos esporádicos.

Sierra Madre Occidental: inicia prácticamente desde la frontera con los Estados Unidos de América, dentro de los cuales tiene una pequeña penetración, y se extiende de noroeste a sureste hasta su límite en el sur con la provincia Eje Neovolcánico. Al oeste limita con las provincias Llanura Sonorense y Llanura Costera del Pacifico, al este con la de Sierras y Llanuras del Norte, la extensión occidental de la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro. Abarca partes de los estados de Sonora, Chihuahua, Sinaloa, Durango, Zacatecas, Nayarit, Aguascalientes y Jalisco.

Este sistema montañoso tuvo su origen en el Terciario Inferior y Medio, cuando se inició la extrusión en forma extraordinaria de los materiales volcánicos que lo integran, cuyos espesores se calculan entre 1 500 y 1 800 m, y que sepultan las rocas sedimentarias más antiguas. Algunos de los nombres locales que recibe son: en Sonora, San Bernardino, Nacozari y Púlpito; entre Chihuahua, Sonora y Sinaloa, Tarahumara; entre Durango y Sinaloa, Tepehuanes. La sierra, que tiene altitudes hasta de 3 300 m, presenta hacia el occidente una imponente escarpa (pendiente muy pronunciada), en tanto que hacia el oriente desciende gradualmente a las regiones llanas del centro. En la franja este, hay cadenas montañosas y valles con orientación noreste-suroeste, producto de los fallamientos que acompañaron a los procesos de levantamiento del Pleistoceno. Sobre el dorso central de la sierra, los materiales volcánicos están depositados en amplios mantos tendidos que dan conformación a las elevadas mesetas típicas de la provincia.

Clave	Entidad	Nombre

CONSULTA PÚBLICA

III	Provincia	Sierra Madre Occidental
IV		Sierras y Llanuras del Norte

*Tabla **13**. Provincias Fisiográficas*

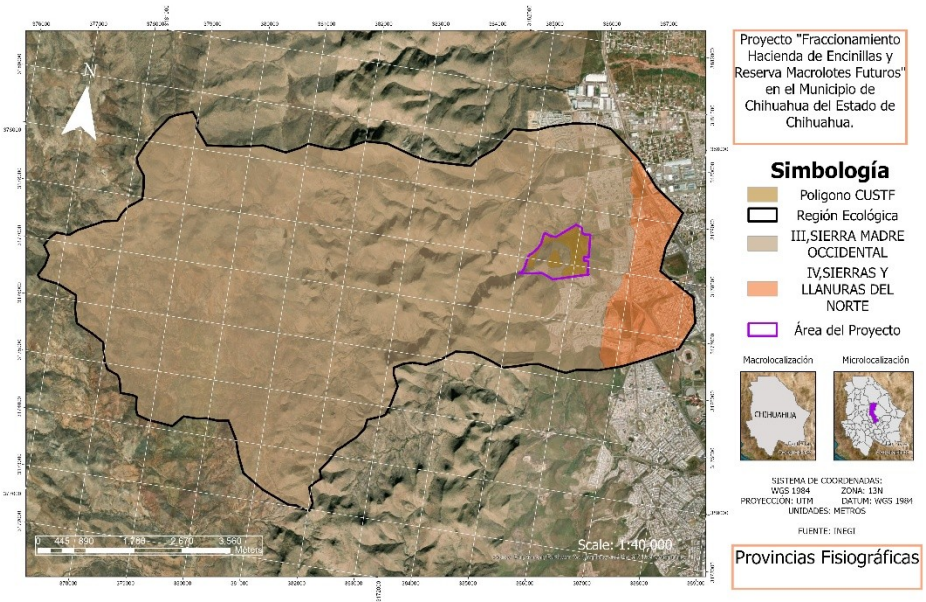


*Ilustración **9**. Provincias Fisiográficas*

Subprovincias Fisiográficas

La Región Ecológica se ubica dentro de las subprovincias fisiográficas denominadas Sierras y Llanuras Tarahumaras y Del Bolsón de Mapimí.

Del Bolsón de Mapimí: Esta subprovincia, toda ella comprendida en territorio mexicano, se extiende desde su frontera septentrional con la subprovincia Llanuras y Médanos del Norte, hacia el sur pegada al costado oriente de la Sierra Madre Occidental, para ampliarse al este hasta la zonas de la laguna El Rey y las poblaciones Mapimí, Nazas y este de Torreón, de tal forma que abarca parte de los estados de Chihuahua, Coahuila de Zaragoza y Durango.

En Chihuahua comprende 12.38% del territorio estatal, limita con las subprovincias: Llanuras y Médanos del Norte, en la porción boreal; Sierras Plegadas del Norte, en la porción boreal; Sierras Plegadas del Norte y Llanuras y Sierras Volcánicas, al oriente; Sierras y Llanuras Tarahumaras y Sierras y Llanuras de Durango, éstas dos pertenecientes a la Sierra Madre Occidental, al occidente. Abarca totalmente los municipios de Aquiles Serdán, Delicias, López, Meoqui y San Francisco de Conchos; y parte de los municipios de Ahumada, Aldama, Allende, Buenaventura, Camargo, Coronado, La Cruz, Chihuahua, Hidalgo del Parral, Jiménez, Julimes, Matamoros, Rosales, Satevó, Saucillo y Valle de Zaragoza.

Dominan las llanuras aluviales y las bajadas, pero hay pequeñas sierras escarpadas y plegadas, así como lomeríos escarpados y ramificados, orientados

norte-sur. Los lomeríos en la parte boreal están relacionados con rocas volcánicas ácidas mostrando fallas normales sobre sus costados; y en la austral, con calizas. Sólo en el noreste de Hidalgo del Parral afloran rocas basálticas, que tienen morfología de meseta.

En la zona central, la subprovincia es atravesada por el rio Florido y sus afluentes, tributarios del rio Conchos, por este rio y su afluente el San Pedro; en el sur, por el río Nazas, en Durango.

El Bolsón de Mapimí como tal, es la región plana a 1 200 msnm limitada al norte por las sierras El Diablo y Mojada (ésta en Coahuila de Zaragoza) y al sur, por la zona del Distrito de Riego Núm. 17 denominada Comarca Lagunera o simplemente La Laguna (entre Durango y Coahuila de Zaragoza), que en los tiempos anteriores al almacenamiento del agua era inundada por las crecidas del rio Nazas. Son pocos y bajos los accidentes que interrumpen a la llanura de Mapimí que presenta, en su rincón noreste, al oriente del Ejido Laguna de Palomas, un campo de dunas.

Los recursos hidrológicos superficiales de esta porción son prácticamente nulos.

Los sistemas de topoformas en el estado, algunos ya mencionados, son: sierra escarpada, clasificadas así las sierras Los Arados y La Tinaja Lisa, entre otras; sierra plegada, como la de San Felipe y las localizadas al sureste del Ejido San Lorencito y al norte de la presa La Boquilla; sierra escarpada con mesetas, situada al occidente de Pedro Meoqui y Delicias; sierra plegada con lomeríos, al suroeste y sur de Naica; sierra plegada con cañadas, al oeste de Escalón; sierra plegada con bajadas, al sureste de la laguna Chancaplea; lomerío escarpado, en las proximidades de El Zoco; lomerío ramificado, cerca de la localidad El Venado; lomerío escarpado con bajadas, al noroeste y sureste de Santa Rosalía de Camargo, al oriente de Las Boquillas y al noreste de Escalón; lomerío escarpado con cañadas, en los alrededores de San Francisco de Conchos; lomerío escarpado con llanuras, al norte de Hidalgo del Parral; lomerío ramificado con bajadas, en los alrededores de la sierra San Felipe, al este de José Esteban Coronado y de Mariano Matamoros; lomerío ramificado con cañadas, al suroeste de José Esteban Coronado; meseta de malpaís, al norte de El Salitrito; meseta, al noroeste de Morita; meseta basáltica de malpáis con lomeríos, al noroeste de San Antonio del Alto Corralejo y al oriente de San Pedro Alfaro; bajada con lomeríos, a lo largo de la subprovincia desde el norte en las proximidades de la sierra Los Arados, hasta la presa La Boquilla, interrumpida por algunos de los sistemas de topoformas antes mencionados; llanura aluvial, en los alrededores de Juan Aldama, Delicias, Santa Rosalía de Camargo y José Mariano Jiménez; llanura aluvial con lomeríos, al sur de la localidad Valle de Ignacio Allende, al sureste y noroeste José Mariano Jiménez; llanura aluvial de piso rocoso o cementado, en los alrededores de la capital estatal y al sureste de Juan Aldama; llanura aluvial salina, entre las localidades Los Ojos y Los Sauces; llanura aluvial inundable y salina, en el entorno y al sureste de las lagunas Encinillas y de Palomas; llanura aluvial de piso rocoso o cementado con lomeríos, al oeste y sureste de José

CONSULTA PÚBLICA

Mariano Jiménez, y al occidente de la sierra San Felipe; llanura desértica de piso rocoso, al sur y suroeste de Santa Rosalía de Camargo; y campo de dunas, al noroeste de la laguna de Palomas.

Sierras y Llanuras Tarahumaras: Esta subprovincia se localiza totalmente en Chihuahua; comprende el centro oeste de la entidad, desde el norte de la población Santa Isabel y los alrededores de la Laguna Los Mexicanos hasta las sierras Los Nidos y América. Limita con las subprovincias: Llanuras y Médanos del Norte, en la zona boreal; Del Bolsón de Mapimí, en el oriente; Sierras y Llanuras de Durango y, Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses, en el sur; y Sierras y Cañadas del Norte, en el occidente. Abarca 10.51% del territorio estatal, en áreas pertenecientes a los municipios de Bachiniva, Namiquipa y Riva Palacio; a gran parte del de Cuauhtémoc y a porciones de los de Buenaventura, Carichí, Cusihuirachi, Chihuahua, Galeana, Santa Isabel, Gómez Farias, Gran Morelos, Guerrero, Ignacio Zaragoza, Madera, Matachí, San Francisco de Borja y Temósachi.

Consta de tres grupos de sierras orientadas burdamente norte-sur; el primero abarca del noreste de Nuevo Madera al noroeste de la Laguna Los Mexicanos y corresponde aproximadamente a lo considerado como Sierra Tarahumara en el mapa de Erwin Raisz, 1964; al segundo, lo integran las sierras La Montañosa-Las Tunas-El Rosal; y al último, la sierra El Nido y las situadas al sur de ésta hasta las inmediaciones del poblado de Santa Isabel. Tales topoformas han sido clasificadas fisiográficamente como sierra alta, la última asociada como mesetas, y están separadas entre si por valles y llanuras. En su extremo sureste, a poco más de 2 200 msnm se localiza una llanura en la que se ubica la laguna de Bustillos, con fallas paralelas sobre los costados de las sierras que lo flanquean; los dos últimos ríos penetran en la subprovincia Llanuras y Medanos del Norte. Al noreste de la laguna Bustillos tienen sus orígenes algunos tributarios del Conchos, éste es afluente a su vez del Río Bravo.

Además de los sistemas de topoformas mencionados, en el área se encuentran: sierra baja, al este de Colonia Alvaro Obregón; lomerío con cañadas en el noroeste y sureste de la subprovincia, lomerío con bajadas en el norte y centro, lomerío con mesetas al oriente y norte de la laguna Bustillos, lomerío en las cercanías de Campo Setenta y Uno, meseta escalonada con cañadas al este de la sierra Las Tunas, bajada con cañada en los alrededores de la localidad La Quebrada del Mesteño, llanura aluvial inundable al oeste de Valentín Gómez Farías, valle intermontano al oriente de San Buenaventura y valle intermontano con lomeríos en las proximidades de la cabecera municipal San Andrés.

Clave	Entidad	Nombre
11	Subprovincia	Sierras y Llanuras Tarahumaras
20		Del Bolsón de Mapimí

*Tabla **14**. Subprovincias Fisiográficas*

CONSULTA PÚBLICA

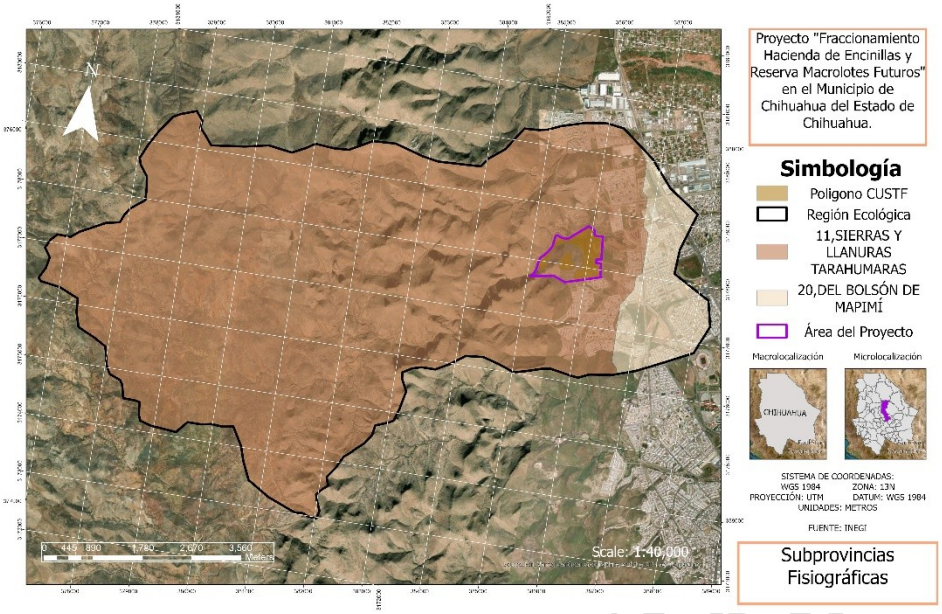


*Ilustración **10**. Subprovincias Fisiográficas*

Sistema de Topoformas

De acuerdo con la cartografía de INEGI, dentro de la Región Ecológica se reconocen dos sistemas de topoformas: Sierra Alta con Mesetas, identificada con la clave 103-0/01, y Llanura Aluvial de Piso Rocoso o Cementado, correspondiente a la clave 500-2/01.

La topoforma Sierra Alta con Mesetas ocupa la mayor parte de la Región Ecológica, principalmente en sus sectores occidental, central y parte del oriental. Se caracteriza por un relieve elevado y accidentado, constituido por sierras, lomeríos, crestas, cañadas y superficies relativamente planas o suavizadas asociadas con mesetas. La imagen satelital muestra una marcada disección del terreno, con numerosos cambios de elevación y pendientes que favorecen la formación de cauces y escurrimientos de corta longitud.

En esta unidad, la combinación de pendientes, afloramientos rocosos y suelos generalmente someros condiciona una respuesta rápida ante las precipitaciones. El agua tiende a desplazarse desde las partes altas hacia las cañadas y zonas bajas, por lo que las áreas con mayor inclinación pueden presentar susceptibilidad a erosión hídrica, desprendimiento de partículas y formación de surcos cuando se elimina la cobertura vegetal o se altera la superficie del suelo. Las mesetas y descansos topográficos presentan pendientes relativamente menores, aunque mantienen conexión con las laderas y cauces que drenan la Región Ecológica.

La Llanura Aluvial de Piso Rocoso o Cementado se distribuye en una franja de menor extensión localizada en la porción oriental de la cuenca, en contacto con la zona urbanizada. Esta topoforma se caracteriza por presentar un relieve comparativamente más bajo y uniforme, con pendientes suaves y superficies formadas por la acumulación de materiales transportados desde las sierras circundantes. La denominación "piso rocoso o cementado" indica que los

CONSULTA PÚBLICA

depósitos aluviales pueden encontrarse limitados en profundidad por roca consolidada o por horizontes endurecidos, lo que puede restringir localmente la infiltración profunda y favorecer el desplazamiento superficial del agua durante lluvias intensas.

La transición entre la sierra y la llanura representa una zona de cambio en la dinámica del relieve: los materiales erosionados en las partes altas son transportados hacia las áreas bajas, donde disminuye la pendiente y puede ocurrir su depósito. Por esta razón, la llanura aluvial puede recibir escurrimientos, sedimentos y materiales procedentes de las laderas de la sierra.

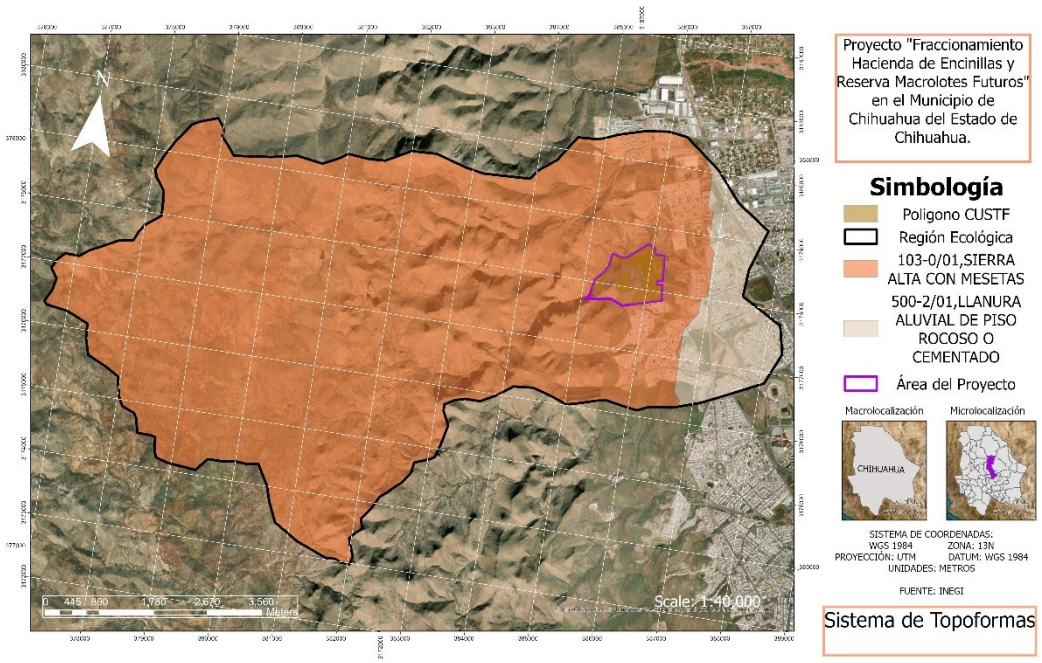


*Ilustración **11**. Sistema de Topoformas*

Pendientes

La pendiente dentro de la Región Ecológica presenta valores comprendidos entre 0 y 213.86 %, con una pendiente media de 25.26 % y una mediana de 21.70 %. La pendiente media equivale aproximadamente a 14.17°, por lo que, en términos generales, la Región Ecológica presenta un relieve de moderadamente inclinado a inclinado, con presencia de laderas más pronunciadas asociadas a elevaciones, escarpes y cauces de disección.

De acuerdo con la distribución espacial observada, las superficies con pendientes de 0 a 5.24 % se localizan principalmente en fondos de valle, planicies, superficies acumulativas y sectores de menor relieve. En estas áreas la velocidad del escurrimiento superficial tiende a ser menor, favoreciendo temporalmente la infiltración y la acumulación de materiales; sin embargo, la compactación, impermeabilización o eliminación de la vegetación puede incrementar el volumen de escorrentía y favorecer el encharcamiento, el arrastre laminar de partículas finas y la concentración del flujo hacia zonas bajas.

Las pendientes comprendidas entre 5.24 y 21.26 % corresponden a terrenos suavemente inclinados a moderadamente inclinados. En ellos, la pérdida de cobertura vegetal y la exposición directa del suelo pueden incrementar la erosión laminar y formar pequeños surcos, especialmente durante precipitaciones de alta intensidad. Aunque estos terrenos presentan una susceptibilidad intermedia, su extensión y continuidad dentro de la cuenca hacen que sean relevantes para la regulación del escurrimiento superficial.

El valor medio de 25.26 % se ubica dentro del intervalo de 21.26 a 57.74 %, representativo de terrenos inclinados a fuertemente inclinados. En estas superficies aumenta la componente gravitacional del flujo, la velocidad de escurrimiento y la capacidad de transporte de sedimentos. Por tanto, la eliminación de la vegetación, el despalme, la apertura de caminos o la modificación del relieve pueden favorecer procesos de erosión laminar severa, erosión en surcos, formación de cárcavas y pérdida de la capa superficial del suelo.

Las áreas con pendientes superiores a 57.74 % presentan una susceptibilidad alta a la degradación del suelo debido a la rapidez con la que puede desplazarse el agua superficial y a la limitada estabilidad de materiales sueltos. En estos sectores pueden presentarse desprendimientos, derrumbes locales, caída de rocas y movimientos superficiales de suelo, particularmente cuando coinciden pendientes pronunciadas, materiales fracturados, suelos someros y precipitaciones intensas.

El valor máximo de 213.86 %, equivalente aproximadamente a 64.94°, corresponde a sectores extremadamente escarpados y de distribución puntual. Estas zonas representan las condiciones de mayor susceptibilidad geomorfológica dentro de la Región Ecológica; no obstante, debido a su magnitud, deberá verificarse que dichos valores correspondan efectivamente a escarpes naturales y no a efectos locales del modelo digital de elevación, bordes de corte, cambios abruptos entre celdas o irregularidades del procesamiento raster.

En conjunto, la pendiente media y la distribución espacial observada permiten determinar que la Región Ecológica presenta una susceptibilidad de moderada a alta frente a procesos de degradación y pérdida de suelo. La susceptibilidad aumenta en los sectores con pendientes mayores a 21.26 % y se vuelve particularmente relevante por encima de 57.74 %, donde cualquier eliminación de cobertura vegetal puede intensificar el escurrimiento, la erosión hídrica y la movilización de sedimentos hacia las partes bajas de la Cuenca.

CONSULTA PÚBLICA

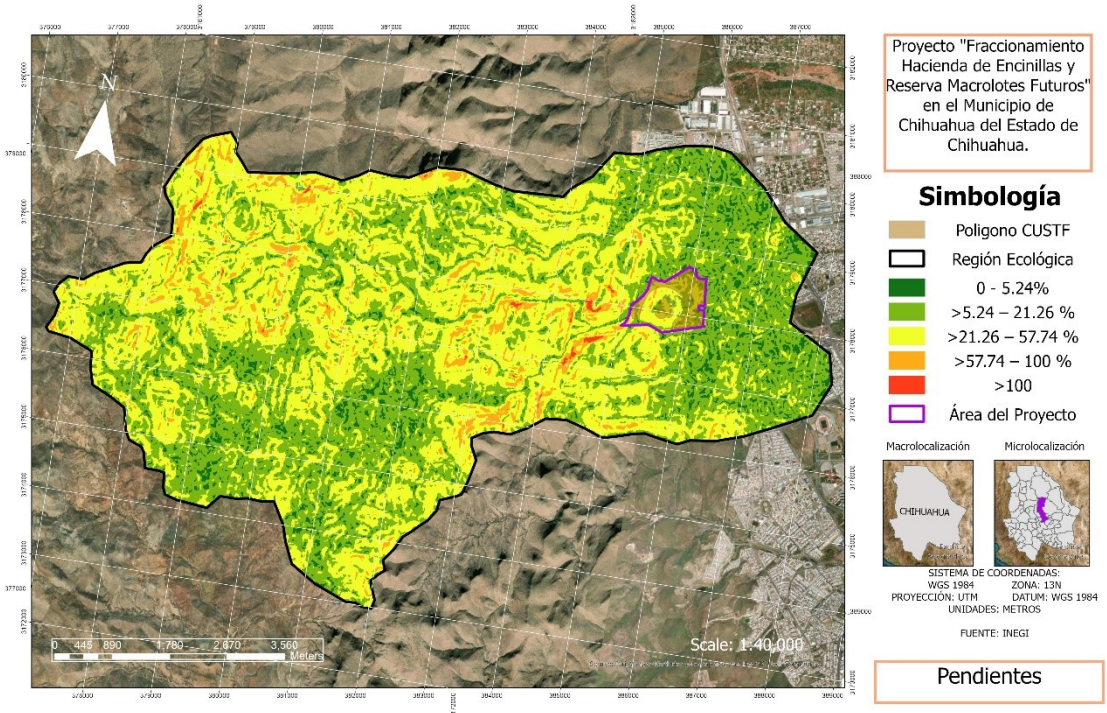


*Ilustración **12**. Pendientes*

III.1.4. Suelo/Edafología

De acuerdo con la nomenclatura de la Carta Edafológica Serie III del INEGI, el primer suelo es el dominante y ocupa, en términos cartográficos, 60 % o más de la unidad; el segundo representa aproximadamente entre 20 y 40 %, y el tercero hasta 20 %. El número 2 indica textura media en los primeros 30 cm y la letra P una limitante superficial pedregosa, es decir, fragmentos de roca en más de 30 % de la superficie.

Clave	Interpretación	Profundidad y características generales	Vulnerabilidad preliminar
CMcr-sk+RGsk-eu/2	Cambisol crómico-esquelético asociado con Regosol esquelético-éutrico, textura media.	El Cambisol presenta desarrollo incipiente de horizontes subsuperficiales, mientras que el Regosol conserva características cercanas al material de origen. El carácter esquelético señala abundancia de fragmentos gruesos.	Hídrica: media a alta, dependiendo de la pendiente y cobertura. Eólica: media, reducida parcialmente por los fragmentos gruesos.
LPli-sk/2P	Leptosol lítico-esquelético, textura media y fase superficial pedregosa.	Suelo muy somero, asociado con roca continua cercana a la superficie y elevada proporción de piedras y gravas. Presenta poca capacidad de almacenamiento de agua y reducido espesor de tierra fina.	Hídrica: alta a muy alta, especialmente en laderas y áreas desmontadas. Eólica: media, localmente alta donde se retire el pavimento pedregoso.
LPok-mo+PHlep-sk+LPli/2P	Leptosol ortoesquelético-mólico	Predominan suelos someros y muy pedregosos. El componente mólico	Hídrica: alta. Eólica: media, incrementándose con la

CONSULTA PÚ

	asociado con Phaeozem epiléptico-esquelético y Leptosol lítico; textura media y fase pedregosa.	o Phaeozem indica un horizonte superficial relativamente oscuro y con bases, pero su desarrollo y profundidad están restringidos por la roca y la pedregosidad.	pérdida de cobertura vegetal.
RGlep-sk+LPeu-lo/2P	Regosol epiléptico-esquelético asociado con Leptosol éutrico-loámico; textura media y fase pedregosa.	Suelos jóvenes, poco desarrollados y someros, con abundantes fragmentos gruesos y material fino de composición franca.	Hídrica: alta, por escaso desarrollo y poca profundidad. Eólica: media a alta en superficies desnudas con tierra fina expuesta.
TCek-ub	Technosol ecránico-úrbico.	Suelo o superficie fuertemente modificada por actividades urbanas, con materiales artificiales y superficies endurecidas o selladas.	La erosión directa puede ser baja donde exista pavimento, pero la generación de escurrimiento es alta. Los rellenos, cortes y terrenos removidos pueden producir sedimentos y polvo.

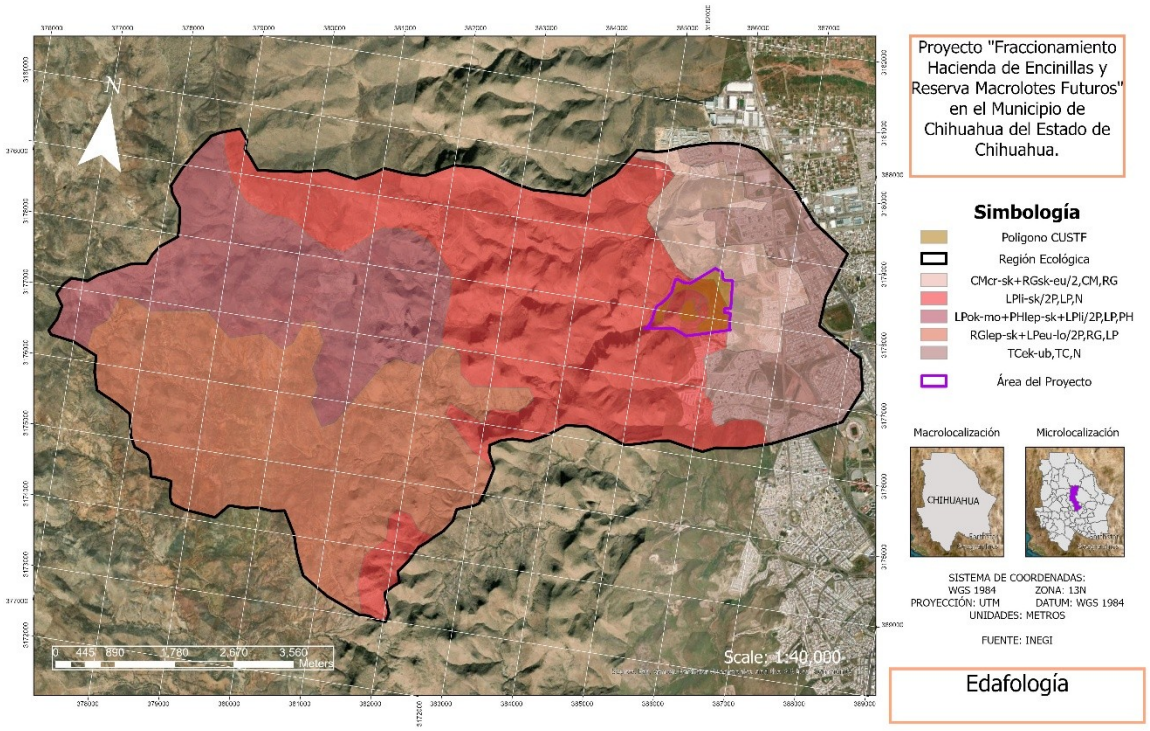


*Ilustración **13**. Edafología*

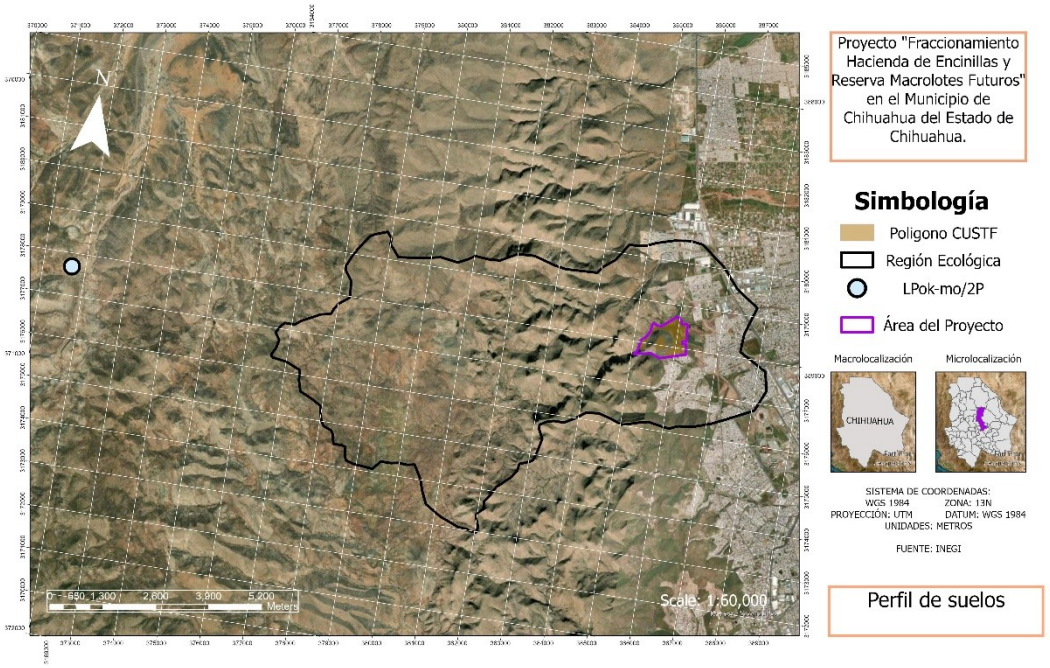


Ilustración 14. Perfil de suelos

El perfil de suelo más próximo, identificado como H1310-301, corresponde a un Leptosol ortoesquelético-mólico. Está constituido por un horizonte A mineral de 0 a 10 cm, de textura franco-arcillo-arenosa, seguido directamente por un horizonte R de roca continua. Presenta estructura débil en bloques subangulares finos, gravas y piedras dominantes, pH prácticamente neutro, bajo contenido de carbono orgánico y elevada saturación de bases. La profundidad efectiva de 10 cm, la posición convexa de ladera, la pedregosidad excesiva, los afloramientos abundantes y el escurrimiento superficial muy rápido evidencian una capacidad limitada de retención de humedad y una elevada fragilidad ante la pérdida del horizonte superficial.

En dicho perfil se registró erosión hídrica de tipo laminar y grado fuerte, con influencia humana muy alta y sobrepastoreo como factor nocivo. Este resultado es representativo de las condiciones observadas en el punto de muestreo y se utiliza como referencia regional, sin extrapolar automáticamente el mismo grado a la totalidad de la Región Ecológica. Sin embargo, confirma que los suelos someros de las laderas son susceptibles a la remoción de la capa superficial cuando disminuye la cobertura vegetal.

La erodabilidad intrínseca del material puede considerarse baja a media, debido a su contenido de arcilla y a la protección parcial proporcionada por los fragmentos gruesos. No obstante, la vulnerabilidad a erosión hídrica se considera alta por la escasa profundidad, la pendiente, la rápida generación de escurrimiento y la débil estabilidad estructural. La vulnerabilidad a erosión eólica es moderada bajo las condiciones actuales, pero puede incrementarse durante el desmonte, despalme, excavación, nivelación y almacenamiento temporal de suelo, al quedar expuesta la

fracción fina y eliminarse la protección proporcionada por la vegetación y el pavimento pedregoso.

Los valores cuantitativos de pérdida actual y potencial de suelo por erosión hídrica y eólica se presentan en el apartado correspondiente. La presente caracterización edafológica tiene como finalidad identificar las propiedades y condiciones que explican la susceptibilidad del terreno, evitando duplicar los resultados de las modelaciones de erosión.

III.1.4.1. Tipos de Erosión presentes en la Región Ecológica y las posibles causas que las originan

El suelo es considerado un recurso natural frágil y no renovable, debido a que resulta difícil y costoso recuperarlo o, incluso, mejorar sus propiedades después de haber sido erosionado por las fuerzas abrasivas del agua y el viento o deteriorado física o químicamente. El suelo realiza un gran número de funciones clave tanto ambientales como económicas, sociales y culturales que son esenciales para la vida.

La erosión es un proceso natural, producto de la acción de los agentes atmosféricos, durante el cual, una parte del suelo es disgregada y degradada, proceso conocido como meteorización y transportada a otras zonas. Es decir, se produce un desgaste físico y químico de rocas y suelo debido a los mismos agentes que producen el transporte del material, como son básicamente el agua y el viento.

De acuerdo con la cartografía de procesos de degradación del suelo, la totalidad de la Cuenca Hidrológico-Forestal, incluida la superficie propuesta para cambio de uso del suelo en terrenos forestales, se encuentra dentro de una unidad clasificada como erosión eólica con pérdida del suelo superficial por acción del viento, en grado moderado. Esta condición indica la existencia de un proceso previo de desprendimiento y transporte de partículas finas de la capa superficial, favorecido por la exposición del terreno a la acción del viento.

La degradación eólica identificada se relaciona con las condiciones semiáridas de la región, la cobertura vegetal abierta, la baja humedad del suelo y la presencia de suelos someros, pedregosos y de escaso desarrollo. Aunque la pedregosidad superficial proporciona cierta protección frente a la deflación, la tierra fina localizada entre las gravas y piedras puede ser movilizada cuando disminuye la cobertura vegetal o se altera la superficie.

El grado moderado representado en la cartografía constituye una clasificación cualitativa regional y no corresponde directamente a una tasa de pérdida expresada en toneladas por hectárea al año. Asimismo, debido a la escala de la información, no debe interpretarse que todo el territorio presenta una intensidad completamente uniforme, sino que el proceso señalado constituye la condición dominante dentro de la unidad cartográfica.

CONSULTA PÚBLICA

La presencia de degradación eólica no excluye los procesos de erosión hídrica identificados en la Región Ecológica. Ambos pueden presentarse simultáneamente: la erosión hídrica actúa principalmente durante los eventos de precipitación y escurrimiento, mientras que la eólica adquiere mayor relevancia durante los periodos secos, especialmente en superficies sin vegetación o con suelo removido.

En el área del proyecto, las actividades de desmonte, despalme, excavación, nivelación y tránsito de maquinaria podrían incrementar temporalmente la exposición de las partículas finas al viento, principalmente si se retira la cubierta pedregosa y el suelo permanece desnudo. En consecuencia, será necesario reducir la superficie expuesta simultáneamente, humedecer caminos y materiales cuando las condiciones lo requieran, cubrir o estabilizar los montículos de suelo, limitar la velocidad de circulación y revegetar o estabilizar las superficies que no sean ocupadas permanentemente.

Los valores cuantitativos de pérdida actual y potencial por erosión eólica se desarrollan en el apartado correspondiente. El presente mapa se utiliza como evidencia cartográfica de la condición previa de degradación y como elemento para explicar la vulnerabilidad del suelo ante las actividades del proyecto.

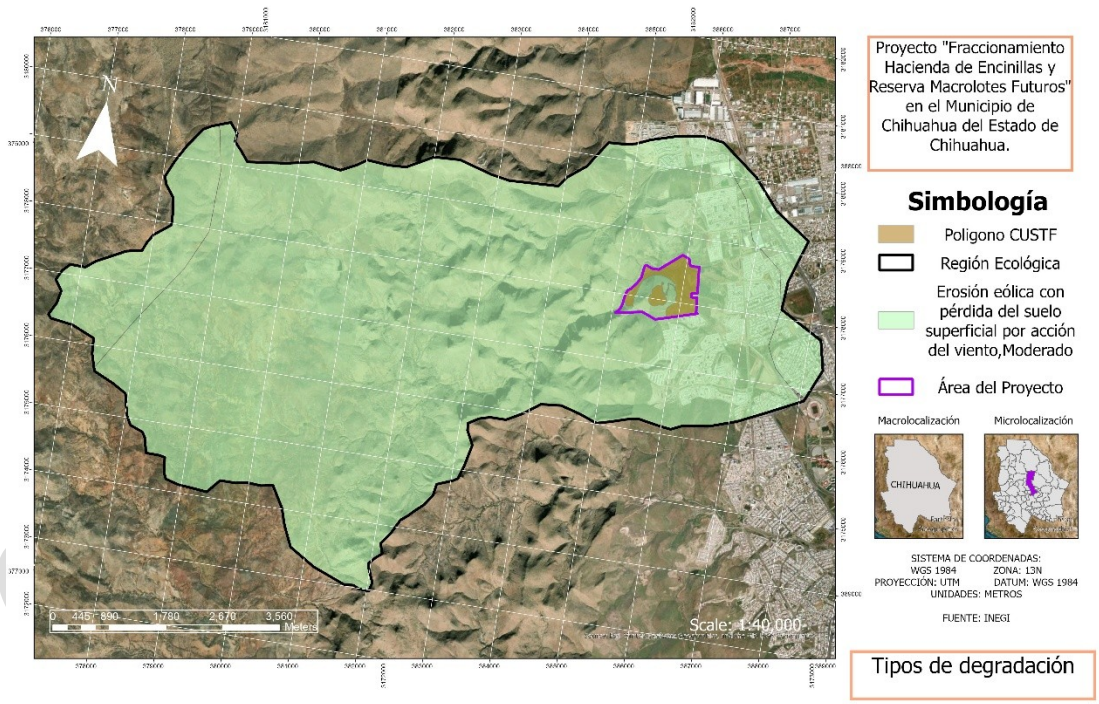


*Ilustración **15**. Degradación*

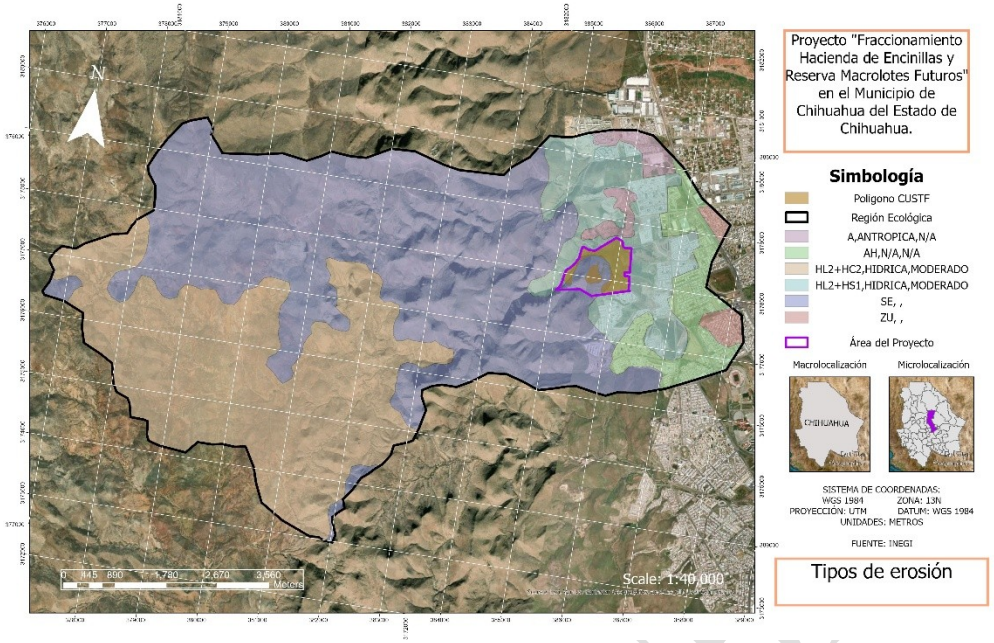


Ilustración 16. Tipos de erosión

Clave cartográfica	Interpretación técnica
HL2+HC2	Erosión hídrica laminar moderada como proceso dominante, asociada con erosión en cárcavas moderada de menor extensión o distribución localizada.
HL2+HS1	Erosión hídrica laminar moderada como proceso dominante, asociada con erosión en surcos leve.
SE	Sin erosión evidente a la escala y fecha del levantamiento. No significa ausencia absoluta de pérdida de suelo ni falta de susceptibilidad futura.
A	Erosión antrópica, originada por alteraciones directas de la superficie; en esta categoría no se asigna forma ni grado hídrico.
AH	Asentamiento humano; corresponde a un objeto cartográfico complementario, no a un tipo de erosión.
ZU	Localidad o superficie urbana representada como objeto complementario; tampoco constituye una categoría de erosión.

De acuerdo con la cartografía de erosión del suelo, dentro de la Región Ecológica se presenta un mosaico de superficies con erosión hídrica, erosión antrópica, áreas urbanizadas y sectores clasificados sin erosión evidente. Las principales manifestaciones hídricas corresponden a erosión laminar moderada asociada con cárcavas moderadas, representada por la clave **HL2+HC2**, y erosión laminar moderada acompañada por surcos leves, identificada mediante la clave **HL2+HS1**.

La erosión laminar moderada constituye el proceso hídrico dominante. Esta se produce por el desprendimiento y transporte relativamente uniforme de las partículas del horizonte superficial mediante el impacto de las gotas de lluvia y el

escurrimiento difuso. En los lugares donde el flujo superficial se concentra, el proceso puede evolucionar hacia la formación de surcos y cárcavas.

La unidad **HL2+HC2** se distribuye principalmente en el sector suroccidental de la Región Ecológica. En ella coexiste la pérdida laminar del suelo con cárcavas de grado moderado, lo cual evidencia una mayor concentración del escurrimiento y una alteración más avanzada del relieve superficial. Estas superficies presentan una vulnerabilidad elevada, debido a que los canales erosivos pueden profundizarse o extenderse cuando aumenta el volumen o la velocidad de los escurrimientos.

La unidad **HL2+HS1** se localiza principalmente hacia el sector oriental de la cuenca. Corresponde a erosión laminar moderada asociada con surcos de grado leve, lo que indica que el escurrimiento ha comenzado a concentrarse en pequeños canales superficiales, aunque sin alcanzar todavía la expresión y profundidad característica de las cárcavas. La presencia de surcos constituye una señal de transición entre la remoción difusa del suelo y formas más concentradas de erosión.

En la porción central y noroccidental de la Región Ecológica predominan superficies clasificadas como **SE, sin erosión evidente**. Esta categoría indica que, a la escala y fecha de elaboración de la cartografía, no se identificaron rasgos suficientemente notorios de erosión hídrica o eólica. Sin embargo, no implica ausencia absoluta de pérdida de suelo ni elimina la susceptibilidad a que el proceso se active por la remoción de vegetación, el tránsito de maquinaria, la compactación o la concentración de escurrimientos.

Hacia el extremo oriental también se identifican unidades asociadas con erosión antrópica, asentamientos humanos y zonas urbanas. Estas condiciones reflejan la transformación progresiva del terreno por vialidades, construcciones, cortes, rellenos, superficies compactadas y otras actividades que modifican el patrón natural de infiltración y escurrimiento.

En conjunto, la cartografía edafológica, el perfil de suelo, el mapa de erosión y el mapa de degradación eólica indican que la Región Ecológica presenta una vulnerabilidad relevante a la pérdida del horizonte superficial. Los procesos hídricos se expresan mediante erosión laminar moderada, surcos leves y cárcavas moderadas, mientras que la degradación eólica corresponde a la remoción moderada del suelo superficial por acción del viento.

La susceptibilidad se relaciona con la escasa profundidad de los Leptosoles y Regosoles, la presencia de pendientes, la rápida generación de escurrimiento, la cobertura vegetal abierta, la baja estabilidad del material superficial y la proximidad de superficies urbanizadas. Aunque la pedregosidad brinda cierta protección natural, esta función disminuye cuando se retiran la vegetación y los fragmentos superficiales durante las actividades de despalme.

CONSULTA PÚBLICA

En consecuencia, para la superficie propuesta para CUSTF se considera una vulnerabilidad alta a la erosión hídrica y moderada a la erosión eólica bajo las condiciones actuales, con posibilidad de incrementarse temporalmente durante la preparación del sitio. Los valores cuantitativos de pérdida actual y potencial de suelo se presentan en el apartado específico de cálculo de erosión, mientras que esta cartografía se emplea para identificar los tipos de proceso, su distribución territorial y los factores que explican la susceptibilidad del terreno.

III.4.1.1. Estimación de la Erosión Hídrica dentro de la superficie de la Región Ecológica

Cabe mencionar que debido a que la superficie de la Región Ecológica presenta varios usos de suelo (Desprovisto de vegetación, Asentamientos humanos, bosque de encino, pastizal natural y matorral desértico microfilo) y con la finalidad de obtener un análisis realista y comparativo entre el área propuesta para CUSTF y la Región Ecológica, solo se tomó en cuenta la superficie de la Región Ecológica que sustenta la misma vegetación que el área propuesta para CUSTF (Matorral desértico micrófilo).

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie de la Región Ecológica se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, ya que esta metodología no es la correspondiente a la ecuación universal de suelos, la cual es empleada en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Donde:

Eh= Erosión hídrica.

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia (variable dependiente de la precipitación anual).

CAERO = Coeficiente de erodabilidad (variable dependiente del tipo de suelo).

CATEX = Calificación de textura y fase de suelo.

CATOP = Calificación de la topografía (porcentaje de pendiente).

CAUSO =Calificación por uso de suelo (cobertura de vegetación).

La delimitación de los valores de cada una de las variables de acuerdo con las características específicas del área de estudio se presenta a continuación.

IALLU= (Índice de agresividad de la lluvia) se determina de la siguiente manera:

$$IALLU = 1.1244\left(PECRE\right) - 14.7875$$

CONSULTA PÚBLICA

La variable PECRE se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. Su estimación se hace con base en la expresión:

$$PECRE = 0.2408(¿) - 0.0000372(¿^2) - 33.1019$$

Donde:

PREC= Precipitación media anual (mm).

El dato de la precipitación se obtuvo a través de la estación meteorológica "Chihuahua (OBS)" de un periodo de 1991-2020. Los datos muestran que en el área se tiene una temperatura media anual de 19.5 °C y una precipitación promedio anual de 370.1 mm.

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtuvo como resultado:

$$PECRE = 0.2408(370.1) - 0.0000372(370.1)^2 - 33.1019 = ¿\ \mathbf{50.9227}$$

Así, se delimitó para la variable PECRE un valor de **50.9227**.

Sustituyendo los valores en la fórmula para obtener el índice de agresividad de la lluvia se obtuvo como resultado:

$$IALLU = 1.1244(50.9227) - 14.7875 = 42.47$$

Para la variable IALLU el valor es de 42.47; el desarrollo de los cálculos se presenta en la base de datos de Excel denominada "Erosión Hídrica RE" (Ver Anexo 6)

Considerando que cada unidad de suelo representa una cierta erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse, la que se califica de la siguiente forma:

CAERO: Para esta variable se considera el tipo de suelo presente, así como los valores tabulados en la siguiente tabla. En este sentido el valor dado para CAERO será de 2, 1 y 0.5, al tratarse de los tipos de suelo Cambisol, Leptosol, Regosol y Tecnosol.

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hl	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	
1	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	L	L	Lv	Pf	P	P

CONSULTA PÚBLICA

		a	p			g	o
Pp	Rx	Sg	Vp	Vr	Wd	We	Ws
Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

*Tabla **15**. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad*

CATEX: El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos. Para este caso la textura corresponde a un valor de CATEX de 0.3 y 0.5, dado que el tipo de suelo presenta texturas medias y pedregosa o gravosa

CATEX	Textura y Fase
0.2	1 (gruesa)
0.3	2 (media)
0.1	3 (fina)
0.5	Fase pedregosa o gravosa

*Tabla **16**. Textura y fase del suelo para el estudio de variable CATEX*

CATOP: Esta variable está influenciada por la pendiente. En este caso, dado que en la zona donde se desarrollará el proyecto predominan zonas con pendientes mayores del 30%, el valor de esta variable es de 11.00.

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)
0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

*Tabla **17**. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP*

CAUSO: Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. Con la finalidad de tener un análisis coherente entre el área Región Ecológica y CUSTF, se tomó solo en cuenta la superficie de la Región Ecológica que sustenta el mismo tipo de vegetación que el área CUSTF. Por lo que el valor de CAUSO asignado será de 0.15, (Valores tomados del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, 1988).

VEGETACIÓN	CAUSO
Bosque	0.10
Pastizal o pradera	0.12
Matorral	0.15
Agrícola	0.80

*Tabla **18**. Valores CAUSO a partir de los usos de suelo*

De acuerdo con la información antes expuesta, una vez desarrollada la metodología y sustituidos los valores en la ecuación para el cálculo de erosión hídrica, tenemos que actualmente en el área de Región Ecológica se tiene una erosión hídrica de **112.1209 Ton/ha/año**, arrojando un total de **95,616.7744 ton/año**.

CONSULTA PUBLICA

III.4.1.2. Estimación de la Erosión Hídrica dentro de la superficie sujeta a Cambio de Uso de Suelo

Para estimar la cantidad de suelo que se pierde actualmente por erosión en la superficie propuesta para CUSTF se ha utilizado la fórmula universal de pérdida de suelos modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, la cual es empleada en el proceso de Ordenamiento General del Territorio y dada mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Donde:

Eh= Erosión hídrica.

IALLU = Índice de agresividad de la lluvia (variable dependiente de la precipitación anual).

CAERO = Coeficiente de erodabilidad (variable dependiente del tipo de suelo).

CATEX = Calificación de textura y fase de suelo.

CATOP = Calificación de la topografía (porcentaje de pendiente).

CAUSO =Calificación por uso de suelo (cobertura de vegetación).

La delimitación de los valores de cada una de las variables de acuerdo con las características específicas del área de estudio se presenta a continuación.

IALLU= (Índice de agresividad de la lluvia) se determina de la siguiente manera:

$$IALLU = 1.1244(PECRE) - 14.7875$$

La variable PECRE se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de vegetación. Su estimación se hace con base en la expresión:

$$PECRE = 0.2408(¿) - 0.0000372(¿^2) - 33.1019$$

Donde:

PREC= Precipitación media anual (mm).

El dato de la precipitación se obtuvo a través de la estación meteorológica Chihuahua (OBS) de un periodo de 1991-2020. Los datos muestran que en el área se tiene una temperatura media anual de 19.5 °C y una precipitación promedio anual de 370.1 mm, siendo el mes de septiembre la época en la que más llueve.

Sustituyendo los valores en la fórmula se obtuvo como resultado:

$$PECRE = 0.2408(370.1) - 0.0000372(370.1)^2 - 33.1019 = ¿\ \mathbf{50.9227}$$

Así, se delimitó para la variable PECRE un valor de **50.9227**.

CONSULTA PÚBLICA

Sustituyendo los valores en la fórmula para obtener el índice de agresividad de la lluvia se obtuvo como resultado:

$$IALLU = 1.1244(50.9227) - 14.7875 = 42.47$$

Para la variable IALLU el valor es de 42.47; el desarrollo de los cálculos se presenta en la base de datos de Excel denominada "Erosión Hídrica CUSTF".

Considerando que cada unidad de suelo representa una cierta erodabilidad o susceptibilidad a erosionarse, la que se califica de la siguiente forma:

CAERO: Para esta variable se considera el tipo de suelo presente, así como los valores tabulados en la siguiente tabla. En este sentido el valor dado para CAERO será de 0.5 y 1, al tratarse del tipo de suelo Leptosol liptico y Cambisol.

CAERO	Unidades de suelo							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	Hh	Hl	Jc	Lp
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rg	Th	Tm	U	Zm	
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	Lc
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vp	Vr	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xk	X1	Xy	Yh	Yk	Y1

*Tabla **19**. Reclasificación de la edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad*

CATEX: El valor de esta variable está dado por el tipo de textura y fase de los suelos. Para este caso la textura corresponde a un valor de CATEX de 0.3, dado que el tipo de suelo presenta texturas medias.

CATEX	Textura y Fase
0.2	1 (gruesa)
0.3	2 (media)
0.1	3 (fina)
0.5	Fase pedregosa o gravosa

*Tabla **20**. Textura y fase del suelo para el estudio de variable CATEX*

CATOP: Esta variable está influenciada por la pendiente. En este caso, dado que la zona donde se desarrollará el proyecto corresponde a zonas con pendientes mayores del 30%, el valor de esta variable es de 11.

CATOP	Clase de pendiente	Rango (%)

CONSULTA PÚBLICA

0.35	A	0 – 8
3.50	B	8 – 30
11.00	C	Mayor del 30

*Tabla **21**. Valores de la pendiente para el cálculo de la variable CATOP*

CAUSO: CAUSO: Esta variable queda determinada a partir del uso de suelo y vegetación en el sitio. En este sentido la vegetación presente en el área propuesta para CUSTF corresponde a matorral. Por lo que el valor de CAUSO asignado será de 0.15, Con la ejecución del proyecto se tomará un valor de CAUSO de 0.40 (sin vegetación aparente). (Valores tomados del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, 1988).

Uso de suelo y vegetación	CAUSO
Agricultura de riego y temporal	0.800
Asentamientos humanos	0.001
Bosque de encino	0.100
Bosque de encino secundario	0.110
Bosque de encino-pino	0.100
Bosque de galería	0.050
Bosque de pino-encino	0.100
Bosque de pino-encino secundario	0.110
Chaparral	0.110
Cuerpo de agua	0.000
Matorral desértico micrófilo	0.150
Matorral crasicaule	0.150
Matorral submontano	0.150
Vegetación desértico-arenosa	0.150
Selva baja espinosa	0.150
Mezquital	0.150
Selva	0.120
Selva secundaria	0.140
Pastizal halófilo	0.120
Pastizal inducido	0.120
Pastizal natural	0.120
Dunas costeras	0.120
Sin vegetación aparente	0.400
Vegetación de galería	0.100
Vegetación halófila	0.120
Zona urbana	0.001

CONSULTA PÚBLICA

*Tabla **22**. Valores CAUSO a partir de los usos de suelo*

El valor de CAUSO = 0.15 corresponde a la condición actual del sitio, debido a que el área sujeta a CUSTF presenta cobertura de matorral desértico micrófilo, la cual mantiene una función protectora sobre el suelo mediante cobertura aérea, raíces, hojarasca, rugosidad superficial y retención parcial de escurrimientos.

Sin embargo, una vez ejecutado el cambio de uso del suelo para el desarrollo del proyecto, la condición física del terreno dejará de corresponder a una superficie con vegetación forestal y pasará a una condición operativa dominada por desmonte, despalme, caminos internos, material removido y áreas compactadas. Por ello, para efectos del cálculo de erosión, el sitio debe evaluarse como una superficie sin cobertura vegetal funcional.

De acuerdo con criterios utilizados en metodologías de estimación de erosión, el valor de CAUSO se asigna en función del uso de suelo y la cobertura vegetal; dentro de dichas tablas, la categoría "Sin vegetación aparente, predio baldío, sitio para construcción, terracería" se valora con CAUSO = 0.40.

Técnicamente, el cambio de 0.15 a 0.40 representa el incremento en la susceptibilidad del terreno a la pérdida de suelo como consecuencia de la eliminación de la cobertura vegetal. La cobertura vegetal reduce el impacto directo de la lluvia y del viento, mejora la infiltración, aporta materia orgánica, estabiliza el suelo mediante raíces y disminuye la velocidad del escurrimiento superficial. Al removerse dicha cobertura por el CUSTF, el suelo queda más expuesto a procesos de erosión hídrica y eólica, por lo que resulta técnicamente procedente utilizar un valor mayor de CAUSO. En metodologías de erosión, los valores asociados a ausencia de cobertura reflejan mayor vulnerabilidad del suelo frente a procesos erosivos.

Asimismo, la clasificación "sin vegetación aparente" es aplicable cuando no es visible o detectable una comunidad vegetal, condición que se presentará en las áreas directamente intervenidas por el proyecto, donde la vegetación natural habrá sido removida total o parcialmente.

Por lo anterior, el uso de CAUSO = 0.40 posterior al CUSTF constituye un criterio conservador y congruente con el escenario de mayor afectación, ya que permite estimar la pérdida potencial de suelo bajo la condición esperada del terreno una vez removida la vegetación. Este valor no representa la condición natural actual del predio, sino la condición proyectada posterior al cambio de uso del suelo.

Sin CUSTF

De acuerdo con la información antes expuesta, una vez desarrollada la metodología y sustituidos los valores en la ecuación para el cálculo de erosión hídrica, tenemos que actualmente en el área de CUSTF se tiene una erosión hídrica de **31.5340 Ton/ha/año**, arrojando un total de **627.8932 ton/año**.

Con CUSTF

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la información antes expuesta, una vez desarrollada la metodología y sustituidos los valores en la ecuación para el cálculo de erosión hídrica, tenemos que actualmente en el área de CUSTF se tiene una erosión hídrica de **84.0907 Ton/ha/año**, arrojando un total de **1674.3818 ton/año**.

El desarrollo de las fórmulas se encuentra en el archivo digital denominado "Erosión Hídrica CUSTF".

III.4.1.3. Estimación de la Estimación de la Erosión Eólica dentro de la superficie de la Región Ecológica

La metodología para el cálculo de la erosión eólica acorde la FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión empleada para determinar la pérdida de suelos:

$$\textbf{EROEO} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Dónde:
IAVE: Índice de Agresividad del viento
CATEX: Valor de acuerdo Textura
CAUSO: Valor de uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo a las características de cada variable.

PECRE.
El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo (media anual).
Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\textbf{PECRE} = 0.2408\ (PREC) - 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:
PREC = Precipitación media anual (mm)

El dato de la precipitación se obtuvo a través de la estación meteorológica Chihuahua (OBS) de un periodo de 1991-2020. Los datos muestran que en el área se tiene una temperatura media anual de 19.5 °C y una precipitación promedio anual de 370.1 mm.

Área Proyecto	Precipitación (mm)
Región Ecológica	370.1

*Tabla **23**. Precipitación .*

$$\textbf{PECRE} = 0.2408\ (370.1) - [0.0000372\ (370.1)^2] - 33.1019$$
$$\textbf{PRECRE} = 50.9227$$

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO) de acuerdo con el tipo de vegetación presente en el área y a partir de la siguiente tabla:

Causo	Vegetación
0.8	Agrícola

CONSULTA PUBLICA

0.1	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	**Matorral**
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal

*Tabla **24**. Clasificación de CAUSO.*

Clasificación de textura para suelos no calcáreos (SUELAC = 1)	
CATEX	**Textura y fase en suelos calcáreos SUECALC = 1**
3.5	1 (gruesa)
1.75	**2 (media)**
1.85	3 (fina)
0.87	Fase pedregosa o gravosa

*Tabla **25**. Clasificación de texturas de suelo.*

Una vez obtenido el PECRE, se calcula el índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante las siguientes formulas:

***IAVIE** = 160.8252 - 0.766 (PECRE)*

IAVE = 160.8252 - 0.766 (50.9227)

IAVE = 121.8184

Aplicando la fórmula se obtiene que:

EROEO = CAUSO * CATEX * IAVIE

EROEO = 0.15 * 1.75 * 121.8184

EROEO = 31.9773 ton/ha/año

Cada punto del territorio se agrupa en intervalos de clase dependiendo de sus valores de EROEO de acuerdo a la siguiente tabla (SEDUE,1989).

Clase de Degradación	Valor de erosión eólica Ton/Ha/Año
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	**12 a 50**
Moderada	50 a 100
Alta	100 a 200
Muy alta	Mayor 200

*Tabla **26**. Escala ordinal propuesta por la FAO/UNESCO.*

Resultando que el grado de erosión por efecto del viento es ligera por encontrarse en la clase de 12 a 50 ton/ha/año, debido q dio un EROEO de **31.9773 ton/ha/año.**

Erosión Eólica Total dentro de la Región Ecológica

EET = 31.9793 ton/ha/año * 3263.241443 ha

EET = 104,349.7279 ton/año

CONSULTA PUBLICA

III.4.1.4. Estimación de la Estimación de la Erosión Eólica dentro del área propuesta para CUSTF

Sin CUSTF

La metodología para el cálculo de la erosión eólica acorde la FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión empleada para determinar la pérdida de suelos:

$$\textbf{\textit{EROEO}} = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Dónde:

IAVE: Índice de Agresividad del viento
CATEX: Valor de acuerdo Textura
CAUSO: Valor de uso del suelo

Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo con las características de cada variable.

PECRE.

El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\textbf{\textit{PECRE}} = 0.2408\ (PREC) - 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:

PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable, en el área de proyecto se reporta una precipitación media anual, de acuerdo con el registro de la estación climatológica Chihuahua.

Área Proyecto	Precipitación (mm)
CUSTF	370.1

*Tabla **27**. Precipitación registrada en el área de CUSTF.*

$$\textbf{PECRE} = 0.2408\ (370.1) - [0.0000372\ (370.1)^2] - 33.1019$$

$$\textbf{PRECRE} = 50.9227$$

Una vez obtenido el PECRE, se calcula el índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante las siguientes formulas:

$$\textbf{\textit{IAVIE}} = 160.8252 - 0.766\ (PECRE)$$

$$\textbf{IAVE} = 160.8252 - 0.766\ (50.9227)$$

$$\textbf{IAVE} = 121.8184$$

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO) de acuerdo con el tipo de vegetación presente en el área y a partir de la siguiente tabla:

Causo	Vegetación
0.8	Agrícola

CONSULTA PÚBLICA

0.1	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	**Matorral**
0.4	Sin vegetación aparente
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal

*Tabla **28**. Clasificación de CAUSO.*

Clasificación de textura para suelos no calcáreos (SUELAC = 1)	
CATEX	**Textura y fase en suelos calcáreos SUECALC = 1**
3.5	1 (gruesa)
1.75	**2 (media)**
1.85	3 (fina)
0.87	Fase pedregosa o gravosa

*Tabla **29**. Clasificación de texturas de suelo.*

Aplicando la fórmula se obtiene que:

EROEO = CAUSO * CATEX * IAVIE

EROEO = 0.15 * 1.75 * 121.8184

EROEO = 31.9773 ton/ha/año

Cada punto del territorio se agrupa en intervalos de clase dependiendo de sus valores de EROEO de acuerdo a la siguiente tabla (SEDUE,1989).

Clase de Degradación	Valor de erosión eólica Ton/Ha/Año
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	**12 a 50**
Moderada	50 a 100
Alta	100 a 200
Muy alta	Mayor 200

*Tabla **30**. Escala ordinal propuesta por la FAO/UNESCO.*

Resultando que el grado de erosión por efecto del viento es ligera por encontrarse en la clase de 12 a 50 ton/ha/año, debido q dio un EROEO de **31.9773 ton/ha/año.**

Erosión Eólica Total dentro del área CUSTF

EETCUSTF = 31.9773 ton/ha/año * 49.467876 ha

EETCUSTF = 1581.8503 ton/año

Con CUSTF

La metodología para el cálculo de la erosión eólica acorde la FAO-Colegio de Posgraduados (Publicado por la SEDUE, 1989) y la expresión empleada para determinar la pérdida de suelos:

EROEO = *IAVIE * CATEX * CAUSO*

CONSULTA PÚBLICA

Dónde:
IAVE: Índice de Agresividad del viento
CATEX: Valor de acuerdo Textura
CAUSO: Valor de uso del suelo
Cada una de las variables se determina por una serie de valores que se estiman a partir de ecuaciones ya determinadas y valores predeterminados de acuerdo a las características de cada variable.

PECRE.
El período de crecimiento se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$\textbf{\textit{PECRE}} = 0.2408\ (PREC) - 0.0000372\ (PREC)^2 - 33.1019$$

Dónde:
PREC = Precipitación media anual (mm)

Para la estimación de esta variable, en el área de proyecto se reporta una precipitación media anual, de acuerdo al registro de la estación climatológica Chihuahua.

Área Proyecto	Precipitación (mm)
CUSTF	370.1

*Tabla **31**. Precipitación registrada en el área de CUSTF.*

$$\textbf{PECRE} = 0.2408\ (370.1) - [0.0000372\ (370.1)^2] - 33.1019$$
$$\textbf{PRECRE} = 50.9227$$

Una vez obtenido el PECRE, se calcula el índice de agresividad del viento (IAVIE), mediante las siguientes formulas:

$$\textbf{\textit{IAVIE}} = 160.8252 - 0.766\ (PECRE)$$
$$\textbf{IAVE} = 160.8252 - 0.766\ (50.9227)$$
$$\textbf{IAVE} = 121.8184$$

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO) de acuerdo con el tipo de vegetación presente en el área y a partir de la siguiente tabla:

Causo	Vegetación
0.8	Agrícola
0.1	Bosque
0.12	Pastizal o Pradera
0.11	Pastizal inducido
0.15	Matorral
0.4	**Sin vegetación aparente**
0.13	Vegetación secundaria (otras coberturas de vegetación)
0.05	Humedal

*Tabla **32**. Clasificación de CAUSO.*

Clasificación de textura para suelos no calcáreos (SUELAC = 1)

CONSULTA PUBLICA

CATEX	Textura y fase en suelos calcáreos SUECALC = 1
3.5	1 (gruesa)
1.75	**2 (media)**
1.85	3 (fina)
0.87	Fase pedregosa o gravosa

*Tabla **33**. Clasificación de texturas de suelo.*

Aplicando la fórmula se obtiene que:

EROEO = CAUSO * CATEX * IAVIE

EROEO = 0.40 * 1.75 * 121.8184

EROEO = 85.2729 ton/ha/año

Cada punto del territorio se agrupa en intervalos de clase dependiendo de sus valores de EROEO de acuerdo a la siguiente tabla (SEDUE,1989).

Clase de Degradación	Valor de erosión eólica Ton/Ha/Año
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	12 a 50
Moderada	**50 a 100**
Alta	100 a 200
Muy alta	Mayor 200

*Tabla **34**. Escala ordinal propuesta por la FAO/UNESCO.*

Resultando que el grado de erosión por efecto del viento será moderada por encontrarse en la clase de 50 a 100 ton/ha/año, debido a que dio un EROEO de **85.2729 ton/ha/año.**

Erosión Eólica Total dentro del área de CUSTF

EETCUSTF = 85.2729 ton/ha/año * 49.467876 ha

EETCUSTF = 4218.2674 ton/año

III.1.5. Hidrología

Hidrología superficial

El agua que escurre en un río es captada en un área determinada, por lo general por la conformación del relieve, a esta área se le llama Cuenca Hidrológica; esta a su vez, se agrupa en regiones hidrológicas. Una región hidrológica es la agrupación de varias cuencas hidrológicas con niveles de escurrimiento superficial muy similares. Dentro de la superficie de la Región Ecológica se encuentran ubicadas corrientes de agua intermitentes.

Derivado del análisis de la información vectorial escala 1:50,000 del INEGI, de la red hidrográfica y cuerpos de agua de la subcuenca donde se ubica el área de estudio, no se caracterizan cuerpos de agua permanentes o intermitentes, de manera artificial o natural. Los rasgos hidrológicos más significativos son escurrimientos de primero y segundo orden en cuenca hidrográfica.

CONSULTA PÚBLICA

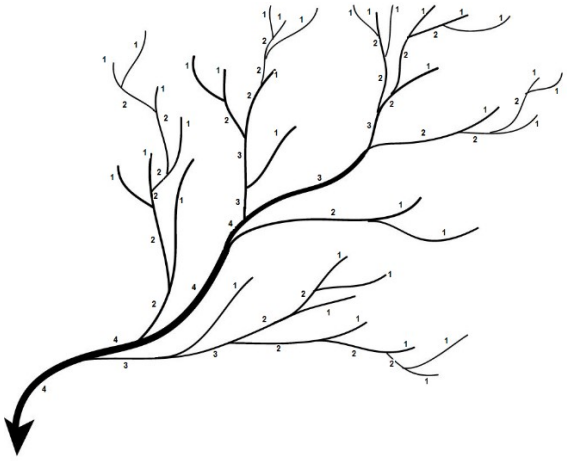


*Ilustración **17**. Ordenes de drenaje en una red hidrológica*

El orden de drenaje es la clasificación de los escurrimientos jerárquico, que se basa en el número de ramales que forma una red de drenaje y con ello el grado de ramificación de una cuenca, como se indica en el párrafo anterior en la Región Ecológica los rasgos hidrográficos más importantes son escurrimientos de primer orden, son aquellos que no tiene afluentes, mientras que los de segundo orden se forman cuando se unen los escurrimientos de segundo orden.

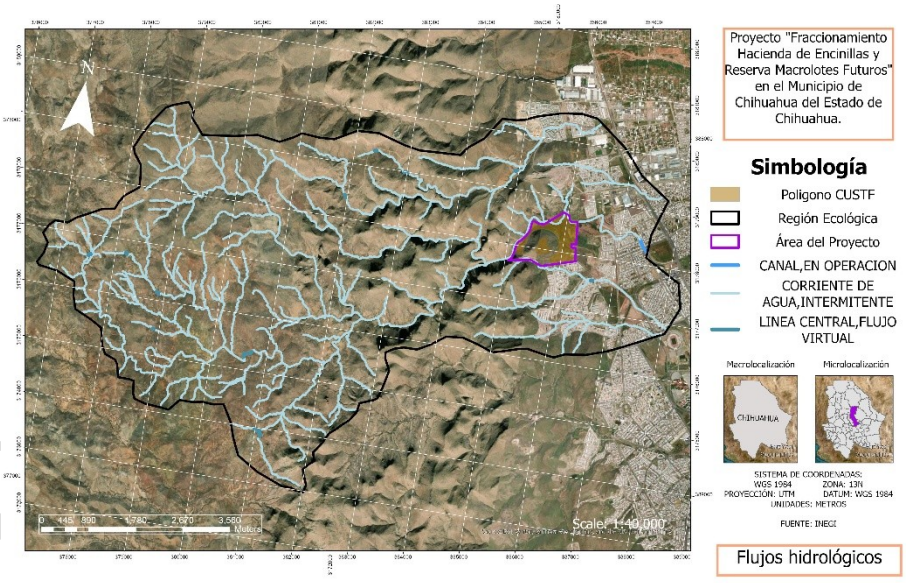


*Ilustración **18**. Hidrología superficial*

Dentro de la unidad hidrológica se identifica una red integrada por numerosos cauces clasificados como corrientes de agua intermitentes, los cuales permanecen secos durante gran parte del año y presentan flujo principalmente durante la temporada de lluvias o en respuesta a eventos de precipitación de corta duración e intensidad elevada.

La red hidrográfica presenta un patrón predominantemente dendrítico a subdendrítico, caracterizado por la incorporación de cauces menores a corrientes

de mayor jerarquía. Esta configuración indica que el escurrimiento superficial es controlado principalmente por la pendiente natural del terreno, la presencia de lomeríos, cañadas y depresiones topográficas, así como por las características litológicas y edafológicas de la cuenca.

Los escurrimientos de menor orden se originan en las partes topográficamente elevadas de la Región Ecológica y descienden hacia las zonas bajas, donde convergen y forman cauces de mayor longitud y capacidad de concentración.

La abundancia de ramificaciones indica que la Región Ecológica dispone de múltiples vías naturales para captar y conducir el agua de lluvia. Durante precipitaciones ordinarias, una parte del agua puede infiltrarse o retenerse temporalmente en el suelo y la vegetación; mientras que, durante lluvias intensas, los cauces intermitentes funcionan como las principales rutas de evacuación del escurrimiento superficial.

En los límites oriental y nororiental de la Región Ecológica se observa una mayor presencia de superficies urbanizadas y vías de comunicación. Estas áreas representan sectores con mayor grado de modificación del terreno y menor permeabilidad respecto de las superficies con vegetación natural ubicadas principalmente hacia las zonas occidental, central y sur de la cuenca. Esta diferencia en la cobertura del suelo puede ocasionar variaciones internas en la respuesta hidrológica, ya que los sectores urbanizados tienden a generar escurrimientos más rápidos, mientras que las áreas con vegetación favorecen la retención, infiltración y regulación del agua pluvial.

En función de la proporción de superficie involucrada, del carácter intermitente de la red de drenaje, de la conservación de la continuidad hidráulica de los cauces y de la aplicación de medidas de manejo de escurrimientos y conservación de suelos, se considera que el proyecto es ambientalmente viable respecto del funcionamiento de la Región Ecológica. No obstante, esta viabilidad queda condicionada al cumplimiento de las medidas propuestas y al seguimiento de su efectividad durante las etapas de preparación del sitio, urbanización y estabilización de las superficies intervenidas.

III.1.5.1. Estimación del Balance hídrico en la Región Ecológica

Cabe mencionar que debido a que la superficie de la Región Ecológica presenta varios usos de suelo de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación 1:250,000 del INEGI Serie VII (Desprovisto de vegetación, Asentamientos humanos, bosque de encino, pastizal natural y matorral desértico microfilo) y con la finalidad de obtener un análisis realista y comparativo entre el área propuesta para CUSTF y la Región Ecológica, solo se tomó en cuenta la superficie de la Región Ecológica que sustenta la misma vegetación que el área propuesta para CUSTF. (Ver Anexo 6)

CONSULTA PÚBLICA

La fórmula que se utilizó para desarrollar el cálculo del balance hídrico de la Región Ecológica es la siguiente:

$$BH = P - (Eva + Esc + Inf)$$

Dónde:
BH = Balance Hídrico
P = Precipitación (volumen precipitado)
Eva = Evapotranspiración
Esc = Escurrimiento superficial
Inf = Infiltración

Volumen de agua precipitado (P)
El volumen de agua que precipita a nivel Región Ecológica se estima con la precipitación media anual y con la superficie del mismo, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (ha)	Área (m^2)	Volumen precipitado (m^3/año)
370.1	0.3701	3,263.241443	32,632,414.43	12,077,256.5805

*Tabla **35**. Volumen precipitado*

Evapotranspiración (Eva)
Este modelo se obtuvo utilizando la fórmula empírica de Turc, 1961 (en Custodio y Llamas, 2001). La cual fue ligeramente modificada en el factor constante, para corresponder con las características de esta región (aprox. 80% de la precipitación total, valor considerado a partir del estudio de Fikos et al., 2005). En la fórmula original de Turc para el cálculo de la evapotranspiración, si se utilizan precipitaciones bajas y temperaturas relativamente altas, la resultante de evapotranspiración es demasiado elevada, casi igual a la precipitación total. La fórmula incluye valores de precipitación y temperatura. El cálculo para obtener el modelo de evapotranspiración se realizó de acuerdo con la fórmula:

$$ETR = \frac{P}{(1.5 + (P/L)^2)0.5}$$

Dónde:

P = Precipitación en mm (370.1 mm)

L = 300 + 25 T + 0.05 T^3

T = Temperatura en °C (19.5°C)

Para el desarrollo de la fórmula anterior, se desglosa a continuación la fórmula para obtener el resultado de la variable L, considerando una (T) temperatura de 14.4°C, de la cual se despliega la siguiente fórmula:

L = 300 + 25 * T + 0.05 T^3

CONSULTA PÚBLICA

$$L = 300 + 25 * (19.5) + 0.05 (19.5)^3$$

$$L = 1158.24375$$

Teniendo en cuenta el valor de L, se desarrolla la metodología empleada para el cálculo de Evapotranspiración, el cual queda de la siguiente manera:

Datos:

Superficie Región Ecológica: 3263.241443 ha.

$$ETR = \frac{370.1}{(1.5+(370.1/1158.24375)^2)^{0.5}}$$

$$ETR = 292.3976 \text{ mm/año}$$

Evapotranspiración: 0.2924 m * 32,632,414.43 m^2

Evapotranspiración: 9,541,641.2664 m^3

Escurrimiento (Esc)

El volumen de escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración. Existen otros tipos de escurrimiento, los cuales se citan a continuación. Escurrimiento en canales: la porción de la precipitación que cae directamente en las corrientes de agua. El escurrimiento subsuperficial: la porción de la precipitación que después de infiltrarse, se mueve en el perfil del suelo y aparece más tarde como manantiales y en canales. El escurrimiento subterráneo: se define como la circulación de las aguas subterráneas hacia las corrientes y cuerpos de agua (Becerra, 1999).

El escurrimiento es definido como la cantidad de agua que fluye en la superficie dada en m^3/seg. Es el volumen medio anual de agua en forma natural, proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca (Sánchez *et al.* 2007). El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento.

El volumen medio anual de escurrimiento natural se utilizó el método de precipitación-escurrimiento, procedimiento que marca la NOM-011-CNA-2015 "Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales" en donde señala que para los casos en que no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa se puede utilizar este método indirecto.

El coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y el uso del suelo con apoyo de los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo. En la siguiente tabla se observan los

CONSULTA PUBLICA

valores de K, en función del tipo y usos de suelo, de acuerdo con el articulo llamado "Evaluación de los recursos hídricos, elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas" del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe, en la página 36 y 37, tabla de Solis *et al.*, 2005 (https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000228100&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_65259ffe-6384-41d6-b1d9-5a2abb9d5d4d%3F_%3D228100spa.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000228100/PDF/228100spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A81%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C0%2C842%2Cnull%5D).

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Agricultura de humedad	0.24	0.27	0.30
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	0.24	0.27	0.30
Agricultura de temporal con cultivos anuales	0.24	0.27	0.30
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	0.24	0.27	0.30
Área sin vegetación aparente	0.26	0.28	0.30
Asentamiento humano	0.26	0.29	0.32
Bosque de encino	0.07	0.16	0.24
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de oyamel (incluye cedro)	0.07	0.16	0.24
Bosque de oyamel (incluye cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	0.07	0.16	0.24
Bosque mesófilo de montaña	0.07	0.16	0.24
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Matorral crasicaule	0.22	0.28	0.30
Matorral subtropical	0.22	0.28	0.30
Matorral subtropical con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.22	0.28	0.30
Mezquital (incluye huizache)	0.22	0.28	0.30
Pastizal cultivado	0.14	0.20	0.28
Pastizal inducido	0.14	0.20	0.28
Pradera de alta montaña	0.14	0.20	0.28
Riego suspendido	0.24	0.28	0.30
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Vegetación halofila y gipsofila	0.05	0.05	0.05

Fuente: Solís *et al.*, 2005.

*Tabla **36**. Tipo y Usos de Suelo*

Para el valor de K resulto un valor de 0.28, siendo mayor que 0.15 se aplicó la siguiente fórmula para el coeficiente de escurrimiento marcada por la Norma.

$$Ce = K(P-250)/2000 + (k-0.15)/1.5$$

Dónde:
Ce= Coeficiente de escurrimiento
K= Es el valor determinado por el tipo y uso de suelo
P= Precipitación media del área (mm)

CONSULTA PÚBLICA

Ce= 0.28(370.1-250) /2000 + (0.28-0.15) /1.5
Ce= 0.1035

El resultado del coeficiente de escurrimiento fue de 0.1035, de esta manera fue posible calcular el escurrimiento medio con la siguiente formula:

$$Vm=A*Ce*Pm$$

Dónde:
Vm = Escurrimiento medio anual (m^3)
A = Área (m^2)
Ce = Coeficiente de escurrimiento anual.
Pm = Precipitación anual (m).

Vm= (32,632,414.43 m^2) (0.1035) (0.3701 m)
Vm= 1,249,762.5625 m^3/año

El volumen medio de agua que escurre en la Región Ecológica es de 1,249,762.5625 m^3/año.

Infiltración (recarga)

La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.

La infiltración fue calculada a partir de la diferencia entre la precipitación total, el volumen evapotranspirado y por último se restó el volumen medio de escurrimiento.

$$Inf = P - ET - Vm$$

Dónde:
Inf= Infiltración
P = precipitación total (m^3)
ET = evapotranspiración (m^3)
Vm = volumen de escurrimiento (m^3)

Inf = (12,077,256.5805 m^3) - (9,541,641.2664 m^3) - (1,249,762.5625 m^3)
Inf = 1,285,852.7516 m^3/año

De acuerdo con los cálculos desarrollados los resultados obtenidos, se estima que la infiltración es el 11% del agua precipitada anualmente, observando el volumen de escurrimiento corresponde al 10%, mientras que la evapotranspiración equivale al 79%.

Concepto	RE	
	Volumen m^3	%
Volumen precipitado	12,077,256.5805	100.00
Evapotranspiración	9,541,641.2664	79

CONSULTA PUBLICA

Escurrimiento	1,249,762.5625	10
Infiltración	1,285,852.7516	11

*Tabla **37**. Balance Hídrico*

El volumen anual de infiltración estimado para la Región Ecológica, bajo las condiciones actuales, asciende a 1,285,852.7516 m³. En la superficie propuesta para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, la infiltración bajo el escenario sin proyecto se estimó en 19,492.3991 m³ anuales, mientras que para el escenario con proyecto se calculó un volumen de 14,170.4899 m³ anuales.

La diferencia entre ambos escenarios corresponde a una disminución estimada de la infiltración de 5,321.9092 m³ anuales, equivalente al 27.30 % de la infiltración que actualmente ocurre dentro del área propuesta para CUSTF. Sin embargo, al relacionar esta disminución con el volumen total de infiltración estimado para la Región Ecológica, representa aproximadamente el 0.41 %. En consecuencia, el proyecto ocasionará una modificación localizada de la capacidad de infiltración dentro del polígono sujeto a cambio de uso de suelo, pero su incidencia proporcional respecto del funcionamiento hidrológico integral de la Región Ecológica será reducida.

Debe señalarse que el volumen de infiltración calculado representa el agua que potencialmente ingresa al suelo y no necesariamente la totalidad del volumen que alcanza directamente el acuífero, debido a que durante su tránsito puede permanecer almacenada en los horizontes superficiales, ser aprovechada por la vegetación, evaporarse o desplazarse lateralmente. Por esta razón, la disminución calculada se interpreta como una modificación de la contribución potencial del área del proyecto a los procesos de recarga, y no como una reducción directa y equivalente del volumen almacenado en el acuífero.

Con el propósito de reducir esta modificación, el proyecto deberá mantener superficies permeables en áreas verdes y espacios no ocupados por infraestructura, además de aplicar obras y prácticas de conservación de suelos orientadas a disminuir la velocidad del escurrimiento, retener sedimentos y favorecer la infiltración. Las características y ubicación definitiva de estas medidas se desarrollan en el apartado correspondiente a las medidas de prevención y mitigación ambiental.

A partir de los resultados anteriores, resulta necesario analizar las características de la unidad hidrogeológica en la que se localiza el proyecto, considerando la delimitación del acuífero, sus materiales geológicos, condiciones de permeabilidad, zonas potenciales de recarga, dirección regional del flujo subterráneo, disponibilidad de agua y posibles condiciones de vulnerabilidad.

III.1.5.2. Estimación del Balance hídrico en el área CUSTF

El polígono sujeto a cambio de uso de suelo tiene una superficie total de **49.467876 hectáreas,** el tipo de vegetación existente de acuerdo de acuerdo con

CONSULTA PÚBLICA

la carta de uso de suelo y vegetación 1: 250,000 INEGI serie VII y a lo observado en la visita técnica corresponde a Matorral desértico microfilo (MDM).

Para el cálculo de la precipitación total del área se utilizarán los valores de precipitación y temperatura media anual de la estación meteorológica mencionada en el capítulo III del presente estudio indica un **promedio anual** de **370.1 mm** y una **temperatura de 19.5 °C**

Cabe mencionar que a partir de un estudio del balance hídrico es posible hacer una evaluación cuantitativa de los recursos de agua y sus modificaciones por influencia de las actividades del hombre.

Por lo cual la ecuación de Balance Hidrológico es una expresión muy simple, aunque la cuantificación de sus términos es normalmente complicada por la falta de medidas directas y por la variación espacial de la evapotranspiración, de las pérdidas profundas (en acuíferos) y de las variaciones del agua almacenada en la cuenca (Llorens, 2003). En general podemos afirmar que: Del agua que cae en un determinado sitio (precipitación = PP) Parte vuelve a la atmósfera ya sea por evaporación directa o por transpiración de la vegetación (evapotranspiración = ET); Otra parte escurre por la superficie de la cuenca (escorrentía superficial = Esc). Este escurrimiento, fluye a través de la red de drenaje hasta alcanzar los cauces principales y finalmente el mar, y el resto se infiltra en el terreno y se incorpora al sistema de aguas subterráneas o acuífero (infiltración = I).

A continuación, se desarrolla la metodología utilizada mediante el método de TURC, para la obtención de todas y cada y cada una de las variables utilizadas para determinar la infiltración

Volumen de agua precipitado (P)

El volumen de agua que precipita en el área propuesta para CUSTF se estima con la precipitación media anual y con la superficie del mismo, para lo cual se ha determinado que el valor de la precipitación corresponde a:

Precipitación (mm)	Precipitación (m)	Área (ha)	Área (m^2)	Volumen precipitado (m^3/año)
370.1	0.3701	49.467876	494,678.76	183,080.6091

*Tabla **38**. Volumen precipitado*

Evapotranspiración (Eva)

Este modelo se obtuvo utilizando la fórmula empírica de Turc, 1961 (en Custodio y Llamas, 2001). La cual fue ligeramente modificada en el factor constante, para corresponder con las características de esta región (aprox. 80% de la precipitación total, valor considerado a partir del estudio de Fikos et al., 2005). En la fórmula original de Turc para el cálculo de la evapotranspiración, si se utilizan precipitaciones bajas y temperaturas relativamente altas, la resultante de evapotranspiración es demasiado elevada, casi igual a la precipitación total. La

CONSULTA PÚBLICA

fórmula incluye valores de precipitación y temperatura. El cálculo para obtener el modelo de evapotranspiración se realizó de acuerdo con la fórmula:

$$ETR = \frac{P}{(1.5 + (P/L)^2)0.5}$$

Dónde:
P = Precipitación en mm (370.1 mm)
L = 300 + 25 T + 0.05 T^3
T = Temperatura en °C (19.5°C)
Para el desarrollo de la fórmula anterior, se desglosa a continuación la fórmula para obtener el resultado de la variable L, considerando una (T) temperatura de 17.7°C, de la cual se despliega la siguiente fórmula:

L = 300 + 25 * T + 0.05 T^3
L = 300 + 25 * (19.5) + 0.05 $(19.5)^3$
L = 1158.24375

Teniendo en cuenta el valor de L, se desarrolla la metodología empleada para el cálculo de Evapotranspiración, el cual queda de la siguiente manera:
Datos:
Superficie CUSTF: 49.467876 ha.

$$ETR = \frac{370.1}{(1.5 + 370.1/1158.24375¿¿¿2)^{0.5}}$$
$$ETR = 292.3976 \text{ mm/año}$$

Evapotranspiración = 0.2924 m * 494,678.76 m^2
Evapotranspiración = 144,642.9065

Escurrimiento (Esc)

El volumen de escurrimiento superficial es la porción de la lluvia que fluye sobre la superficie del suelo a través de los canales hacia las corrientes mayores. Este fenómeno ocurre cuando la intensidad de precipitación es mayor que la evaporación y de la infiltración. Existen otros tipos de escurrimiento, los cuales se citan a continuación. Escurrimiento en canales: la porción de la precipitación que cae directamente en las corrientes de agua. El escurrimiento subsuperficial: la porción de la precipitación que después de infiltrarse, se mueve en el perfil del suelo y aparece más tarde como manantiales y en canales. El escurrimiento subterráneo: se define como la circulación de las aguas subterráneas hacia las corrientes y cuerpos de agua (Becerra, 1999).

El escurrimiento es definido como la cantidad de agua que fluye en la superficie dada en m^3/seg. Es el volumen medio anual de agua en forma natural, proviene de una cuenca hidrológica ubicada aguas arriba de la cuenca (Sánchez *et al.* 2007). El cálculo del escurrimiento medio nos indica el volumen de agua que se puede almacenar o retener con base a la cantidad de agua que se pierde por escurrimiento.

El volumen medio anual de escurrimiento natural se utilizó el método de precipitación-escurrimiento, procedimiento que marca la NOM-011-CNA-2015 "Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales" en donde señala que para los casos en que

CONSULTA PÚBLICA

no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa se puede utilizar este método indirecto.

El coeficiente de escurrimiento se determinó en función del tipo y el uso del suelo con apoyo de los servicios del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y de visitas de campo. En la siguiente tabla se observan los valores de K, en función del tipo y usos de suelo, de acuerdo con el articulo llamado "Evaluación de los recursos hídricos, elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas" del Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe, en la página 36 y 37, tabla de Solis *et al.*, 2005 (https://unesdoc.unesco.org/in/documentViewer.xhtml?v=2.1.196&id=p::usmarcdef_0000228100&file=/in/rest/annotationSVC/DownloadWatermarkedAttachment/attach_import_65259ffe-6384-41d6-b1d9-5a2abb9d5d4d%3F_%3D228100spa.pdf&locale=en&multi=true&ark=/ark:/48223/pf0000228100/PDF/228100spa.pdf#%5B%7B%22num%22%3A81%2C%22gen%22%3A0%7D%2C%7B%22name%22%3A%22XYZ%22%7D%2C0%2C842%2Cnull%5D).

Uso de suelo	Tipo de suelo		
	A	B	C
Agricultura de humedad	0.24	0.27	0.30
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	0.24	0.27	0.30
Agricultura de temporal con cultivos anuales	0.24	0.27	0.30
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	0.24	0.27	0.30
Área sin vegetación aparente	0.26	0.28	0.30
Asentamiento humano	0.26	0.29	0.32
Bosque de encino	0.07	0.16	0.24
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de oyamel (incluye cedro)	0.07	0.16	0.24
Bosque de oyamel (incluye cedro) con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	0.07	0.16	0.24
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	0.07	0.16	0.24
Bosque mesófilo de montaña	0.07	0.16	0.24
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.07	0.16	0.24
Matorral crasicaule	0.22	0.28	0.30
Matorral subtropical	0.22	0.28	0.30
Matorral subtropical con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.22	0.28	0.30
Mezquital (incluye huizache)	0.22	0.28	0.30
Pastizal cultivado	0.14	0.20	0.28
Pastizal inducido	0.14	0.20	0.28
Pradera de alta montaña	0.14	0.20	0.28
Riego suspendido	0.24	0.28	0.30
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	0.17	0.26	0.28
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	0.17	0.26	0.28
Vegetación halofila y gipsofila	0.05	0.05	0.05

Fuente: Solis *et al.*, 2005.

*Tabla **39**. Tipo y Usos de Suelo*

Para dicho valor de K sin el cambio de uso del suelo en terrenos forestales se consideró el establecido para un tipo de suelo B mediamente resultando un valor de **K igual a 0.28**, correspondiente a un uso de suelo de Matorral que se localiza en el área del CUSTF y ejecutado el CUSTF se consideró un valor de **K igual a 0.32**, adecuado a un uso de suelo de área sin vegetación aparente.

Se aplicó la siguiente fórmula para el coeficiente de escurrimiento **SIN CUSTF:**

$$Ce = K(P-250)/2000 + (k-0.15)/1.5$$

Donde:
K= Es el valor determinado por el tipo y uso de suelo
P= Precipitación media del área (mm)

COPIA PÚBLICA

El coeficiente de escurrimiento para el área **SIN CUSTF**, se calculó con la misma fórmula, pero sus valores fueron de la siguiente manera:

Ce=0.28(370.1-250) /2000+(0.28+0.15) /1.5

Ce= 0.1035

El coeficiente de escurrimiento para el área **CON CUSTF**, se calculó con la misma fórmula, pero sus valores fueron de la siguiente manera:

Ce=0.30(370.1-250) /2000+(0.32+0.15) /1.5

Ce= 0.1325

El valor del coeficiente de escurrimiento sin el CUSTF corresponde a 0.1035 y con el CUSTF de 0.1325.

Obteniendo los datos anteriores del coeficiente de escurrimiento fue posible calcular el volumen medio de escurrimiento con la siguiente formula:

Vm=A*Ce*Pm

Dónde:
Vm = Escurrimiento medio anual (m^3)
A = Área (m^2)
Ce = Coeficiente de escurrimiento anual.
Pm = Precipitación anual (m).

Volumen medio de área **SIN CUSTF:**

Vm= 494678.76 m^2 * 0.1035 * 0.3701 m

Vm= 18,945.3035 m^3/año

Volumen medio de área **CON CUSTF:**

Vm= 494678.76 m^2 * 0.1325 * 0.3701 m

Vm= 24,267.2127 m^3/año

De este modo en el área sujeto al CUSTF el volumen medio de agua que escurre es de 18,945.3035 m^3/año, al considerar el desmonte de la vegetación se estima que el escurrimiento medio sea de 24,267.2127 m^3/año.

Infiltración (recarga)
La infiltración es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos.
La infiltración fue calculada a partir de la diferencia entre la precipitación total, el volumen evapotranspirado y por último se restó el volumen medio de escurrimiento.

CONSULTA PUBLICA

$$Inf = P - ET - Vm$$

Dónde:
Inf= Infiltración
P = precipitación total (m^3)
ET = evapotranspiración (m^3)
Vm = volumen de escurrimiento (m^3)

Infiltración **SIN CUSTF:**

Inf = 183,080.6091 m^3 –144,642.9065 m^3 – 18,945.3035 m^3

Inf= 19,492.3991 m^3

Infiltración **CON CUSTF:**

Inf = 183,080.6091 m^3 –144,642.9065 m^3 – 24,267.2127 m^3

Inf= 14,170.4899 m^3

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos a nivel proyecto con y sin cambio de uso de suelo.

SIN CUSTF			
VARIABLE	**m3**	**mm**	**Porcentaje**
Precipitación	183,080.6091	370.1000	100
Evapotranspiración	144,642.9065	292.3976	79
Escurrimiento	18,945.3035	38.2982	10
Infiltración	19,492.3991	39.4042	11
CON CUSTF			
VARIABLE	**m3**	**mm**	**Porcentaje**
Precipitación	183,080.61	370.1000	100
Evapotranspiración	144,642.91	292.3976	79
Escurrimiento	24,267.21	49.0565	13
Infiltración	14,170.49	28.6458	8

*Tabla **40**. Balance Hídrico del área CUSTF*

Hidrología subterránea

Del volumen llovido en una zona dada, una parte se infiltra en el subsuelo recargando a los acuíferos en un cierto grado, lo cual depende de las condiciones climatológicas del lugar. Dentro de la Región Ecológica se encuentra el acuífero Chihuahua-Sacramento.

Acuífero Chihuahua–Sacramento

De acuerdo con la cartografía consultada y elaborada para el presente estudio, la Cuenca Hidrológico-Forestal y la superficie propuesta para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se encuentran comprendidas dentro del acuífero Chihuahua–Sacramento, definido por la Comisión Nacional del Agua con la clave 0830.

CONSULTA PÚBLICA

El acuífero se localiza en la porción central del estado de Chihuahua, cubre una superficie aproximada de 1,889 km² y comprende parcialmente los municipios de Chihuahua y Riva Palacio. Limita al norte con el acuífero El Sauz–Encinillas, al este con Tabalaopa–Aldama, al sur con Villalba y al oeste y suroeste con Alto Río San Pedro.

Administrativamente, el acuífero pertenece al Organismo de Cuenca Río Bravo y se encuentra bajo la jurisdicción de la Dirección Local Chihuahua de la CONAGUA. Dentro de su superficie existen diferentes decretos de veda para el alumbramiento de aguas subterráneas, entre ellos el aplicable a terrenos que ocupa y circundan la ciudad de Chihuahua; asimismo, de acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua de 2024, se clasifica como zona de disponibilidad 1. La aplicación concreta de alguno de los decretos de veda al área del proyecto deberá determinarse mediante la superposición del polígono de CUSTF con la delimitación oficial de dichas zonas, debido a que el límite administrativo del acuífero no coincide necesariamente con los límites particulares de las vedas.

- Geología del subsuelo y funcionamiento hidrogeológico

El acuífero Chihuahua–Sacramento se encuentra emplazado en una cuenca tectónica conocida como Fosa Chihuahua, orientada aproximadamente en dirección nor-noroeste–sur-sureste. Esta depresión representa la prolongación meridional de la fosa Sauz–Encinillas y se encuentra limitada al oeste por el bloque tectónico Mogote–La Haciendita y al este por el bloque Sacramento. La cuenca está rellena por sedimentos clásticos aluviales de granulometría variable y su espesor probablemente supera los 600 m en algunos sectores, ya que existen pozos de hasta 400 m de profundidad que no alcanzan el basamento calcáreo-volcánico.

Los materiales que conforman el relleno incluyen grandes espesores de arenas, gravas y conglomerados parcialmente consolidados, los cuales presentan, en términos generales, una permeabilidad media a alta. Sin embargo, existen variaciones laterales y verticales ocasionadas por la presencia de limos y arcillas de menor permeabilidad. CONAGUA infiere una mayor concentración de sedimentos finos hacia la margen oriental del valle, mientras que el espesor del relleno aluvial disminuye hacia las estribaciones de las sierras y hacia los sectores occidental y meridional del acuífero.

Considerando que el polígono del proyecto se encuentra en el sector oriental de la Región Ecológica, la posible presencia regional de materiales finos resulta relevante porque estos pueden reducir la velocidad de infiltración vertical. No obstante, esta característica no debe atribuirse directamente al predio sin contar con perfiles edafológicos, estudios geotécnicos o cortes litológicos locales que confirmen su presencia y espesor.

CONSULTA PÚBLICA

El basamento y las principales fronteras al flujo subterráneo están constituidos por ignimbritas riolíticas compactas y rocas volcánicas predominantemente andesíticas. En condiciones masivas, estas unidades presentan baja permeabilidad; sin embargo, cuando se encuentran fracturadas pueden permitir la infiltración del agua y funcionar como zonas de recarga en las sierras que limitan el valle. A mayor profundidad se presentan rocas calizas cretácicas con permeabilidad secundaria asociada al fracturamiento.

- Tipo de acuífero y parámetros hidráulicos

Con base en las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas, el acuífero Chihuahua–Sacramento se clasifica como un sistema de tipo libre a semiconfinado, heterogéneo y anisótropo, desarrollado conjuntamente en un medio granular y un medio fracturado. Ambos medios conforman una sola unidad hidrogeológica, cuyo espesor estimado varía entre 350 y 750 m; localmente se presentan condiciones de confinamiento que pueden ocasionar artesianismo.

El medio granular corresponde a los depósitos aluviales que rellenan el valle y presenta espesores aproximados de 150 m en la porción sur y hasta 460 m en el extremo norte. El medio fracturado está formado principalmente por rocas volcánicas félsicas, con espesores estimados de entre 250 y 550 m en las zonas de recarga. A mayor profundidad, las calizas presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento, aunque esta unidad profunda no ha sido suficientemente explorada.

Las pruebas de bombeo efectuadas durante el estudio hidrogeológico de 2009 determinaron valores de transmisividad comprendidos entre 5 y 1,200 m²/día, con un promedio de 433 m²/día. La conductividad hidráulica varía entre 0.04 y 8.8 m/día, mientras que el rendimiento específico se estimó entre 0.10 y 0.16, con un valor promedio de 0.13. La amplitud de estos intervalos confirma el carácter heterogéneo del acuífero, derivado de la combinación de materiales granulares de diferente tamaño y rocas con distintos grados de fracturamiento.

- Profundidad y comportamiento del agua subterránea

La información piezométrica regional disponible procede de una red de 23 pozos monitoreados en 2005 y 2009. Para el año 2009, la profundidad al nivel estático variaba, en términos generales, entre 20 y 100 m. Los niveles menos profundos se registraron hacia la porción norte, en la zona de Sacramento, y al este de la ciudad de Chihuahua; mientras que los niveles más profundos se presentaron dentro de la ciudad, debido a la concentración del bombeo, y hacia el límite occidental del acuífero por efecto de la elevación topográfica.

La elevación del nivel estático variaba entre aproximadamente 1,680 y 1,380 metros sobre el nivel del mar. La configuración piezométrica muestra conos de abatimiento en la colonia Sacramento y en la ciudad de Chihuahua, asociados a la extracción de agua subterránea. En el sector urbano, la disminución de las

CONSULTA PÚBLICA

elevaciones piezométricas ha modificado el patrón regional de flujo e interceptado las salidas subterráneas que anteriormente se dirigían hacia el acuífero Tabalaopa–Aldama.

Para el periodo 2005–2009 se estimaron abatimientos medios anuales de entre 1 y 1.5 m, con valores locales de hasta 5 m en la colonia Sacramento. Estos resultados reflejan presión sobre el almacenamiento subterráneo en las zonas con mayor concentración de aprovechamientos.

Debe precisarse que estos valores representan condiciones regionales obtenidas con información piezométrica de 2005 y 2009, por lo que no corresponden necesariamente a la profundidad actual del agua subterránea en el predio. En ausencia de un pozo de observación o estudio geofísico específico, no es técnicamente procedente asignar al área de CUSTF una profundidad puntual al nivel estático.

- Mecanismos de recarga

La recarga del acuífero se produce por tres mecanismos principales:

1. La infiltración vertical del agua de lluvia y de los escurrimientos superficiales sobre el valle.
2. Las entradas subterráneas horizontales procedentes de las zonas montañosas y piedemontes.
3. La recarga inducida por retornos de riego y pérdidas de la red de distribución de agua potable.

Una fracción de la precipitación que ocurre en las partes topográficamente altas se infiltra a través de las fracturas de las rocas y del piedemonte, desplazándose posteriormente como flujo subterráneo hacia la zona de explotación. Por ello, las sierras y unidades fracturadas constituyen componentes importantes del sistema regional de recarga, mientras que en el valle también se presenta infiltración directa de la lluvia y de los escurrimientos.

Para el balance realizado por CONAGUA se estimaron 33.0 hm^3 anuales de entradas por flujo subterráneo horizontal y 6.5 hm^3 anuales de recarga inducida, esta última integrada por retornos de riego y por infiltración de fugas de la red de agua potable.

La recarga vertical asociada a la lluvia y a la infiltración de escurrimientos fue estimada en 17.1 hm^3 anuales. Sumando la recarga vertical, las entradas horizontales y la recarga inducida, la recarga total media anual del acuífero asciende a 56.6 hm^3 anuales.

- Calidad del agua subterránea

La caracterización hidrogeoquímica se basó en 73 muestras de agua subterránea, en las que se analizaron iones mayoritarios, hierro, manganeso, arsénico, fluoruros, conductividad eléctrica, pH, dureza y sólidos totales disueltos.

CONSULTA PÚBLICA

En términos generales, las concentraciones de sólidos totales disueltos fueron inferiores a 500 mg/L, y aumentaron desde las estribaciones de las sierras hacia el centro del acuífero. No obstante, se registraron concentraciones elevadas de fluoruros, de hasta 4 mg/L, en el norte de la ciudad de Chihuahua, mientras que las concentraciones de arsénico fueron inferiores a 0.02 mg/L. Estos datos corresponden a una caracterización regional y no sustituyen los análisis de calidad que serían necesarios para un aprovechamiento específico dentro del proyecto.

- Balance y disponibilidad de agua subterránea

El balance de aguas subterráneas elaborado por CONAGUA se planteó para el periodo 2005–2009 y abarcó una superficie de 232 km², correspondiente a la zona con información piezométrica y donde se concentra la mayoría de los aprovechamientos. Por esta razón, sus resultados representan principalmente la porción granular actualmente explotada y no necesariamente la totalidad de los flujos profundos o de las rocas fracturadas del acuífero.

La actualización de disponibilidad establece una recarga total media anual de 56.6 hm³, una descarga natural comprometida de 0.0 hm³ y un volumen de extracción de aguas subterráneas inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua de 122.498960 hm³ anuales, con fecha de corte al 30 de diciembre de 2022. Como resultado, la disponibilidad media anual es de –65.898960 hm³, lo que representa un déficit de 65,898,960 m³ anuales y significa que no existe disponibilidad para otorgar nuevas concesiones de agua subterránea.

Es importante diferenciar el volumen de extracción de 67.2 hm³ anuales, estimado mediante el censo e hidrometría de 2009, del volumen de 122.498960 hm³ anuales utilizado para calcular la disponibilidad. El primero corresponde a la extracción calculada durante el estudio de campo de 2009, mientras que el segundo representa los volúmenes asignados o concesionados inscritos en el REPDA con fecha de corte de diciembre de 2022.

CONSULTA PÚBLICA

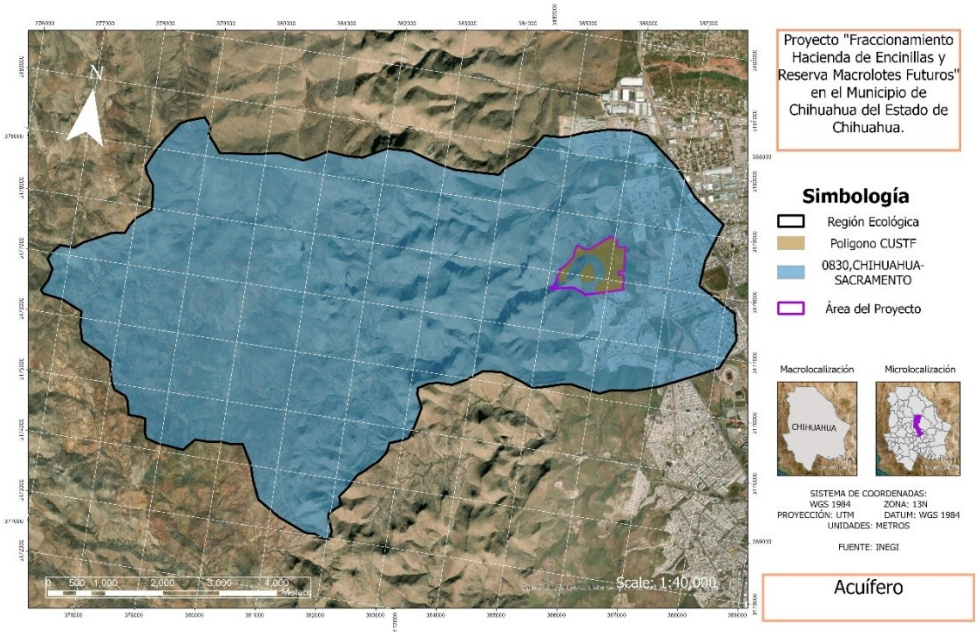


*Ilustración **19**. Hidrología Subterránea*

III.2. Aspectos bióticos de la Región Ecológica

III.2.1. Vegetación

En México convergen comunidades de dos reinos florísticos: el Holártico y el Neotropical, ambas integradas por dos regiones en las que se agrupan 17 provincias fisiográficas (Rzedowski, 1976).

Comunidades vegetales de la Región Ecológica

Para la determinación de los tipos de vegetación presentes en la Región Ecológica, se utilizó el sistema de clasificación de tipos vegetativos del INEGI, que a su vez está basado en el sistema de clasificación de Rzedowski (1976).

Al revisar la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se observa la presencia de diversos usos de suelo dentro del área delimitada como Región Ecológica, sin embargo, solo se toma en cuenta para el análisis el área que presenta la misma vegetación que el área propuesta para el cambio de uso de suelo.

Matorral desértico microfilo

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución en México, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas. Durante la época seca el estrato herbáceo prácticamente desaparece, pero en época de lluvias germina con rapidez, dando un cambio importante a su aspecto.

CONSULTA PÚBLICA

Para el noroeste de Sonora y el este de Baja California, este matorral se compone principalmente de Larrea tridentata y Ambrosia dumosa o Ambrosia deltoidea, que ocupa característicamente las llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales, pero también sube muchas veces las laderas de los cerros. La comunidad, en lo que a la flora se refiere, es muy pobre, sobre todo en especies leñosas, aunque existe un contingente de especies anuales, que no hacen su aparición si no en algunos años.

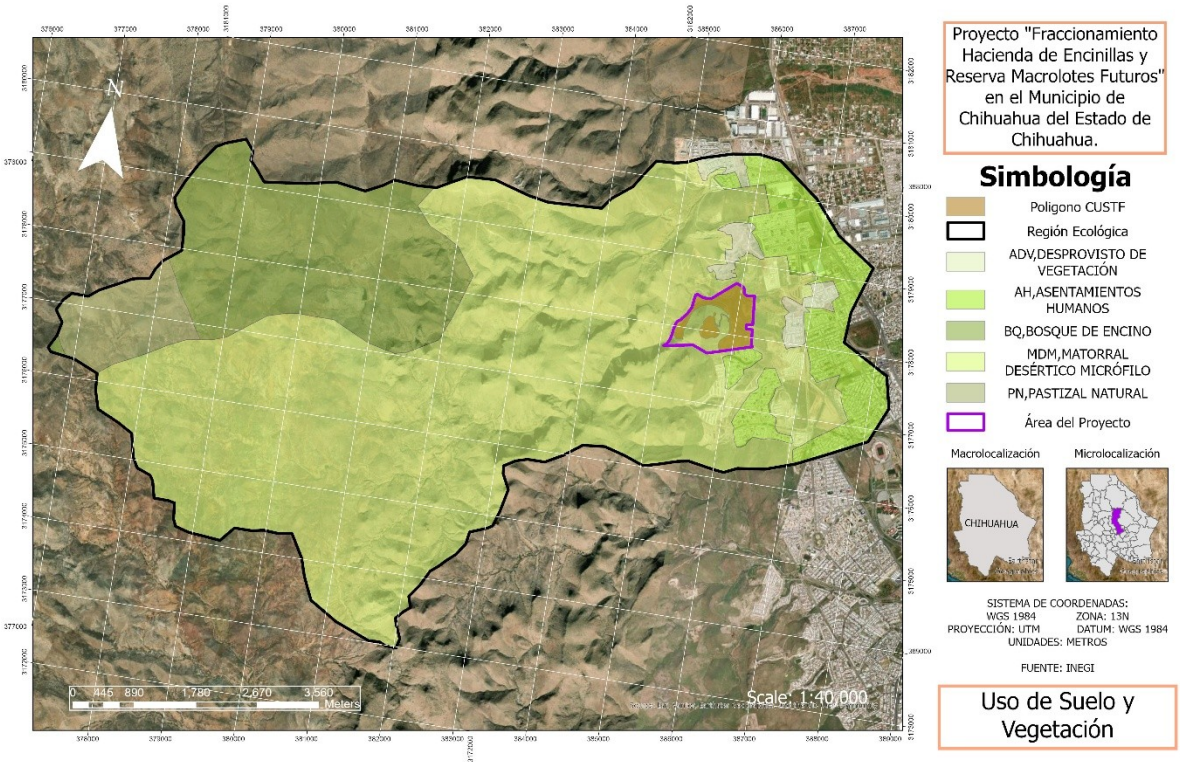


*Ilustración **20**. Uso de Suelo y Vegetación*

III.2.1.2. Caracterización de la vegetación

Con fundamento en el artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en relación con la estimación de los parámetros de biodiversidad presentados en el estudio técnico justificativo del Proyecto, en el Municipio de Chihuahua del Estado de Chihuahua, y con relación a la NOM-059-SEMARNAT-2010 que trata de la 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, y que tiene por objetivo identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma se presenta lo siguiente:

Justificación del uso de fórmulas y modelos
El cambio de uso del suelo en terrenos forestales requiere de estimaciones objetivas en el cálculo de la biodiversidad. Esta información es clave ya que afecta directa o indirectamente a la biodiversidad y que bajo este supuesto no podría ser posible la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) debiéndose demostrar que no se compromete y que no se pone en riesgo la diversidad del ecosistema. Por ello es necesario conocer lo que existe de biodiversidad tanto a nivel Región Ecológica así como a nivel proyecto, representando el ecosistema para el área sujeta a CUSTF cabe resaltar que estos cálculos son indicadores de cómo se encuentra la vegetación actual, y de acuerdo a los lineamientos, criterios y especificaciones de los contenidos en los ETJ, el diseño, distribución, tamaño, forma, intensidad, entre otras estimaciones se presenta en los siguientes numerales, por otra parte, es conveniente realizar un conteo total de las especies encontradas en el área CUSTF en superficies menores a 10 ha (Fuente: criterio para la elaboración de ETJ de CUSTF, 2013).

Tipo, intensidad y tamaño de la muestra
Para determinar la diversidad florística donde la Región Ecológica tiene vegetación del tipo matorral desértico microfilo la cual cuenta con una superficie de 3263.241443 ha, se utilizó un muestreo discrecional. Los sitios de muestreo fueron de forma circular del tamaño de 400 m^2, procediendo a levantar un total de 65 sitios, en estos se realizó el conteo del total de los ejemplares observados dentro considerando todos los estratos.

Equipo utilizado para recolectar la información
El material para llevar a cabo el muestreo en campo incluye: cuerda compensada con medida de 11.33 metros, 1 cámara fotográfica digital, 2 tablas de apoyo y cinta diamétrica forestal.

III.2.1.3. Diversidad de Flora en la Región Ecológica

La información determinada para la diversidad florística dentro de la Región Ecológica se adjunta en el siguiente cuadro, así mismo se indica el estatus de conservación que guarda en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

No.	Nombre Científico	Estatus NOM-059-SEMARNAT-2010
1	*Yucca elata*	"No se encuentra"
2	*Neltuma glandulosa*	"No se encuentra"
3	*Fouquieria splendens*	"No se encuentra"
4	*Mimosa biuncifera*	"No se encuentra"
5	*Parthenium incanum*	"No se encuentra"
6	*Jatropha dioica*	"No se encuentra"
7	*Dasylirion wheeleri*	"No se encuentra"
8	*Echinocactus horizonthalonius*	"No se encuentra"
9	*Cylindropuntia imbrica*	"No se encuentra"
10	*Opuntia sohottii*	"No se encuentra"

CONSULTA PÚBLICA

11	Bouteloua curtipendula	"No se encuentra"
12	*Muhlenbergia rigida*	"No se encuentra"

*Tabla **41**. Inventario de especies de Flora en la Región Ecológica*

Índice de Riqueza de especies de Margalef

Es una medida simple de riqueza de especies y se calcula mediante la siguiente fórmula (Margalef, 1958):

$$D_{mg}=\frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Dónde:

***S* =** Número de especies recolectadas en una muestra,
***N* =** Número total de individuos sumando todos los de las S especies y
***Ln* =** Es el Logaritmo Natural.

Índice de Diversidad de Shannon – Wiener (H)

El índice de Shannon considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población "indefinidamente grande", esto es, una población efectivamente infinita. Esté se calcula a partir de la siguiente ecuación (Shannon *et a*l., 1949):

$$H=-\sum pi(\ln pi)$$
$$pi=ni/N$$

Dónde:

***ni* =** es la frecuencia de cada especie en una muestra
***N* =** es el número total de individuos en esa muestra.

Valor de Importancia Ecológica (VIE)

Este índice indica la relevancia y nivel de ocupación del sitio de una especie con respecto a los demás, en función de su cuantía, frecuencia, distribución y dimensión de los individuos de dicha especie (Krebs, 1985).

El análisis del valor de importancia de las especies cobra sentido si tenemos presente que el objetivo de medir la biodiversidad es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones a favor de la conservación del taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente.

Los parámetros ecológicos frecuencia, dominancia y densidad relativas, son necesarios para estimar el valor de importancia ecológica de las especies observadas (Franco *et al*., 1989).

Dónde:

Frecuencia $Fr=\frac{Fri}{Ft}*100$

***Fri*=** Número de sitios de muestreo en que aparece una especie,
***Ft*=** Número total de sitios de muestreo.

Dominancia $Dr=\frac{ABi}{ABT}*100$

Dónde:

***ABi*=** área basal de la especie

CONSULTA PUBLICA

		i,ABT= área basal de todas las especies.
Densidad	$Dr = \frac{NAi}{NAT} * 100$	**Dónde:** ***NAi=*** número de individuos de la especie *i,* ***NAT=*** número de árboles de las especies presentes.

CONSULTA PUBLICA

Resultados de los Índices – VIE de Flora a nivel Región Ecológica (Ver Anexo 6)
Estrato arbustivo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectárea	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
			Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Yucca elata	24	9	0.0066	0.6590	1	0.0153846	0.709	6.23	0.0015	0.1457	1.5139
Neltuma glandulosa	727	280	0.1996	19.9616	34	0.5230769	24.113	1578.8	0.3693	36.9273	81.0023
Fouquieria splendens	106	41	0.0291	2.9105	8	0.1230769	5.674	228.26	0.0534	5.3389	13.9231
Mimosa biuncifera	1042	401	0.2861	28.6107	32	0.4923077	22.695	1613.4	0.3774	37.7366	89.0422
Dasylirion wheeleri	286	110	0.0785	7.8528	17	0.2615385	12.057	350.92	0.0821	8.2078	28.1174
Jatropha dioica	25	10	0.0069	0.6864	4	0.0615385	2.837	15.82	0.0037	0.3700	3.8933
Parthenium incanum	1432	551	0.3932	39.3191	45	0.6923077	31.915	482	0.1127	11.2737	82.5077
Total	3642	1401	1.0000	100	65	2.1692308	100	4275.43	1.0000	100	300

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Yucca elata	0.0065898	-5.0222344	-0.0330954
Neltuma glandulosa	0.1996156	-1.6113618	-0.3216529
Fouquieria splendens	0.0291049	-3.5368492	-0.1029396
Mimosa biuncifera	0.2861065	-1.251391	-0.3580312
Dasylirion wheeleri	0.0785283	-2.5442964	-0.1997992
Jatropha dioica	0.0068644	-4.9814124	-0.0341942
Parthenium incanum	0.3931906	-0.9334609	-0.367028
Total	1	-19.881006	-1.4167406

Pielou (J') Equidad = H/H	
0.728039782	
H max LN s	
1.945910149	
Indice Margalef	
0.731681596	
Indice de Shannon	
H	**1.4167**

*Tabla **42**. Índices de Biodiversidad estrato arbustivo*

El análisis de diversidad florística muestra que el estrato evaluado se encuentra constituido por siete especies y un total de 3,642 individuos. El índice de Shannon-Wiener presentó un valor de H'=1.4167, respecto de un máximo teórico de H'máx=1.9459, mientras que el índice de equidad de Pielou fue J'=0.7280. Estos resultados indican una diversidad intermedia y una distribución moderadamente equitativa de las abundancias; no obstante, se observa una marcada concentración de individuos en un reducido número de especies.

En particular, *Parthenium incanum*, *Mimosa biuncifera* y *Neltuma glandulosa* concentran conjuntamente aproximadamente el 87.89 % de los individuos registrados, lo que explica que la equidad no alcance valores próximos a la unidad. El índice de Margalef, con un valor de 0.7317, evidencia además una riqueza específica relativamente baja en relación con el elevado número de individuos registrados, debido a que los 3,642 ejemplares se distribuyen únicamente entre siete especies.

Al incorporar la densidad, frecuencia y dominancia mediante el Valor de Importancia Ecológica se observa una diferenciación en la estructura de la comunidad. *Mimosa biuncifera* presentó el mayor IVI, con 89.04, seguida de *Parthenium incanum* con 82.51 y *Neltuma glandulosa* con 81.00. En conjunto, estas especies representan aproximadamente el 84.2 % del valor total del IVI, por lo que constituyen los principales elementos estructurales del estrato.

Aunque *Parthenium incanum* fue la especie numéricamente más abundante, con 39.32 % de los individuos, su dominancia relativa fue de 11.27 %. En contraste, *Mimosa biuncifera* presentó una abundancia relativa de 28.61 %, pero alcanzó la mayor dominancia relativa, con 37.74 %, condición que, aunada a su amplia frecuencia de ocurrencia, le permitió registrar el mayor IVI. De forma similar, *Neltuma glandulosa*, aun cuando representó solamente el 19.96 % de la abundancia, presentó una dominancia relativa de 36.93 % y una frecuencia relativa de 24.11 %, confirmando su elevada relevancia en la configuración estructural de la vegetación.

En términos generales, los resultados indican que la comunidad presenta una riqueza específica limitada y una diversidad intermedia, con una estructura dominada ecológicamente por *Mimosa biuncifera*, *Parthenium incanum* y *Neltuma glandulosa*. Las restantes especies presentan una participación secundaria o baja en términos de densidad, frecuencia y dominancia, aunque contribuyen a incrementar la heterogeneidad florística del estrato.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato cactáceas

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
			Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Echinocactus horizonthalonius	803	309	0.9582	96	37	0.569	69	655.50000	0.983983	98.398307	262.740214
Cylindropuntia imbricata	4	2	0.0048	0	3	0.046	6	1.92000	0.002882	0.288215	6.32109724
Opuntia schottii	31	12	0.0370	4	14	0.215	26	8.75000	0.013135	1.313479	30.9386885
TOTAL	**838**	**322.307692**	**1.0000**	**100**	**65**	**0.83076923**	**100**	**666.17**	**1**	**100**	**300**

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Echinocactus horizonthalonius	0.958234	-0.042663	-0.040882
Cylindropuntia imbricata	0.004773	-5.344724	-0.025512
Opuntia schottii	0.036993	-3.297031	-0.121967
TOTAL	1.000000	**-8.68441802**	**-0.18835985**

Pielou (J') Equidad = H/H	
0.17148907	
H max LN s	
1.098612289	
Indice Margalef	
0.297131871	
Indice de Shannon	
H	**0.1884**

Para el estrato de cactáceas y suculentas se registraron 838 individuos correspondientes a tres especies. Los resultados del Valor de Importancia Ecológica muestran una marcada dominancia de *Echinocactus horizonthalonius*, especie que presentó un IVI de 262.74, considerablemente superior a los valores obtenidos para *Opuntia schottii* (30.94) y *Cylindropuntia imbricata* (6.32). Esta condición se explica debido a que *E. horizonthalonius* concentró el 95.82 % de la abundancia, aproximadamente el 68.52 % de la frecuencia relativa y el 98.40 % de la dominancia del estrato.

La elevada importancia ecológica de *Echinocactus horizonthalonius* indica que constituye el principal componente estructural del estrato evaluado, al ser simultáneamente la especie más abundante, de mayor cobertura y con mayor distribución entre los sitios donde fueron registrados ejemplares. En contraste, *Opuntia schottii* presentó una abundancia considerablemente menor, aunque su presencia en diferentes sitios le permitió alcanzar una frecuencia relativa de aproximadamente 25.93 %, mientras que *Cylindropuntia imbricata* presentó una participación marginal dentro de la estructura de la comunidad.

Los índices de diversidad son congruentes con este patrón. El índice de Margalef presentó un valor de 0.2971, indicativo de una riqueza específica reducida, mientras que el índice de Shannon-Wiener fue de H' = 0.1884, reflejando una diversidad muy baja. Asimismo, el índice de equidad de Pielou presentó un valor de J' = 0.1715, evidenciando una distribución poco uniforme de los individuos entre las especies. Esta baja equidad responde principalmente a que *Echinocactus horizonthalonius* representa aproximadamente el 95.82 % de todos los ejemplares registrados.

Comparativamente, el estrato de cactáceas y suculentas presenta una diversidad y equidad considerablemente menores que el estrato arbustivo, para el cual se obtuvo un índice de Shannon de H' = 1.4167 y una equidad de Pielou de J' = 0.7281. Mientras que en el estrato arbustivo la importancia ecológica se distribuye principalmente entre tres especies, en el estrato de cactáceas existe una concentración muy marcada en *Echinocactus horizonthalonius*. Por consiguiente, el primero presenta una estructura florística más heterogénea y equilibrada, mientras que el segundo se caracteriza por una baja riqueza y una fuerte dominancia específica.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato Herbáceo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
			Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Bouteloua curtipendula	286	110	0.1665	17	17	0.262	27	65.25000	0.465839	46.583851	90.650470031155
Muhlenbergia rigida	1432	551	0.8335	83	45	0.692	73	74.82000	0.534161	53.416149	209.349529968845
TOTAL	**1718**	**660.77**	**1**	**100**	**65**	**0.954**	**100**	**140.07000**	**1**	**100**	**300.0000**

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Bouteloua curtipendula	0.166473	-1.792924	-0.298473
Muhlenbergia rigida	0.833527	-0.182089	-0.151776
TOTAL	**1**	**-1.975013**	**-0.4502488**

Pielou (J') Equidad = H/H
0.649501307
H max LN s
0.693147181
Indice Margalef
0.13424772
Indice de Shannon
H **0.4502**

CONSULTORES

El análisis de los índices de diversidad mostró diferencias importantes en la estructura y composición de los tres estratos evaluados. El estrato arbustivo presentó la mayor riqueza específica, con siete especies y 3,642 individuos, así como los mayores valores de diversidad de Shannon-Wiener (H' = 1.4167), equidad de Pielou (J' = 0.7281) y riqueza de Margalef (DMg = 0.7317). Estos resultados indican que el componente arbustivo constituye el estrato florísticamente más diverso y con una distribución relativamente más equilibrada de los individuos entre las especies registradas.

En contraste, el estrato de cactáceas y suculentas registró tres especies y 838 individuos, con un índice de Shannon de H' = 0.1884 y una equidad de Pielou de J' = 0.1715. Estos valores evidencian una diversidad y equidad reducidas, derivadas principalmente de la marcada dominancia de *Echinocactus horizonthalonius*, especie que concentró el 95.82 % de la abundancia y el 98.40 % de la dominancia relativa, alcanzando un IVI de 262.74. Por lo anterior, este estrato presenta la estructura menos equilibrada de los tres componentes florísticos analizados.

Por su parte, el estrato herbáceo estuvo constituido por dos especies y 1,718 individuos. El índice de Shannon fue de H' = 0.4502 y la equidad de Pielou de J' = 0.6496. Aunque su riqueza específica fue la menor de los tres estratos, como se refleja en el índice de Margalef de 0.1342, presentó una equidad considerablemente mayor que el estrato de cactáceas. *Muhlenbergia rigida* constituyó la especie dominante, al representar el 83.35 % de los individuos y alcanzar un IVI de 209.35; sin embargo, *Bouteloua curtipendula* mantuvo una participación estructural relevante debido a que concentró el 46.58 % de la cobertura, aun cuando representó únicamente el 16.65 % de la abundancia.

En términos comparativos, el índice de Shannon permitió establecer el siguiente orden de diversidad: **arbustivo > herbáceo > cactáceas y suculentas**. La misma tendencia se observó para la equidad de Pielou. Por su parte, el índice de Margalef mostró el orden **arbustivo > cactáceas y suculentas > herbáceo**, debido a que este último presentó solamente dos especies frente a una abundancia elevada.

En conjunto, los resultados muestran que la comunidad vegetal presenta una diferenciación estructural entre estratos. El componente arbustivo concentra la mayor heterogeneidad florística y una distribución más equilibrada de abundancias; el herbáceo presenta baja riqueza, pero una participación estructural apreciable de ambas especies; y el estrato de cactáceas se caracteriza por una fuerte dominancia específica de *Echinocactus horizonthalonius*. Por consiguiente, la diversidad de la vegetación no se distribuye de manera homogénea entre los estratos, sino que responde a diferencias en riqueza, abundancia, frecuencia y cobertura de las especies que los integran.

CONSULTA PÚBLICA

III.2.1.4. Diversidad de Flora en el área de CUSTF

Resultados de los Índices – VIE de Flora a nivel CUSTF

Estrato arbustivo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectárea	Abundancia en la superficie CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Yucca elata	7	3	133	0.0026	0.2574	3	0.04615385	2.632	1.65	0.0005	0.0538	2.9427
Neltuma glandulosa	559	215	10636	0.2055	20.5515	4	0.06153846	3.509	1193.31	0.3891	38.9106	62.9708
Fouquieria splendens	28	11	533	0.0103	1.0294	8	0.12307692	7.018	173.99	0.0567	5.6733	13.7203
Mimosa biuncifera	791	304	15050	0.2908	29.0809	33	0.50769231	28.947	1045.42	0.3409	34.0883	92.1166
Dasylirion wheeleri	199	77	3786	0.0732	7.3162	17	0.26153846	14.912	218.68	0.0713	7.1306	29.3590
Jatropha dioica	12	5	228	0.0044	0.4412	4	0.06153846	3.509	12.14	0.0040	0.3959	4.3458
Parthenium incanum	1124	432	21385	0.4132	41.3235	45	0.69230769	39.474	421.61	0.1375	13.7476	94.5448
Total	2720	1046	51751	1	100	65	1.75384615	100.000	3066.8	1	100	300.0000

*Tabla **43**. Índices de Biodiversidad estrato arbustivo*

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Yucca elata	0.00257353	-5.96247701	-0.01534461
Neltuma glandulosa	0.20551471	-1.58223769	-0.32517311
Fouquieria splendens	0.01029412	-4.57618265	-0.04710776
Mimosa biuncifera	0.29080882	-1.23508919	-0.35917483
Dasylirion wheeleri	0.07316176	-2.61508233	-0.19132404
Jatropha dioica	0.00441176	-5.42348051	-0.02392712
Parthenium incanum	0.41323529	-0.88373813	-0.36519179
Total	1	-22.2782875	-1.32724326

Pielou (J') Equidad = H/H	
0.68204588	
H max LN s	
1.945910149	
Indice Margalef	
0.758688198	
Indice de Shannon	
H	1.3272

*Tabla **44**. Índices de riqueza Estrato arbustivo*

El análisis de la estructura de la vegetación mostró una comunidad integrada por siete especies, cuya importancia ecológica se concentra principalmente en *Parthenium incanum*, *Mimosa biuncifera* y *Neltuma glandulosa*. La primera registró el mayor Valor de Importancia Ecológica (IVI = 94.5448), asociado fundamentalmente a su elevada densidad relativa (41.3235 %) y frecuencia relativa (39.474 %), lo cual evidencia que constituye la especie numéricamente dominante y de mayor distribución dentro de los sitios evaluados. *Mimosa biuncifera* presentó un IVI de 92.1166, mostrando una participación relevante tanto en densidad (29.0809 %) como en frecuencia (28.947 %) y dominancia (34.0883 %), por lo que representa uno de los principales componentes estructurales de la vegetación. Por su parte, *Neltuma glandulosa* alcanzó un IVI de 62.9708 y presentó la mayor dominancia relativa (38.9106 %); sin embargo, su baja frecuencia relativa (3.509 %) indica que su distribución se encuentra espacialmente concentrada, de manera que su importancia ecológica deriva principalmente de la cobertura alcanzada por los individuos en los sitios donde se encuentra presente.

La diversidad estimada mediante el índice de Shannon-Wiener fue H' = 1.3272, frente a un máximo teórico de Hmáx = 1.9459. La equidad de Pielou alcanzó J' = 0.6820, evidenciando una distribución moderadamente desigual de los individuos entre las especies. Este comportamiento se relaciona con la concentración de la abundancia en *Parthenium incanum* y *Mimosa biuncifera*, así como con la elevada dominancia estructural de *Neltuma glandulosa*. El índice de Margalef (DMg = 0.7587) señala además una riqueza específica relativamente reducida, congruente con las siete especies registradas. En conjunto, los resultados caracterizan una comunidad con riqueza limitada y equidad intermedia, cuya estructura ecológica se encuentra definida principalmente por un reducido grupo de especies dominantes

CONSULTA PÚBLICA

Cactáceas

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Abundancia en la superficie de CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Echinocactus horizonthalonius	701	270	13337	0.9499	95	36	0.554	67	736.25000	0.990755	99.075519	261
Cylindropuntia imbrica	3	1	57	0.0041	0	3	0.046	6	1.98000	0.002664	0.266444	6
Opuntia sohottii	34	13	647	0.0461	5	15	0.231	28	4.89000	0.006580	0.658036	33
TOTAL	**738**	**284**	**14041**	**1**	**100**	**65**	**1**	**100**	**743.12000**	**1**	**100**	**300**

*Tabla **45**. Índices de Biodiversidad estrato cactáceas*

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Echinocactus horizonthalonius	0.949864	-0.051436	-0.048857
Cylindropuntia imbrica	0.004065	-5.505332	-0.022379
Opuntia sohottii	0.046070	-3.077583	-0.141786
TOTAL	**1**	**-8.63435077**	**-0.213022**

Pielou (J') Equidad = H/H
0.193880955
H max LN s
1.098612289
Indice Margalef
0.302849336
Indice de Shannon

H	0.213000

*Tabla **46**. Índices de Riqueza estrato cactáceas*

CONSULTABLE

El estrato de cactáceas y suculentas presentó una riqueza de tres especies y una abundancia total de 738 individuos, observándose una estructura fuertemente dominada por *Echinocactus horizonthalonius*. Esta especie registró 701 individuos, equivalentes aproximadamente al 94.99 % de la abundancia total, además de presentar la mayor frecuencia relativa y una dominancia relativa de 99.0755 %. Consecuentemente, alcanzó un Valor de Importancia Ecológica cercano a 261, posicionándose como el principal componente estructural del estrato.

En contraste, *Opuntia schottii* registró 34 individuos y un IVI aproximado de 33. Aunque su abundancia fue considerablemente inferior a la de *E. horizonthalonius*, su presencia en 15 sitios demuestra una distribución espacial relativamente amplia. *Cylindropuntia imbricata* presentó la menor representatividad, con tres individuos y un IVI cercano a 6, constituyéndose como una especie acompañante de baja abundancia, frecuencia y dominancia.

Los índices de diversidad confirman este patrón estructural. El índice de Shannon-Wiener presentó un valor de H'=0.2130, considerablemente inferior al máximo teórico de Hmáx=1.0986, mientras que la equidad de Pielou fue J'=0.1939. Estos resultados reflejan una distribución marcadamente desigual de los individuos entre las especies, atribuible principalmente a la elevada abundancia de *Echinocactus horizonthalonius*. Asimismo, el índice de Margalef (DMg=0.3028) evidencia una riqueza específica reducida.

Comparativamente, el estrato de cactáceas y suculentas presenta una diversidad y equidad considerablemente menores que el estrato arbustivo, para el cual se obtuvo H'=1.3272, J'=0.6820 y DMg=0.7587. Mientras que en el estrato arbustivo la importancia ecológica se distribuye entre varias especies, en las cactáceas la estructura se encuentra fuertemente concentrada en *Echinocactus horizonthalonius*. Por lo tanto, las diferencias observadas entre ambos estratos responden tanto a una menor riqueza específica como, principalmente, a una marcada dominancia de una sola especie en el estrato de cactáceas.

CONSULTA PÚBLICA

Herbáceo

Especie	Abundancia	Abundancia por hectarea	Abundancia en la superficie de CUSTF	Densidad		Frecuencia			Dominancia			IVI %
				Absoluta	Relativa	Sitios	Absoluta	Relativa	Cobertura	Absoluta	Relativa	
Bouteloua curtipendula	178	68	3387	0.1498	15	17	0.262	27	3.14400	0.129308	12.930822	55
Muhlenbergia rigida	1010	388	19216	0.8502	85	45	0.692	73	21.17000	0.870692	87.069178	245
TOTAL	**1188**	**457**	**22603**	**1**	**100**	**65**	**1**	**100**	**24.31400**	**1**	**100**	**300**

*Tabla **47**. Índices de Biodiversidad estrato herbaceo*

Especie	Indices de Diversidad		
	Pi	LNPi	Pi*LNPi
Bouteloua curtipendula	0.149832	-1.898243	-0.284417
Muhlenbergia rigida	0.850168	-0.162321	-0.138000
TOTAL	**1**	**-2.06056384**	**-0.422417**

Pielou (J') Equidad = H/H
0.609394385
H max LN s
0.693147181
Indice Margalef
0.141242409
Indice de Shannon
H 0.422400

*Tabla **48**. Índices de Riqueza estrato herbaceo*

CONSULTA PÚBLICA

El estrato herbáceo estuvo representado por dos especies y una abundancia total de 1,188 individuos. *Muhlenbergia rigida* constituyó la especie de mayor importancia ecológica, al registrar 1,010 individuos, equivalentes aproximadamente al 85.02 % de la abundancia total, así como la mayor frecuencia relativa (73 %) y dominancia relativa (87.07 %). La integración de estos atributos produjo un Valor de Importancia Ecológica aproximado de 245, evidenciando que dicha especie constituye el principal componente estructural del estrato. En contraste, *Bouteloua curtipendula* presentó 178 individuos, aproximadamente 14.98 % de la abundancia, 27 % de la frecuencia relativa y 12.93 % de la dominancia, alcanzando un IVI cercano a 55.

El índice de Shannon-Wiener presentó un valor de H'=0.4224, respecto de un máximo teórico de Hmáx=0.6931. La equidad de Pielou fue J'=0.6094, lo que indica una equidad intermedia y una distribución desigual de la abundancia, asociada principalmente al predominio de *Muhlenbergia rigida*. Por su parte, el índice de Margalef fue DMg=0.1412, evidenciando una riqueza específica reducida, situación congruente con el registro de únicamente dos especies.

Comparativamente, el estrato arbustivo presentó la mayor diversidad y riqueza de los tres componentes analizados, con H'=1.3272, J'=0.6820 y DMg=0.7587. El estrato de cactáceas y suculentas registró H'=0.2130, J'=0.1939 y DMg=0.3028, mientras que el herbáceo presentó H'=0.4224, J'=0.6094 y DMg=0.1412. Estos resultados muestran que, aunque el estrato herbáceo posee la menor riqueza específica, su diversidad de Shannon y equidad son superiores a las obtenidas para las cactáceas y suculentas. Este comportamiento se explica porque la dominancia de *Muhlenbergia rigida*, aun siendo elevada, es menos extrema que la registrada para *Echinocactus horizonthalonius* en el estrato de cactáceas. En conjunto, los resultados muestran una mayor complejidad y distribución de la importancia ecológica en el estrato arbustivo, una estructura simplificada pero con equidad intermedia en el herbáceo y una marcada concentración de abundancia y dominancia en una sola especie en el estrato de cactáceas y suculentas.

IV.2.2. Fauna

Para efectos de este proyecto y de acuerdo con la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), considera como fauna silvestre a las especies animales terrestres y aéreas, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural, cuyas poblaciones habitan temporal o permanentemente en el territorio nacional, y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre.

México se reconoce como el territorio del continente americano con el mayor número de especies silvestres de mamíferos nativos (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, en prensa) y se encuentra en segundo lugar a nivel mundial (Mittermeier y Goettsh, 1992). Es por ello que el uso potencial de la mastofauna mexicana como un recurso natural renovable, así como la responsabilidad de protegerlo para su manejo y preservación

CONSULTA PÚBLICA

futuros, identifican la necesidad de obtener una lista actualizada del número y tipo de las especies de mamíferos silvestres que habitan nuestro país.

La distribución de la mayoría de las especies de mamíferos y aves está correlacionada con la variedad y abundancia de la vegetación, así como la estructura que está presente, la cual por su parte, depende ampliamente de los factores fisiográficos y climáticos (MacArthur y MacArthur, 1961; Baker, 1962).

La descripción de la fauna en el área de la Región Ecológica se efectuó de acuerdo a los cuatro grupos fitogenéticos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, indicadores de la calidad de hábitat de los vertebrados terrestres, aunado a que son organismos fácilmente identificables en campo (a diferencia de los invertebrados como insectos y arácnidos), excelentes indicadores de disturbios y parte del espacio cultural, social y económico de la sociedad humana.

Como material de apoyo en la determinación de los especímenes se utilizaron las siguientes guías de campo y literatura disponible, Sttebins (1985) y Conant y Collins (1997) para reptiles; Sibley (2001), Rusel y Monson (1998), Pyle (1997) y National Geographic (1987) para aves, y Caire (1978), Burt y Grossenheiderr (1980) y May (1981) para mamíferos. Como equipo de observación se utilizaron binoculares de 7 x 21 con zoom a 40 X.

Diseño de muestreo

Los muestreos se realizaron durante el mes de mayo, en horarios matutino con el objetivo de obtener mayor posibilidad de contabilizar las diversas especies de acuerdo con sus hábitos.

Se realizaron 65 transectos de 10 m de ancho por 40 m de largo, formando cuadrantes de 400 m^2 para los grupos de Herpetofauna y Mastofauna. Dentro de estos cuadrantes se tomó un punto de observación para los muestreos de Ornitofauna.

Región Ecológica
Descripción de los resultados obtenidos de índices y el valor de importancia

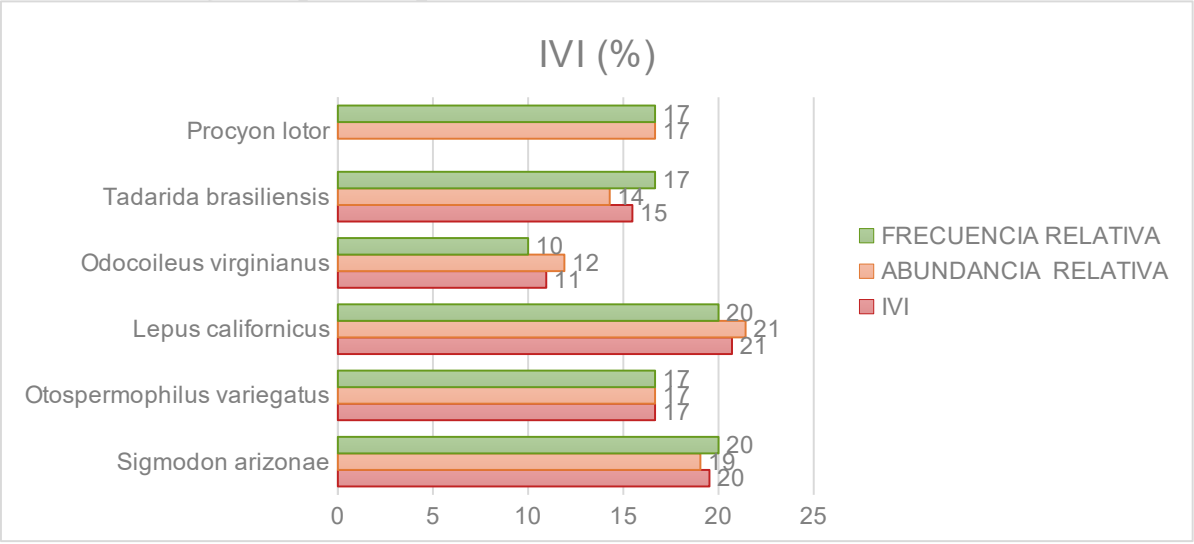
No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Ratas Algodoneras	*Sigmodon arizonae*	8	19	6	20	19.5
2	Ardillón de Rocas	*Otospermophilus variegatus*	7	17	5	17	16.7
3	Liebre Cola Negra	*Lepus californicus*	9	21	6	20	20.7
4	Venado cola banca	*Odocoileus virginianus*	5	12	3	10	11.0
5	Murciélago	*Tadarida*	6	14	5	17	15.

CONSULTA PÚBLICA

	Mexicano Cola Suelta	*brasiliensis*					5
6	Mapache	*Procyon lotor*	7	17	5	17	16.7
TOTAL			**42**	**100**	**30**	**100**	**100**

*Tabla **49**. Índices de Biodiversidad de Mastofauna*

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Ratas Algodoneras	*Sigmodon arizonae*	**1.3377**	0.1905	1.6582	0.3159	**1.7745**	**1.7918**	**0.9904**
2	Ardillón de Rocas	*Otospermophilus variegatus*		0.1667	1.7918	0.2986			
3	Liebre Cola Negra	*Lepus californicus*		0.2143	1.5404	0.3301			
4	Venado cola banca	*Odocoileus virginianus*		0.1190	2.1282	0.2534			
5	Murciélago Mexicano Cola Suelta	*Tadarida brasiliensis*		0.1429	1.9459	0.2780			
6	Mapache	*Procyon lotor*		0.1667	1.7918	0.2986			
				1.0000	**10.8563**	**1.7745**			



CONSULTA PUBLICA

El índice de Margalef obtuvo un valor de 1.3377, lo que indica una riqueza específica moderada, consistente con el registro de seis especies durante el muestreo. Este valor refleja una comunidad con una composición representativa para el tipo de vegetación presente, aunque sin una riqueza elevada.

El índice de Shannon (H') fue de 1.7745, valor cercano al máximo teórico (Hmáx = 1.7918), lo que evidencia una comunidad con alta diversidad, donde las especies presentan abundancias relativamente similares y no existe una dominancia marcada por alguna de ellas.

Esta condición se confirma con el índice de equidad de Pielou (J = 0.9904), cuyo valor, muy próximo a 1, indica que los individuos se distribuyen de manera casi uniforme entre las especies registradas. En otras palabras, la comunidad presenta una elevada equidad, sin que una especie concentre una proporción significativamente mayor de individuos que las demás.

En conjunto, estos resultados indican que la mastofauna del área de estudio mantiene una estructura equilibrada, caracterizada por una diversidad relativamente alta y una distribución homogénea de los individuos entre las especies presentes, lo que sugiere una comunidad estable y representativa del ecosistema evaluado.

Aves

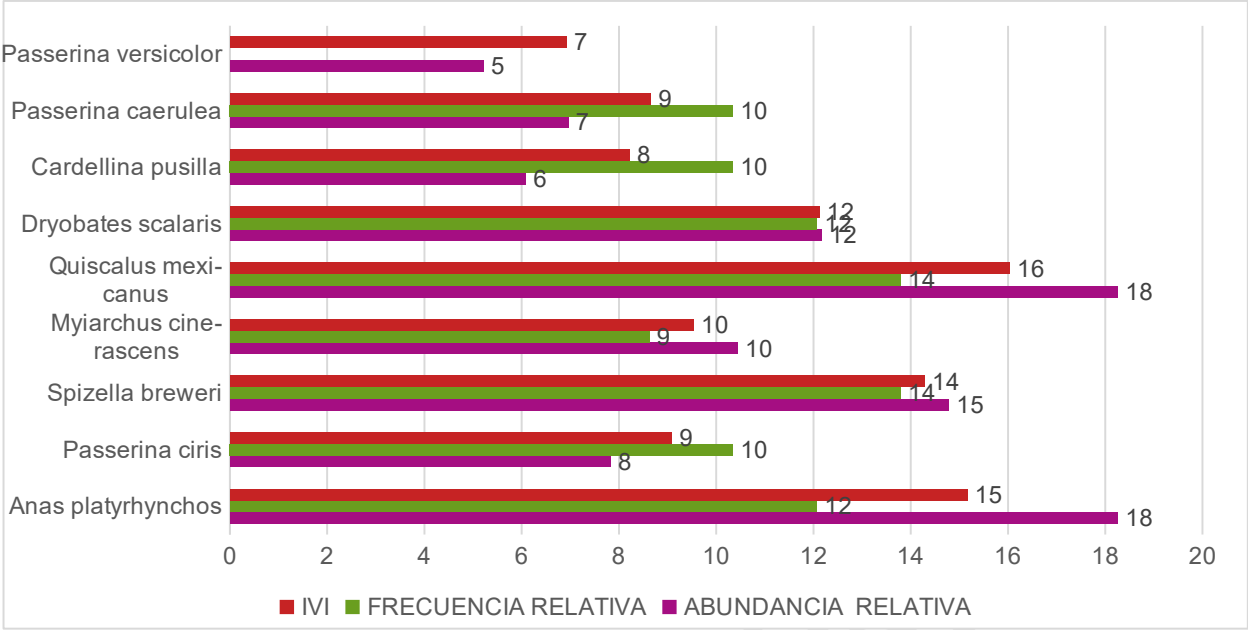
No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Pato Norteño	*Anas platyrhynchos*	21	18	7	12	15
2	Colorín Sietecolores	*Passerina ciris*	9	8	6	10	9
3	Gorrión de Brewer	*Spizella breweri*	17	15	8	14	14
4	Papamoscas Garganta Ceniza	*Myiarchus cinerascens*	12	10	5	9	10
5	Zanate mexicano	*Quiscalus mexicanus*	21	18	8	14	16
6	Carpintero Mexicano	*Dryobates scalaris*	14	12	7	12	12
7	Chipe Corona Negra	*Cardellina pusilla*	7	6	6	10	8
8	Picogordo Azul	*Passerina caerulea*	8	7	6	10	9
9	Colorín Morado	*Passerina versicolor*	6	5	5	9	7
TOTAL			**115**	**100**	**58**	**100**	**100**

*Tabla **50**. Índices de Biodiversidad de Ornitofauna*

CONSULTA PÚBLICA

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN (Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Pato Norteño	*Anas platyrhynchos*		0.1826	-1.7004	-0.3105			
2	Colorín Sietecolores	*Passerina ciris*		0.0783	-2.5477	-0.1994			
3	Gorrión de Brewer	*Spizella breweri*		0.1478	-1.9117	-0.2826			
4	Papamoscas Garganta Ceniza	*Myiarchus cinerascens*		0.1043	-2.2600	-0.2358			
5	Zanate mexicano	*Quiscalus mexicanus*	**1.6860**	0.1826	-1.7004	-0.3105	**2.1051**	**2.1972**	**0.9581**
6	Carpintero Mexicano	*Dryobates scalaris*		0.1217	-2.1059	-0.2564			
7	Chipe Corona Negra	*Cardellina pusilla*		0.0609	-2.7990	-0.1704			
8	Picogordo Azul	*Passerina caerulea*		0.0696	-2.6655	-0.1854			
9	Colorín Morado	*Passerina versicolor*		0.0522	-2.9532	-0.1541			
TOTAL				**1.0000**	**-20.6438**	**-2.1051**			

CONSULTA PUBLICA



Los índices ecológicos obtenidos indican que la comunidad de ornitofauna presente en el área de estudio posee una riqueza específica moderada, una alta diversidad y una distribución muy uniforme de los individuos entre las especies registradas.

El índice de Margalef presentó un valor de 1.6860, lo que refleja una riqueza específica moderada, correspondiente al registro de nueve especies durante el muestreo. Este valor sugiere una comunidad con una composición representativa para el ecosistema evaluado.

El índice de Shannon (H' = 2.1051) es elevado y se aproxima al valor máximo teórico (Hmáx = 2.1972), lo que indica una comunidad con alta diversidad, donde las especies presentan abundancias relativamente equilibradas y no existe una dominancia marcada por alguna de ellas.

Por su parte, el índice de equidad de Pielou (J = 0.9581), muy cercano a la unidad, confirma que los individuos se distribuyen de manera homogénea entre las especies registradas. Esto significa que la comunidad mantiene una alta equidad, con una representación relativamente uniforme de las especies y sin que una sola concentre una proporción importante de los individuos.

En conjunto, los resultados muestran que la comunidad de ornitofauna presenta una estructura estable y bien equilibrada, caracterizada por una diversidad relativamente alta, una riqueza específica moderada y una elevada equidad en la distribución de los individuos, condiciones que son indicativas de una comunidad representativa y funcional del ecosistema de matorral presente en el área de estudio.

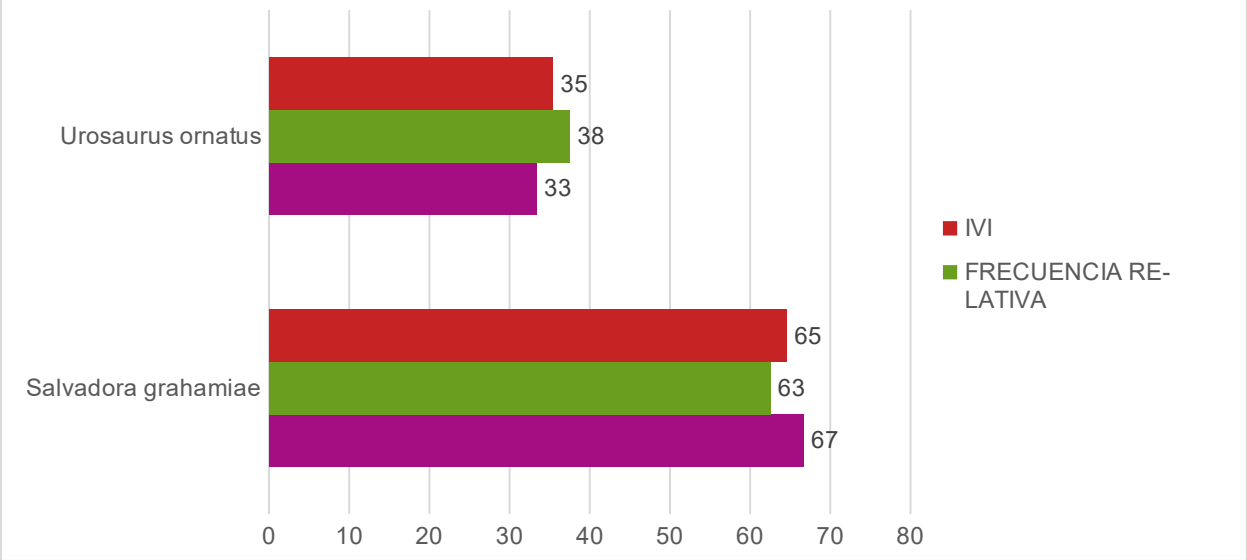
CONSULTA PÚB

Reptiles

No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	6	67	5	63	64.58
2	Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*	3	33	3	38	35.42
TOTAL			**9**	**100**	**8**	**100**	**100**

Tabla 31. Índices de Biodiversidad de Reptiles.

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN (Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	**3.6410**	0.6667	-0.40055	-0.27031	**0.6365**	**0.6931**	**0.9183**
2	Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*		0.3333	-1.09986	-0.36620			
TOTAL				**1.0000**	**-1.50041**	**-0.63651**			



El índice de Margalef (3.6410) refleja una riqueza específica relativamente alta en relación con el número de individuos registrados, considerando la presencia de dos especies durante el muestreo. Este valor debe interpretarse considerando el tamaño de

muestra, ya que los índices de riqueza pueden presentar valores elevados cuando existe un número reducido de individuos y especies.

El índice de Shannon (H' = 0.6365) presenta un valor cercano al máximo esperado (Hmáx = 0.6931), correspondiente a una comunidad conformada por dos especies. Este resultado indica que, aunque la diversidad absoluta es baja debido al reducido número de especies registradas, existe una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre las especies presentes.

El índice de equidad de Pielou (J = 0.9183) muestra una alta uniformidad en la distribución de los individuos, indicando que no existe una dominancia extrema de una especie sobre la otra. Aunque la culebra chata oriental (Salvadora grahamiae) presenta una mayor abundancia relativa (66.7 %) respecto a la lagartija norteña de árbol (Urosaurus ornatus) (33.3 %), ambas especies mantienen una representación significativa dentro de la comunidad registrada.

Artrópodos

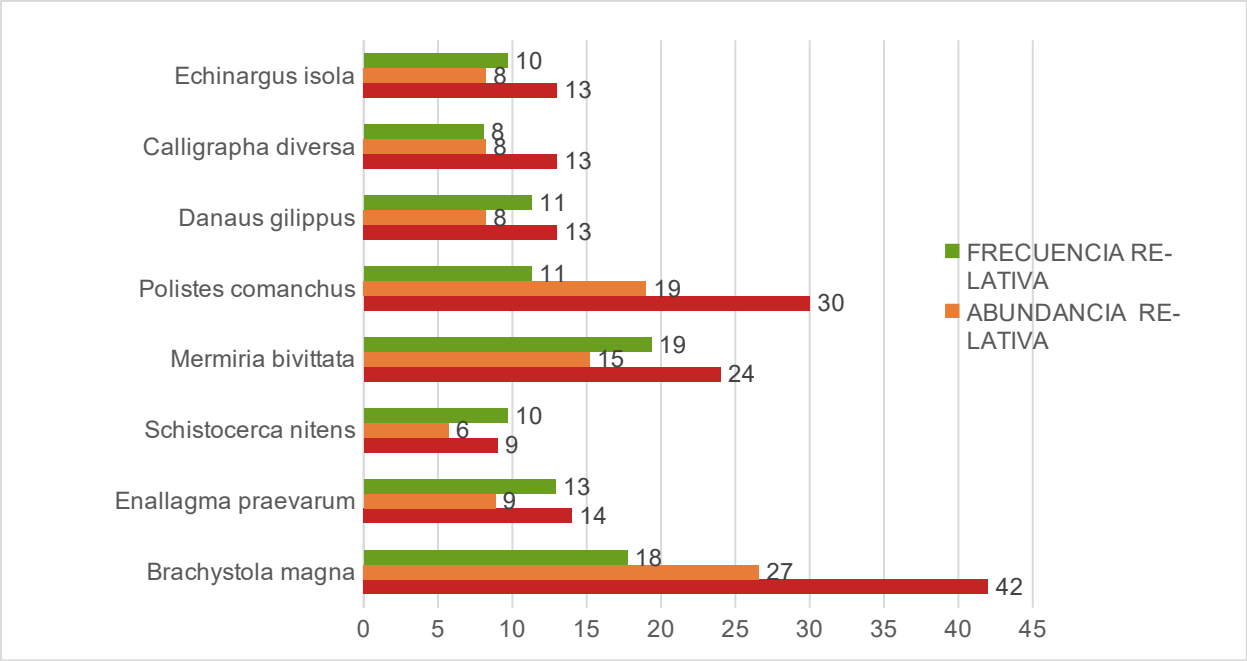
No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Saltamontes perezoso	*Brachystola magna*	42	27	11	18	22.16
2	Azulilla de Estanque Variable	*Enallagma praevarum*	14	9	8	13	10.88
3	Langosta Gris Norteña	*Schistocerca nitens*	9	6	6	10	7.69
4	saltamontes de cara oblicua de dos rayas	*Mermiria bivittata*	24	15	12	19	17.27
5	Avispa Papelera Comanche	*Polistes comanchus*	30	19	7	11	15.14
6	Mariposa Reina	*Danaus gilippus*	13	8	7	11	9.76
7	Escarbajo Calígrafo	*Calligrapha diversa*	13	8	5	8	8.15
8	Mariposa Azul del mezquite	*Echinargus isola*	13	8	6	10	8.95
TOTAL			**158**	**100**	**62**	**100**	**100**

Tabla 32. Índices de Biodiversidad de Artrópodos.

CONSULTA PÚBLICA

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Saltamontes perezoso	*Brachystola magna*		0.2658	-1.32549	-0.35220			
2	Azulilla de Estanque Variable	*Enallagma praevarum*		0.0886	-2.42435	-0.21474			
3	Langosta Gris Norteña	*Schistocerca nitens*		0.0570	-2.8654	-0.16322			
4	saltamontes de cara oblicua de dos rayas	*Mermiria bivittata*		0.1519	-1.88445	-0.28626			
5	Avispa Papelera Comanche	*Polistes comanchus*	**1.3827**	0.1899	-1.66614	-0.31546	**0.2055**	**2.0794**	**0.0988**
6	Mariposa Reina	*Danaus gilippus*		0.0823	-2.49776	-0.20550			
7	Escarbajo Calígrafo	*Calligrapha diversa*		0.0823	-2.49776	-0.20550			
8	Mariposa Azul del mezquite	*Echinargus isola*		0.0823	-2.49776	-0.20550			
TOTAL				**1.0000**	**-17.6527**	**-1.9484**			

CONSULTA PUBLICA



El índice de Margalef (1.3827) refleja una riqueza específica moderada, correspondiente al registro de ocho especies de artrópodos durante el muestreo. Este valor indica que el área evaluada presenta una composición representativa de organismos asociados a las condiciones ambientales del ecosistema presente.

El índice de Shannon (H' = 1.9484) presenta un valor cercano al máximo esperado (Hmáx = 2.0794), lo que evidencia una alta diversidad de artrópodos, donde las especies registradas presentan abundancias relativamente equilibradas, sin que una especie presente una dominancia significativa sobre las demás.

Por su parte, el índice de equidad de Pielou (J = 0.9369) muestra una distribución homogénea de los individuos entre las especies registradas, indicando que la comunidad presenta una alta uniformidad en la abundancia relativa de sus componentes.

En conjunto, los resultados muestran que la comunidad de artrópodos presenta una estructura equilibrada y diversa, con una distribución uniforme de los individuos y una composición representativa del ecosistema evaluado. Estos valores sugieren que el área mantiene condiciones adecuadas para el establecimiento de diferentes grupos de artrópodos, los cuales cumplen funciones ecológicas importantes como descomposición de materia orgánica, polinización, control biológico y participación en las redes tróficas.

CONSULTA PUB

Área propuesta para CUSTF
Descripción de los resultados obtenidos de índices y el valor de importancia

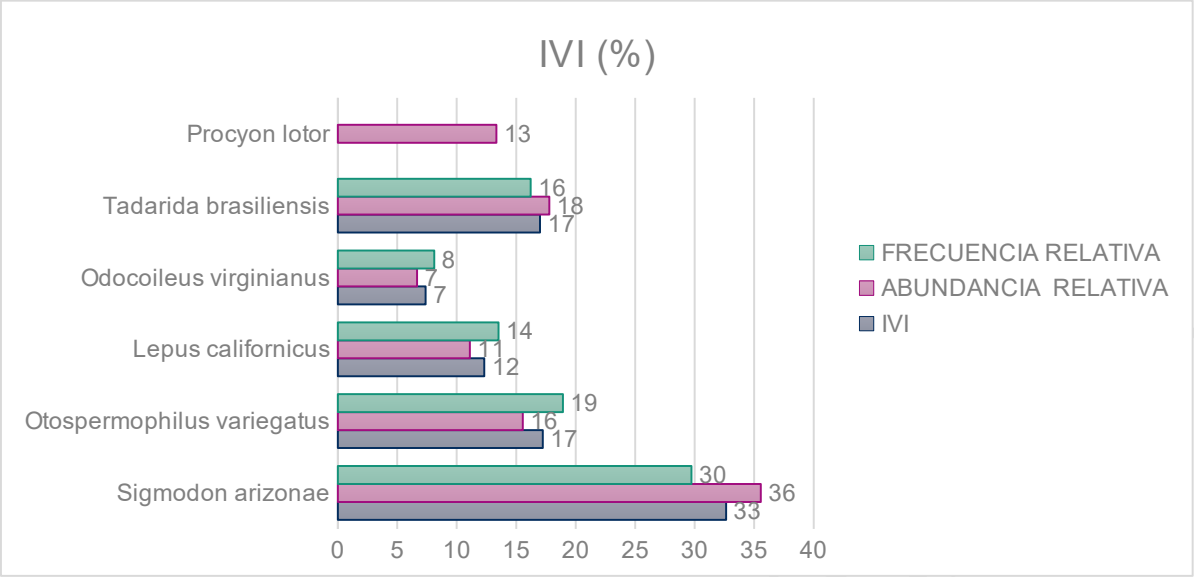
No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Ratas Algodoneras	*Sigmodon arizonae*	16	36	11	30	32.6
2	Ardillón de Rocas	*Otospermophilus variegatus*	7	16	7	19	17.2
3	Liebre Cola Negra	*Lepus californicus*	5	11	5	14	12.3
4	Venado cola banca	*Odocoileus virginianus*	3	7	3	8	7.4
5	Murciélago Mexicano Cola Suelta	*Tadarida brasiliensis*	8	18	6	16	17.0
6	Mapache	*Procyon lotor*	6	13	5	14	13.4
TOTAL			**45**	**100**	**37**	**100**	**100**

*Tabla **51**. Índices de Biodiversidad de Mastofauna*

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Ratas Algodoneras	*Sigmodon arizonae*	**1.3135**	0.3556	1.0341	0.3677	**1.6575**	**1.7918**	**0.9251**
2	Ardillón de Rocas	*Otospermophilus variegatus*		0.1556	1.8608	0.2895			
3	Liebre Cola Negra	*Lepus californicus*		0.1111	2.1972	0.2441			
4	Venado cola banca	*Odocoileus virginianus*		0.0667	2.7081	0.1805			
5	Murciélago Mexicano Cola Suelta	*Tadarida brasiliensis*		0.1778	1.7272	0.3071			
6	Mapache	*Procyon lotor*		0.1333	2.0149	0.2687			
				1.00	**11.54**	**1.6575**			

CONSULTA PÚBLICA

		00	22				



Los resultados obtenidos para la comunidad faunística evaluada muestran una riqueza específica representada por un índice de Margalef de 1.3135, lo que indica una riqueza baja a moderada de especies dentro del área de estudio. Este valor refleja que, aunque se registró la presencia de seis especies de fauna silvestre, la comunidad está conformada por un número relativamente reducido de especies en relación con el tamaño de la muestra evaluada.

El Índice de Shannon-Wiener (H') presentó un valor de 1.6575, indicando un nivel de diversidad media. Este índice considera tanto la cantidad de especies presentes como la distribución de los individuos entre ellas. El resultado sugiere que la comunidad faunística no está dominada completamente por una sola especie, aunque existe cierta variación en la abundancia relativa de los organismos registrados.

La especie con mayor abundancia relativa fue la rata algodonera (*Sigmodon arizonae*), con un valor de Pi = 0.3556, equivalente al 35.56 % de la abundancia total registrada, siendo la especie con mayor contribución al índice de diversidad. Le siguieron el murciélago mexicano cola suelta (*Tadarida brasiliensis*) con una abundancia relativa de 17.78 %, el ardillón de rocas (*Otospermophilus variegatus*) con 15.56 % y el mapache (*Procyon lotor*) con 13.33 %. Las especies con menor representación fueron la liebre cola negra (*Lepus californicus*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), con valores de 11.11 % y 6.67 %, respectivamente.

El valor de diversidad máxima esperada (H máximo) fue de 1.7918, correspondiente a una comunidad donde todas las especies presentan una abundancia similar. Al comparar este valor con el índice obtenido de Shannon (1.6575), se observa que la comunidad evaluada alcanza una proporción elevada de la diversidad potencial.

El Índice de Equidad de Pielou (J = 0.9251) indica una alta uniformidad en la distribución de las especies, ya que el valor se encuentra cercano a 1. Esto significa que, aunque Sigmodon arizonae presentó la mayor abundancia, no existe una dominancia marcada de una sola especie y los registros se encuentran distribuidos relativamente de manera homogénea entre las especies presentes.

En términos ecológicos, los resultados indican que la comunidad de fauna presenta una estructura relativamente equilibrada, con una diversidad media y una alta equidad. La presencia de especies con diferentes requerimientos ecológicos, como mamíferos pequeños (*Sigmodon arizonae, Otospermophilus variegatus*), especies de mayor movilidad como *Tadarida brasiliensis* y especies asociadas a ambientes conservados o con disponibilidad de recursos como *Odocoileus virginianus* y *Procyon lotor*, sugiere que el área mantiene condiciones ambientales que permiten el establecimiento de diversos grupos faunísticos.

Aves

No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Pato Norteño	*Anas platyrhynchos*	34	34	17	29	31
2	Colorín Sietecolores	*Passerina ciris*	3	3	2	3	3
3	Gorrión de Brewer	*Spizella breweri*	7	7	3	5	6
4	Papamoscas Garganta Ceniza	*Myiarchus cinerascens*	12	12	7	12	12
5	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	19	19	12	21	20
6	Carpintero Mexicano	*Dryobates scalaris*	3	3	2	3	3
7	Chipe Corona Negra	*Cardellina pusilla*	15	15	9	16	15
8	Picogordo Azul	*Passerina caerulea*	5	5	3	5	5
9	Colorín Morado	*Passerina versicolor*	3	3	3	5	4
TOTAL			**101**	**100**	**58**	**100**	**100**

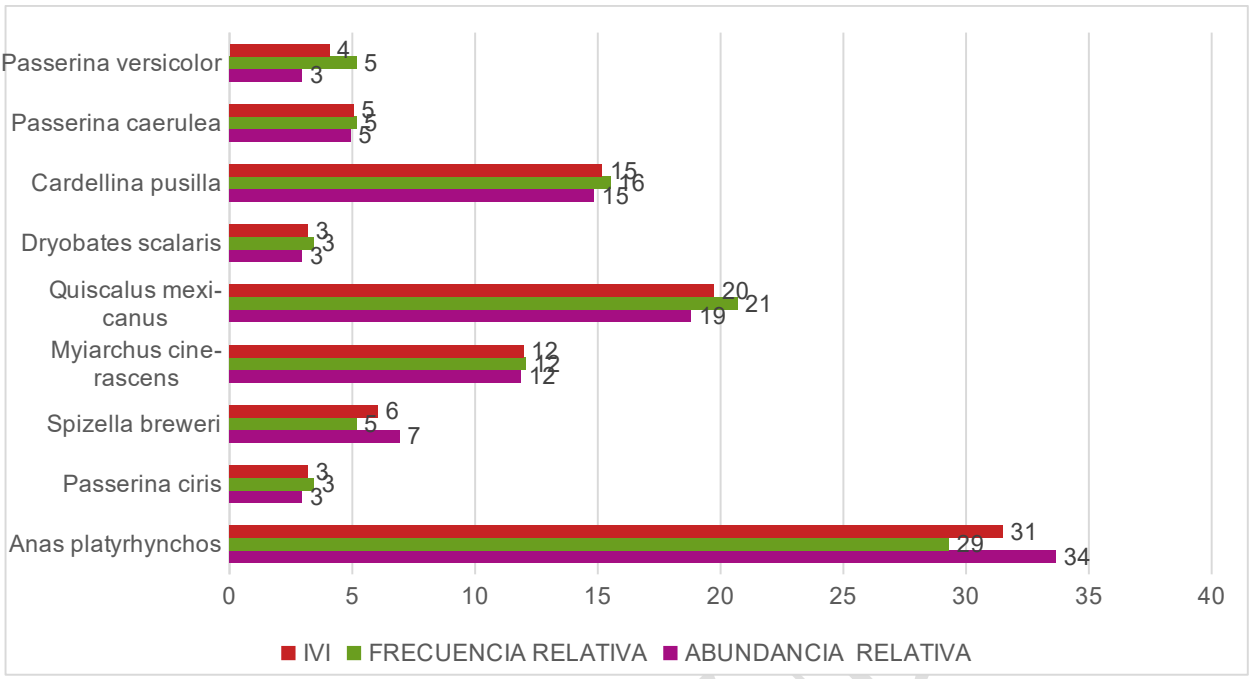
*Tabla **52**. Índices de Biodiversidad de Ornitofauna*

N	ESPECIES	INDIC	Pi	ln	Pi*LN	INDIC	H	IND

CONSULTA PÚBLICA

o.	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	E DE MARGALEF (riqueza especifica)		(Pi)	(Pi)	E DE SHANNON	MAXIMO	ICE DE PIELOU
1	Pato Norteño	*Anas platyrhynchos*		0.3366	-1.0888	-0.3665			
2	Colorín Sietecolores	*Passerina ciris*		0.0297	-3.5165	-0.1045			
3	Gorrión de Brewer	*Spizella breweri*		0.0693	-2.6692	-0.1850			
4	Papamoscas Garganta Ceniza	*Myiarchus cinerascens*		0.1188	-2.1302	-0.2531			
5	Zanate	*Quiscalus mexicanus*	**1.7334**	0.1881	-1.6707	-0.3143	**1.8643**	**2.1972**	**0.8485**
6	Carpintero Mexicano	*Dryobates scalaris*		0.0297	-3.5165	-0.1045			
7	Chipe Corona Negra	*Cardellina pusilla*		0.1485	-1.9071	-0.2832			
8	Picogordo Azul	*Passerina caerulea*		0.0495	-3.0057	-0.1488			
9	Colorín Morado	*Passerina versicolor*		0.0297	-3.5165	-0.1045			
TOTAL				**1.0000**	**-23.0211**	**-1.8643**			

CONSULTA PUBLICA



Los resultados obtenidos para la comunidad de aves muestran una riqueza específica estimada mediante el Índice de Margalef de 1.7334, lo que indica una riqueza baja a moderada de especies en el área evaluada. Este valor refleja la presencia de varias especies dentro del sitio de estudio; sin embargo, considerando el número total de individuos registrados, la comunidad presenta una composición relativamente limitada, condición frecuente en ambientes donde los recursos disponibles pueden restringir la presencia de especies.

El Índice de Shannon-Wiener (H') obtuvo un valor de 1.8643, indicando una diversidad media-alta. Este resultado demuestra que la comunidad de aves está conformada por varias especies y que existe una distribución relativamente equilibrada de los individuos entre ellas. El índice considera tanto la riqueza como la abundancia relativa, por lo que valores cercanos a 2 reflejan comunidades con una estructura diversa y sin una dominancia excesiva de una sola especie.

La especie con mayor abundancia relativa fue el pato norteño (*Anas platyrhynchos*), con un valor de Pi = 0.3366, representando aproximadamente el 33.66 % de los registros totales, siendo la especie con mayor contribución al índice de diversidad. Le siguieron el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con 18.81 %, el chipe corona negra (*Cardellina pusilla*) con 14.85 %, y el papamoscas garganta ceniza (*Myiarchus cinerascens*) con 11.88 %.

Las especies con menor abundancia relativa fueron el colorín sietecolores (*Passerina ciris*), el carpintero mexicano (*Dryobates scalaris*) y el colorín morado (*Passerina versicolor*), cada una con un valor de Pi = 0.0297, equivalente al 2.97 % de los registros. Asimismo, el picogordo azul (*Passerina caerulea*) presentó una abundancia relativa de 4.95 %, mostrando una menor representatividad dentro de la comunidad.

El valor de diversidad máxima esperada (H máximo) fue de 2.1972, correspondiente a una comunidad hipotética donde todas las especies presentan la misma abundancia. Al comparar este valor con el índice de Shannon obtenido (H' = 1.8643), se observa que la comunidad alcanza aproximadamente el 84.8 % de la diversidad máxima posible, lo cual se confirma mediante el Índice de Equidad de Pielou (J = 0.8485).

El Índice de Pielou de 0.8485 indica una alta uniformidad en la distribución de las abundancias, lo que significa que, aunque *Anas platyrhynchos* presentó la mayor proporción de individuos registrados, no existe una dominancia marcada de esta especie sobre las demás. La mayoría de las especies presentan una representación significativa dentro de la comunidad, favoreciendo una estructura relativamente equilibrada.

En términos ecológicos, la comunidad de aves registrada presenta una diversidad moderada y una distribución homogénea de individuos entre especies, evidenciando un ambiente con disponibilidad de recursos suficientes para sostener diferentes gremios ecológicos. La presencia de especies acuáticas como *Anas platyrhynchos*, especies insectívoras como *Myiarchus cinerascens* y *Cardellina pusilla*, así como especies granívoras del género *Passerina*, indica la existencia de una variedad de microhábitats y recursos alimenticios dentro del área evaluada.

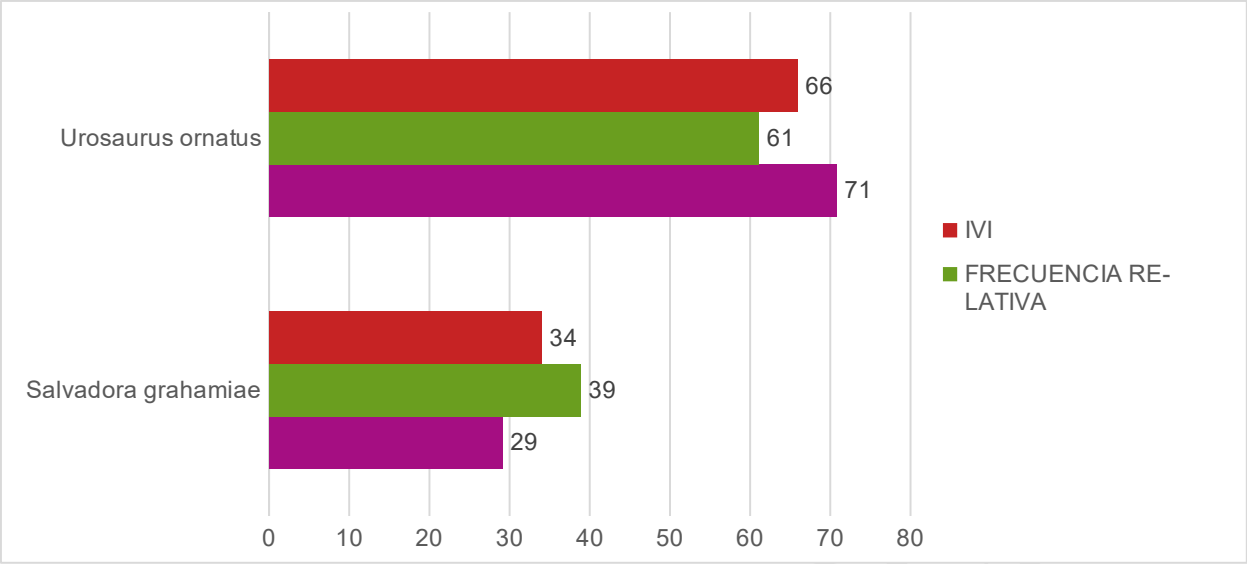
Reptiles

No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	7	29	7	39	34.03
2	Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*	17	71	11	61	65.97
TOTAL			**24**	**100**	**18**	**100**	**100**

Tabla 31. Índices de Biodiversidad de Reptiles.

No.	ESPECIES		INDICE DE MARGALEF (riqueza especifica)	Pi	ln (Pi)	Pi*LN (Pi)	INDICE DE SHANNON	H MAXIMO	INDICE DE PIELOU
	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO							
1	Culebra Chata Oriental	*Salvadora grahamiae*	**0.3147**	0.2917	-1.2321	-0.35938	**-0.6036**	**0.6931**	**-0.8709**
2	Lagartija Norteña de Árbol	*Urosaurus ornatus*		0.7083	-0.3448	-0.24426			
TOTAL				**1.0000**	**-1.5770**	**-0.60364**			

COPIA PÚBLICA



El Índice de Shannon-Wiener (H') presentó un valor de 0.6036, indicando una diversidad baja. Este resultado está influenciado principalmente por la baja riqueza de especies y por la distribución desigual de los individuos registrados entre las especies presentes. En la comunidad evaluada se observa una marcada diferencia en la abundancia relativa, lo que disminuye el valor de diversidad obtenido.

La especie con mayor abundancia relativa fue la lagartija norteña de árbol (*Urosaurus ornatus*), con un valor de Pi = 0.7083, representando aproximadamente el 70.83 % de los registros totales, por lo que constituye la especie dominante dentro de la comunidad de reptiles evaluada. En segundo lugar se encontró la culebra chata oriental (*Salvadora grahamiae*), con un valor de Pi = 0.2917, equivalente al 29.17 % de los individuos registrados.

El valor de diversidad máxima esperada (H máximo) fue de 0.6931, correspondiente a una comunidad donde ambas especies presentarían la misma abundancia relativa. Al comparar este valor con el índice de Shannon obtenido (H' = 0.6036), se observa que la comunidad alcanza una proporción elevada de la diversidad potencial; sin embargo, esto debe interpretarse considerando que el número de especies es reducido.

El Índice de Equidad de Pielou presentó un valor de 0.8709 (considerando su valor absoluto), lo que indica una elevada uniformidad en la distribución de las especies. No obstante, debido a que únicamente se registraron dos especies, este valor debe interpretarse con precaución, ya que pequeñas variaciones en la abundancia pueden modificar considerablemente la equidad. Aunque *Urosaurus ornatus* presenta mayor abundancia, la presencia de *Salvadora grahamiae* mantiene cierto equilibrio dentro de la comunidad.

En términos ecológicos, la comunidad de reptiles presenta una baja riqueza específica y una diversidad reducida, con predominancia de *Urosaurus ornatus*. La presencia de ambas especies indica que el área conserva condiciones adecuadas de refugio,

CONSULTA PÚBLICA

disponibilidad de alimento y sitios de termorregulación necesarios para el establecimiento de reptiles, particularmente especies asociadas a ambientes con vegetación arbustiva y estructuras naturales como ramas, rocas o suelo descubierto.

Artrópodos

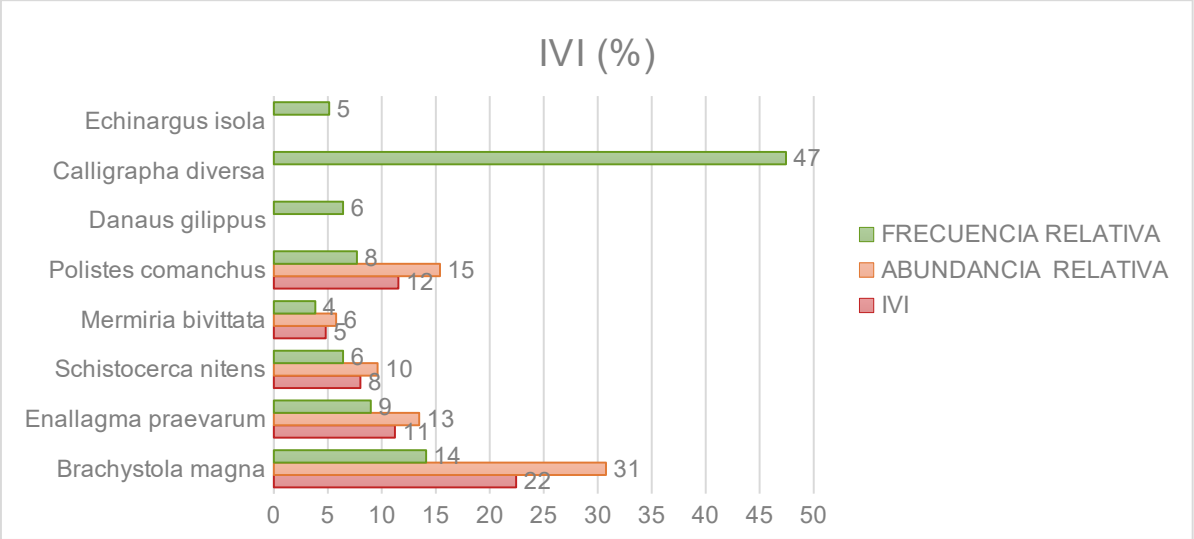
No.	ESPECIES		NUMERO DE INDIVIDUOS	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ESPECIE EN SITIO	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTIFICO					
1	Saltamontes perezoso	*Brachystola magna*	16	31	11	14	22.4
2	Azulilla de Estanque Variable	Enallagma praevarum	7	13	7	9	11.2
3	Langosta Gris Norteña	*Schistocerca nitens*	5	10	5	6	8.0
4	saltamontes de cara oblicua de dos rayas	*Mermiria bivittata*	3	6	3	4	4.8
5	Avispa Papelera Comanche	*Polistes comanchus*	8	15	6	8	11.5
6	Mariposa Reina	*Danaus gilippus*	5	10	5	6	8.0
7	Escarbajo Calígrafo	*Calligrapha diversa*	5	10	37	47	28.5
8	Mariposa Azul del mezquite	*Echinargus isola*	3	6	4	5	5.4
TOTAL			**52**	**100**	**78**	**100**	**100**

Tabla 32. Índices de Biodiversidad de Artrópodos.

N	ESPECIES	INDICE	Pi	ln (Pi)	Pi*LN(	INDICE	H	INDI

CONSULTA PUBLICA

o.	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DE MARGALEF (riqueza especifica)			Pi)	DE SHANNON	MAXIMO	CE DE PIELOU
1	Saltamontes perezoso	*Brachystola magna*		0.3077	1.1787	0.3627			
2	Azulilla de Estanque Variable	*Enallagma praevarum*		0.1346	2.0053	0.2699			
3	Langosta Gris Norteña	*Schistocerca nitens*		0.0962	2.3418	0.2252			
4	saltamontes de cara oblicua de dos rayas	*Mermiria bivittata*	**1.2654**	0.0577	2.8526	0.1646	**1.9253**	**2.0794**	**0.9259**
5	Avispa Papelera Comanche	*Polistes comanchus*		0.1538	1.8718	0.2880			
6	Mariposa Reina	*Danaus gilippus*		0.0962	2.3418	0.2252			
7	Escarbajo Calígrafo	*Calligrapha diversa*		0.0962	2.3418	0.2252			
8	Mariposa Azul del mezquite	*Echinargus isola*		0.0577	2.8526	0.1646			
				1.0000	**17.7865**	**1.9253**			



PÚBLICA

El Índice de Shannon-Wiener (H') presentó un valor de 1.9253, indicando una diversidad media-alta. Este resultado evidencia que la comunidad de artrópodos cuenta con una distribución relativamente equilibrada entre las especies presentes, integrando tanto especies abundantes como especies con menor representación, sin que exista una dominancia marcada de un solo taxón.

La especie con mayor abundancia relativa fue el saltamontes perezoso (*Brachystola magna*), con un valor de Pi = 0.3077, equivalente al 30.77 % de los registros totales, siendo la especie con mayor contribución al índice de diversidad. Le siguieron la avispa papelera comanche (*Polistes comanchus*) con una abundancia relativa de 15.38 %, la azulilla de estanque variable (*Enallagma praevarum*) con 13.46 %, y posteriormente la langosta gris norteña (*Schistocerca nitens*), la mariposa reina (*Danaus gilippus*) y el escarabajo calígrafo (*Calligrapha diversa*), cada una con 9.62 % de abundancia relativa.

Las especies con menor representación dentro de la comunidad fueron el saltamontes de cara oblicua de dos rayas (*Mermiria bivittata*) y la mariposa azul del mezquite (*Echinargus isola*), ambas con un valor de Pi = 0.0577, equivalente al 5.77 % de los registros totales.

El valor de diversidad máxima esperada (H máximo) fue de 2.0794, correspondiente a una comunidad donde todas las especies presentarían una abundancia equivalente. Al comparar este valor con el índice de Shannon obtenido (H' = 1.9253), se observa que la comunidad alcanza aproximadamente el 92.59 % de la diversidad máxima posible, lo cual se confirma mediante el Índice de Equidad de Pielou (J = 0.9259).

El Índice de Pielou de 0.9259 indica una muy alta uniformidad en la distribución de las abundancias, lo que significa que, aunque Brachystola magna presentó la mayor proporción de registros, no existe una dominancia significativa sobre las demás especies. La mayoría de los taxones registrados presentan abundancias relativamente similares, favoreciendo una estructura comunitaria equilibrada.

Desde el punto de vista ecológico, la presencia de diferentes grupos de artrópodos, incluyendo ortópteros (*Brachystola magna*, *Schistocerca nitens, Mermiria bivittata*), lepidópteros (*Danaus gilippus, Echinargus isola*), himenópteros (*Polistes comanchus*) y coleópteros (*Calligrapha diversa*), refleja la disponibilidad de diversos recursos alimenticios y microhábitats dentro del área evaluada. La presencia de especies herbívoras, depredadoras y polinizadoras indica la existencia de interacciones ecológicas variadas.

CONSULTA PÚBLICA

Capítulo IV. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

IV.1. Descripción de la metodología para la identificación, caracterización y evaluación de impactos ambientales.

En el presente capítulo se identifican y evalúan los impactos ambientales, sociales y económicos que pudieran generarse durante las diferentes etapas de implementación del proyecto, considerando las actividades de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono del sitio. Para ello, se analizaron los componentes ambientales y sociales susceptibles de presentar modificaciones derivadas de la interacción con las obras y actividades proyectadas.

La evaluación de los impactos se realizó mediante la aplicación del método matricial de Leopold con modificaciones en sus parámetros de valoración, seleccionado como una herramienta adecuada para identificar, caracterizar y jerarquizar los impactos potenciales asociados al desarrollo del proyecto.

Como parte del proceso de evaluación, se identificaron los factores ambientales que presentan interacción con el proyecto, incluyendo componentes como agua, suelo, atmósfera, flora, fauna, paisaje, aspectos sociales y económicos. Posteriormente, se definieron indicadores ambientales específicos para cada componente, permitiendo valorar la magnitud y significancia de los impactos generados por las actividades del proyecto.

Una vez establecidos los factores e indicadores de evaluación, se integraron las interacciones en matrices de impacto ambiental, considerando criterios como signo, magnitud, temporalidad, extensión, acumulación y sinergia. A partir de estos criterios se realizó la valoración de los impactos potenciales, identificando aquellos de carácter negativo y positivo, así como las medidas necesarias para prevenir, mitigar o compensar las afectaciones ambientales previstas.

IV.1.1 Indicadores o factores ambientales

En el proceso de identificación de los indicadores o factores que pudieran tener una relación y eventualmente ser afectados por la ejecución del proyecto, se considera para su selección, la presencia en el área del proyecto y su relevancia ambiental o social. Cada uno de los factores presenta diversos indicadores específicos, mismos que son propuestos por el equipo de especialistas, con los cuales se evaluará de manera cuantitativa o cualitativa, según el indicador propuesto. Estos factores son evaluados teniendo en cuenta diversos criterios que serán descritos en el siguiente apartado y que consideran su magnitud, temporalidad y extensión.

CONSULTA PÚBLICA

Derivado del análisis del Sistema Ambiental y los aspectos socioeconómicos directamente relacionados con la región y las actividades que considera el proyecto se determinó emplear los siguientes factores:

Tabla 53 Indicadores o factores ambientales

Factores
Agua
Suelo
Atmósfera
Flora
Fauna
Económico

Indicadores específicos por factor evaluado

Factores ambientales		
Físicos	Aire	Contaminación
		Ruido
	Agua	Contaminación
		Recarga subterránea
		Disponibilidad
	Suelo	Contaminación
		Materia orgánica
		Compactación, infiltración
Biológicos	Flora	Riqueza
		Regeneración natural
		Abundancia
	Fauna	Riqueza
		Abundancia
		Hábitat
Paisaje	Valor recreativo	
	Valor estético	

Identificación de impactos

Metodología para identificar y evaluar los impactos

Ambientales

En esta sección se identificarán, caracterizaran, ponderaran y evaluaran los impactos ambientales que se presenten en el proyecto "Columba", teniendo en cuenta las condiciones ambientales, la posibilidad de ocurrencia de los impactos ambientales y el grado de importancia.

Indicadores o factores ambientales, económicos y sociales de impacto

CONSULTA PÚBLICA

Se describe como indicador de impacto ambiental "un elemento del medio ambiente afectado o potencialmente afectado, por un agente de cambio" (Ramos, 1987).

En el proceso de identificación de los indicadores o factores que pudieran tener una relación y eventualmente ser afectados por la ejecución del proyecto, se considera para su selección, la presencia en el área del proyecto y su relevancia ambiental o social.

Se tomaron como indicadores aquellos que se ven afectados por las acciones y los componentes del proyecto, como los de tipo abiótico (aire, agua, suelo, ruido), bióticos (flora y fauna) y socioeconómicos (empleo, actividades económicas, bienestar social, usos y costumbres).

Los indicadores pueden tener un orden jerárquico, el cual, discrimina las relaciones entre las categorías establecidas, permitiendo determinar la tipología del ecosistema (Salazar, 1999).

Criterios adaptados para determinar la significancia de un impacto

La significancia de un impacto se asumió en esta MIA con base en los siguientes criterios de sostenibilidad:

Los impactos derivados de los recursos forestales extraídos alcanzarán significancia en la medida en que la extracción (aprovechamiento) se aproxime a su tasa de renovación.

Los impactos ambientales producidos en el espacio geográfico donde se desarrollará el proyecto, adquieren significancia en la medida en que tal ocupación se aparte de la capacidad de recepción y recuperación del ambiente.

Los impactos que deriven de las emisiones del proyecto serán significativos en la medida en que su volumen se aproxime a la capacidad de asimilación del factor ambiental correspondiente (agua o aire).

Criterios y metodologías de evaluación

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global del proyecto.

CONSULTA PUBLICA

Criterios

Para este proyecto se determinó utilizar los siguientes criterios para la evaluación de los impactos ambientales.

Criterios	Descripción
Signo	Muestra si el impacto es positivo (+), negativo (-) o neutro (0)
Magnitud o dimensión	Se refiere al grado de afectación de un impacto concreto sobre un determinado factor
Extensión o desarrollo	Considera la superficie afectada por un determinado impacto
Temporalidad o permanencia	Este criterio hace referencia a la permanencia de un determinado impacto desde su aparición

Signo

La asignación de este signo permite identificar si se trata de un impacto favorable o adverso.

	(+)	(-)	0
Valor tipo	Positivo favorable	Negativo o adverso	Neutro

Magnitud o dimensión

Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos, este puede ser favorable o desfavorable.

Valor	Intensidad
1 a 2	Irrelevante
3 a 4	Leve
5 a 6	Moderado
7 a 8	Severo
9 a 10	Critico

Extensión o desarrollo

Se refiere a la cobertura, extensión puntual, local, regional y estatal o internacional.

Valor	Cobertura	Extensión
1 – 2	Puntual	Hasta 1 km
3 – 5	Local	Hasta 15 km
6 – 8	Regional	Hasta 150 km
9 – 10	Estatal o Internacional	Más de 150 km

CONSULTA PÚBLICA

Temporalidad

Duración en el tiempo de los impactos ambientales identificados.

Valor	Temporalidad	Plazo
1	Fugaz	Menos de 1 año
5	Temporal	De 1 a 10 años
10	Permanente	Más de 10 años

Etapas seleccionadas para la identificación de impactos de acuerdo con el proyecto

Con la finalidad de establecer un procedimiento simplificado y preciso se decidió identificar los impactos ambientales de acuerdo con la etapa en que se genera. Para este proyecto se identificaron las siguientes etapas y actividades:

Etapa	Actividad
Preparación del sitio	Trazo y nivelación
	Trabajos de desmonte
	Trabajos de despalme

Matriz de Impactos Ambientales

La matriz propuesta permitirá valorar e identificar la magnitud de los impactos ambientales, considerando los diferentes elementos del ecosistema, a partir de este análisis se podrá describir la manera en que se llevará a cabo el impacto, lo que permitirá posteriormente proponer de manera puntual las medidas de prevención, mitigación, compensación o aquellas otras que sean necesarias para permitir la viabilidad ambiental del proyecto.

Identificación de impactos ambientales

Como se describió anteriormente en este apartado se considera la elaboración de la Matriz de Impacto empleando criterios y actividades del proyecto por etapa para identificar la magnitud, temporalidad y extensión, a continuación, se presenta la matriz de impactos, la cual fue resumida de acuerdo con su magnitud.

Matriz de identificación de impactos		Etapa	Preparación del sitio		
		Actividades	Trazo y nivelación	Trabajos desmonte	Trabajos despalme
Elemento	Indicador	Criterio	Valor del impacto		
Agua	Superficial	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	1	1
	Subterránea	Signo	0	0	0
		Magnitud	0	0	0
Suelo	Erosión	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	2	4
	Caracteristicas físico químicas	Signo	0	0	-
		Magnitud	0	0	1
	Permeabilidad	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	2	3
	Geomorfología	Signo	0	0	-

CONSULTA PÚBLICA

		Magnitud	0	0	1
	Estructura del suelo	Signo	0	0	-
		Magnitud	0	0	2
Atmósfera	Calidad del aire	Signo	0	0	-
		Magnitud	0	0	-
	Estado acústico	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	1	3
	Olores	Signo	0	0	0
		Magnitud	0	0	0
Flora	Terrestre	Signo	-	-	-
		Magnitud	1	5	5
Fauna	Terrestre	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	5	5
	Acuática	Signo	0	0	-
		Magnitud	0	0	1
Paisaje	Relieve	Signo	0	0	0
		Magnitud	0	0	0
	Apariencia visual	Signo	0	-	-
		Magnitud	0	2	2
	Biológico	Signo	-	-	-
		Magnitud	1	1	2
Social	Bienestar social	Signo	0	0	0
		Magnitud	0	0	0
	Riesgo	Signo	0	0	0
		Magnitud	0	0	0
Económico	Empleo	Signo	+	+	+
		Magnitud	2	2	2
	Ingreso	Signo	+	+	+
		Magnitud	1	2	3

Durante la etapa de preparación del sitio, los impactos ambientales se concentran principalmente en las actividades de desmonte y despalme, mientras que el trazo y la nivelación generan afectaciones mínimas. El desmonte representa una de las actividades con mayor incidencia sobre el medio natural, debido a la remoción de la cobertura vegetal, lo que ocasiona impactos de alta magnitud sobre la flora y la fauna terrestre. Asimismo, favorece el incremento de la erosión del suelo, la disminución de la permeabilidad, alteraciones en el paisaje y un aumento temporal del ruido por la operación de maquinaria. De manera similar, el despalme presenta impactos significativos, destacando la afectación a la flora y la fauna terrestre, así como una mayor alteración de las propiedades del suelo, reflejada en el incremento de la erosión, la modificación de su estructura y la reducción de la permeabilidad. Además, esta actividad ocasiona cambios en la apariencia visual del sitio y un incremento en los niveles de ruido, así como afectaciones menores sobre el agua superficial y la fauna acuática.

En contraste, los componentes relacionados con el agua subterránea, la calidad del aire, los olores, el relieve y los aspectos sociales presentan impactos nulos o de muy baja magnitud durante esta etapa. Por otra parte, desde el punto de vista

CONSULTA PÚBLICA

socioeconómico, todas las actividades generan impactos positivos, principalmente por la creación de empleos temporales y el incremento de los ingresos asociados a la ejecución del proyecto. En conjunto, la matriz de identificación de impactos muestra que los efectos más relevantes durante la preparación del sitio se concentran en el medio físico y biológico, particularmente sobre la vegetación, la fauna y el suelo, por lo que resulta indispensable implementar medidas de prevención, mitigación y restauración que reduzcan la magnitud de estas afectaciones y favorezcan la recuperación de las condiciones ambientales del área intervenida.

Identificación de impactos significativos

Una vez evaluados los elementos de magnitud, extensión y temporalidad, se realiza el análisis de impactos significativos los cuales se identifican mediante la siguiente fórmula:

$$Nivel\ de\ Impacto = Sn\left((3 * Mg) + (3 * Ex) + (4 * Tm)\right)$$

Donde:
Sn = Signo
Mg = Magnitud
Ex = Extensión
Tm = Temporalidad
Una vez calculado el Nivel de Impacto se clasifica mediante la siguiente tabla de valores, en dónde:

Valor	Intensidad
-100	Critico
-75	Severo
-50	Moderado
-25	Leve
0	Nulo
25	Bueno
50	Efectivo
75	Importante
100	Trascendente

Esta clasificación establece una ponderación en los diferentes elementos evaluados por factor ambiental, permitiendo identificar aquellos impactos que por alguno de sus efectos al ambiente permita ser considerado bajo alguna categoría que debe analizarse.

Una de las principales consideraciones es que todas aquellas interacciones que por su Nivel de Impacto sean clasificadas con intensidad moderada o mayor, tendrán carácter de significativo. Sin embargo, todas las interacciones serán evaluadas con la finalidad de detectar aquellos otros impactos que sean importantes de atender.

Matriz de Impactos Significativos		Preparación del sitio		
		Trazo y nivelación	Trabajos desmonte	Trabajos despalme
Agua	Superficial	0	-30	-35
	Subterránea	0	0	0
Suelo	Erosión	0	-40	-52

CONSULTA PUBLICA

	Caracteristicas físico químicas	0	0	-32
	Permeabilidad	0	-30	-42
	Geomorfología	0	0	-31
	Estructura del suelo	0	0	-42
Atmósfera	Calidad del aire	0	0	-20
	Estado acústico	0	-22	-20
	Olores	0	0	0
Flora	Vegetación	-30	-62	-61
Fauna	Terrestre	0	-51	-50
	Acuática	0	0	-20
Paisaje	Relieve	0	0	0
	Apariencia visual	0	-30	-20
	Biológico	-12	-31	-31
Social	Bienestar social	0	0	0
	Riesgo	0	0	0
Económico	Empleo	31	41	42
	Ingreso	32	42	42e

La matriz de impactos significativos muestra que los mayores efectos ambientales durante la etapa de preparación del sitio se generan por las actividades de desmonte y despalme. Los componentes más afectados son la vegetación y la fauna terrestre, debido a la pérdida de cobertura vegetal y la alteración del hábitat, seguidos por el suelo, donde destacan los procesos de erosión, la disminución de la permeabilidad y la modificación de su estructura. También se presentan impactos moderados sobre el agua superficial, la calidad del aire, el ruido y la apariencia visual del paisaje. En contraste, el agua subterránea, el relieve y los componentes sociales no presentan afectaciones significativas. Desde el punto de vista económico, todas las actividades generan impactos positivos al promover la creación de empleo y el incremento de los ingresos durante la ejecución del proyecto.

Descripción de Impactos Ambientales

En este apartado se describen los impactos ambientales detectados mediante el análisis de evaluación de impactos ambientales descritos anteriormente con la ayuda de la Matriz de Impactos. La descripción se realiza considerando los factores del ecosistema e indicador, sin embargo, se realiza la agrupación de actividades por etapa cuando existe una afectación similar. Así mismo se identifica la temporalidad y nivel de impacto con la finalidad de hacer énfasis en aquellos que puedan ser de nivel moderado, severo o crítico y que vayan a tener una temporalidad prolongada.

ID	Factor	Descripción de Impacto	Etapas	Temporalidad	Nivel de Impacto
1	Agua	El retiro de la vegetación por acciones de despalme dejará al descubierto suelo que por acción del viento y lluvia puede	PR	Fugaz	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

		depositarse en cuerpos de agua			
2	Suelo	El desmonte y despalme en el área de proyecto dejará al descubierto el horizonte de suelo orgánico, el cual es susceptible de arrastre por efectos del viento y escurrimiento pluvial.	PR	Fugaz y permanente	Moderado
3	Aire	La calidad del aire se verá afectada por la generación de emisiones a la atmósfera de gases de combustión derivados del uso de maquinaria y equipos, así como la generación de partículas suspendidas en las actividades de despalme.	PR	Temporal	Leve
4	Aire	El uso de la maquinaria durante la etapa de preparación del sitio tendrá un efecto negativo derivado de las emisiones de ruido, las cuales serán generadas por la maquinaria y personal en el sitio.	PR	Temporal	Leve
5	Flora	Las actividades contempladas en la preparación del sitio tendrán efectos significativos a la vegetación del área del proyecto debido a su retiro.	PR	Permanente y temporal	Severo
6	Fauna	En la actividad de preparación del sitio se tendrá un efecto negativo a la fauna silvestre derivado de la pérdida de hábitat por retiro de vegetación y movimiento de tierras, así como por la generación de ruido en la zona.	PR	Temporal	Leve
7	Paisaje	Las acciones que impliquen el uso de maquinaria tendrán un efecto negativo a la apariencia visual generada por el movimiento de maquinaria y efectos sobre el estado natural del paisaje, así como por el retiro de vegetación natural.	PR	Permanente	Moderado

CONSULTA PUBLICA

Descripción general de medidas de prevención y mitigación

Todas aquellas actividades que involucran un Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales en general producen o generan un impacto directo sobre los componentes del medio ambiente como el suelo, agua, flora y fauna.

En este capítulo se analizarán los posibles efectos negativos que se ocasionarán con el desarrollo de este proyecto.

Las medidas de mitigación de impactos ambientales son trascendentales en la prevención y/o mitigación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto.

La implementación de medidas puntuales en cada una de las etapas que conforman el desarrollo del proyecto, aunado a su integración a programas de conjunto, que contemplen desde la preparación del sitio y construcción, hasta la etapa de operación y mantenimiento, permiten que este proyecto sea más viable para el cuidado del medio ambiente.

A continuación, se describen las diversas medidas de mitigación de acuerdo con su alcance en relación con los impactos ambientales.

Las medidas propuestas se definen brevemente de la siguiente manera:

Tipo de medida	Descripción
Medidas preventivas (Pr)	Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente
Medidas de remediación (Re)	Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto
Medidas de rehabilitación (Rh)	Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto
Medidas de compensación (Cm)	Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables
Medidas de reducción (Rd)	Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos

Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto

El proyecto propone medidas generales de prevención, mitigación y minimización de los impactos ambientales, así como medidas de mitigación específicas para los impactos detectados mediante el análisis de impactos significativos.

Generales

- Las áreas, actividades o cualquier modificación en las condiciones del proyecto, deberán contar con las autorizaciones correspondientes, respecto a su operación, manejo y control de impactos en materia ambiental.
- Quedará estrictamente prohibido:
    - Llevar a cabo la quema de residuos sólidos que puedan generarse durante las diferentes etapas del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

  - Verter aguas residuales a cualquier cuerpo de agua natural existente.
  - Modificar el cauce natural de los cuerpos de agua existentes.
  - El uso de agroquímicos o sustancias persistentes al ambiente.
  - El uso de productos desechables o plásticos durante la estancia del personal, con la finalidad de reducir el volumen de residuos sólidos.
  - La caza, captura o tráfico de especies de fauna silvestre, tanto en los terrenos del proyecto como en sus colindancias.
- Brindar a los empleados involucrados en el proyecto los equipos de seguridad y capacitación respecto al manejo y operación de equipos.
- Contar con las medidas de seguridad necesarias para atención a contingencias y botiquín de primeros auxilios.
- Deberá tomar las medidas necesarias que limiten la presencia de animales domésticos o exóticos en el área del proyecto.

Factor atentado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Flora	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio que sea propuesto para la instalación de campamento, maquinaria y almacén de materiales deberá establecerse fuera de cauces y en sitios previamente afectados por otras actividades y no se deberán afectar zonas no consideradas para el Cambio de Uso del Suelo.	PR	Ubicación y delimitación del sitio	Sitio no forestal
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio propuesto para campamento y resguardo de maquinaria deberá contar con área especial para resguardo de combustibles, residuos o materiales peligrosos de acuerdo con lo señalado en el Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos. Esta área deberá estar protegida de lluvias, así como prever acciones para	PR, CN	Almacén de RP	Área de campamento

CONSULTA PÚBLICA

		la protección de derrames.			
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Se propone la colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario.	PR, CN	Baño/15 trabajadores	Distribuidos en el área
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Llevar a cabo la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Su disposición final deberá ser periódica y en rellenos sanitarios autorizados.	PR, CN	1 cada 500 m	Zonas de tránsito y campamento
Flora	Medidas de Reducción (Rd)	El derribo de árboles deberá realizarse atendiendo los siguientes pasos: 1. Marqueo de la vegetación ubicada en el área de CUS. 2. Desmonte de la vegetación mediante motosierra, evitando dañar vegetación de lento crecimiento fuera de la zona del proyecto. 3. Troceo y trituración de la vegetación desmontada. 4. Acarreo a sitios adecuados para su manejo que eviten accidentes y afectaciones ambientales.	PR	Reporte fotográfico	Área de Cambio de Uso del Suelo
Agua y Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	Los residuos catalogados como peligrosos, como aceite usado, estopas contaminadas con aceite, filtros, contenedores u otros catalogados como tal por la NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser	PR, CN	Manifiestos de entrega a empresa especializada	Área de manejo de RP

CONSULTA PUBLICA

		resguardados en el almacén de residuos peligrosos y dispuestos o tratados con empresas autorizadas para su manejo.			
Atmósfera y Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	El equipo de transporte y maquinaria deberán circular a una velocidad menor a 30 km/hr dentro del área del proyecto. Asimismo se sugiere la colocación de letreros de señalamiento de velocidad para tránsito de vehículos particulares.	PR, CN	Letreros	Áreas de circulación
Atmósfera	Medidas de Reducción (Rd)	Llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria que emita emisiones a la atmósfera, cumpliendo con las siguientes acciones: - Mantener los dispositivos anticontaminantes de acuerdo con las especificaciones de la maquinaria. - Afinación de motores cada 6 meses. - Servicio de filtro de aceite cada 200 hr. - Cambio de aceite cada 200 hr.	PR, CN	Reporte o bitácora de mantenimiento	No aplica
Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	Se propone instalar EIAAS a lo largo de la superficie que ocupará el proyecto, así como presas filtrantes de gavión. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener azolve arrastrado por lluvias. Se anexa programa de obras de conservación de suelo.	CN	730 de estabilizadores de impacto ambiental aplicados al suelo	Polígonos y cauces, paralelo al proyecto.
Agua y Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	El material vegetal residual producto del desmonte y despalme	CN	Reporte	Área sujeta a CUS

CONSULTA PUBLICA

		que no pueda ser aprovechado será ubicado en sitios dentro del área del proyecto, procurando colocarlo en pendientes pronunciadas y zonas de escurrimiento pluviales para su posterior aprovechamiento en acciones de arrope.			
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Las actividades del proyecto se deberán realizar durante el día, evitando la instalación de reflectores, equipos o actividades ruidosas o luminosas que afecten el desplazamiento de la fauna durante la noche.	PR, CN	Reporte	Área de desplante del proyecto
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Se deberá llevar a cabo la identificación y ahuyentamiento de fauna previo a las actividades de preparación del sitio o construcción, las especies de limitado desplazamiento deberán ser reubicadas a sitios previamente ubicados que permitan su protección y refugio, atendiendo las acciones propuestas en el programa de Protección de Fauna. El programa contempla acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo las Crotalus atrox y Phrynosoma modestum las especies que se encuentran dentro de esta norma. Se	PR, CN	Reporte con No. de especies rescatadas	Área de desplante del proyecto

CONSULTA PUBLICA

		anexan programas específicos para los diferentes grupos de fauna.			
Agua y Suelo	Medida de Rehabilitación (Rh)	Se deberá llevar a cabo un programa periódico de mantenimiento y limpieza de obras y retiro de residuos sólidos concluidas las etapas de construcción.	PR, CN	Reporte fotográfico. Asignación de recursos y contratación	Área de desplante del proyecto
Suelo, Vegetación y Fauna	Medidas de Compensación (Cm)	Se establece como acción de compensación la construcción de barreras de piedra acomodada a curvas de nivel a lo largo de la superficie que ocupará el proyecto. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener el azolve arrastrado por lluvias.	CN	2,100 metros de barrera de piedra acomodada a curvas de nivel	Tierras seleccionadas y cauces que conforman la red hidrológica
Agua y Suelo	Medidas de Remediación (Re)	En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento	PR, CN	Reporte y manifiesto de disposición	Zonas de derrame

CONSULTA PUBLICA

IV.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto.

Tabla 54 Principales obras y actividades desarrolladas en la Región Ecológica y su relación con los impactos ambientales.

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica relacionadas con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)
Desarrollo urbano mediante construcción de fraccionamientos habitacionales, apertura de vialidades y urbanización de terrenos con vegetación natural	Flora (vegetación terrestre)	Eliminación de cobertura vegetal natural por actividades de desmonte asociadas al cambio de uso de suelo	Impacto negativo, permanente, de extensión local, intensidad alta, debido a la remoción de la vegetación y pérdida de cobertura vegetal, ocasionando disminución de hábitat y modificación de la estructura de la comunidad vegetal.
Preparación de terrenos para construcción mediante desmonte y despalme	Suelo (erosión, permeabilidad, estructura y características físico-químicas)	Pérdida de suelo superficial, compactación y modificación de sus propiedades físicas	Impacto negativo, permanente, extensión local, intensidad media-alta, generado por la eliminación de la cubierta vegetal, exposición del suelo y alteración de procesos naturales como infiltración y retención del suelo.
Construcción de vialidades y obras de infraestructura urbana asociadas al crecimiento habitacional	Agua superficial	Modificación de los patrones naturales de escurrimiento superficial	Impacto negativo, permanente, extensión local, intensidad media, debido al incremento de superficies modificadas y cambios en la dinámica natural del agua superficial.
Expansión urbana y transformación de áreas naturales a zonas habitacionales	Fauna terrestre	Pérdida y fragmentación del hábitat, así como desplazamiento de organismos	Impacto negativo, permanente, extensión local, intensidad media-alta, ocasionado por la reducción de áreas de refugio, alimentación y reproducción de especies de fauna silvestre.

CONSULTA PÚBLICA

En la región ecológica donde se inserta el Proyecto, actualmente se desarrollan actividades asociadas al crecimiento urbano, principalmente mediante la construcción de fraccionamientos habitacionales, apertura de vialidades, establecimiento de infraestructura y transformación progresiva de áreas con vegetación natural. Estas actividades representan una de las principales presiones ambientales presentes en la zona, debido a la sustitución gradual de ecosistemas naturales por superficies urbanizadas.

El desarrollo urbano existente y proyectado genera impactos sobre diversos componentes ambientales. En el caso de la vegetación terrestre, la remoción de cobertura vegetal derivada de actividades de desmonte y cambio de uso de suelo ocasiona una disminución de la superficie disponible para las comunidades vegetales, modificando la estructura, composición y distribución de las especies presentes. Este impacto se considera negativo, permanente y de intensidad alta, debido a que implica una transformación directa del hábitat natural dentro del área de intervención.

Respecto al componente suelo, las actividades relacionadas con la preparación del terreno, tales como desmonte, despalme, nivelación y compactación, generan alteraciones en sus propiedades físicas, incluyendo la pérdida de la capa superficial, modificación de la estructura edáfica y disminución de la capacidad natural de infiltración. Estas modificaciones favorecen procesos de degradación del suelo y pueden incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos, especialmente durante eventos de precipitación.

En cuanto al recurso agua, la urbanización modifica los patrones naturales de escurrimiento e infiltración debido al incremento de superficies impermeables asociadas a vialidades, viviendas e infraestructura urbana. Esta transformación puede generar cambios en la dinámica hidrológica local, aumentando la velocidad del escurrimiento superficial y reduciendo las áreas disponibles para la infiltración del agua hacia el subsuelo.

Asimismo, la transformación de áreas naturales en zonas habitacionales ocasiona efectos sobre la fauna terrestre, principalmente por la pérdida y fragmentación del hábitat, reducción de sitios de refugio, alimentación y reproducción, así como el desplazamiento temporal o permanente de organismos hacia áreas con mejores condiciones de conservación. Estos efectos se consideran negativos, permanentes y de intensidad media-alta, debido a que afectan la disponibilidad y conectividad del hábitat para las especies presentes en la zona.

CONSULTA PÚBLICA

IV.3. IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN.

Tabla 55 Impactos ambientales por etapa del proyecto, medidas de manejo ambiental e indicadores de cumplimiento

Describir los impactos ambientales a generar durante cada una de las etapas del Proyecto para cada componente susceptible de ser afectado por las obras y/o actividades						Medidas a implementar durante cada una de las etapas del Proyecto		
Etapa del Proyecto	Obra o actividad del Proyecto	Componente y subcomponente ambiental en el que incide	Impacto ambiental	Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada	Efectos	Tipo de Medida	Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia
Preparación del sitio	Trazo, delimitación del área de trabajo, desmonte y despalme	Flora / Vegetación forestal	Remoción de cobertura vegetal dentro del área sujeta a CUSTF	Impacto adverso, directo, permanente, puntual, de intensidad media-alta debido a la eliminación de vegetación presente en 49.467876 ha	Pérdida de cobertura vegetal, reducción temporal de hábitat y modificación de la estructura vegetal	Mitigación	**Rescate y reubicación de flora silvestre.** Previo al inicio de actividades se realizará la identificación, extracción y reubicación de ejemplares susceptibles de rescate, principalmente especies de lento crecimiento. Aplicación: previo al desmonte. Plazo: durante la etapa de preparación del sitio.	Reporte de rescate, número de ejemplares rescatados, ubicación de sitios de reubicación, evidencia fotográfica y bitácoras
Preparación del sitio	Desmonte y despalme	Fauna / Fauna silvestre	Desplazamiento y posible afectación de organismos de fauna silvestre	Impacto adverso, directo, temporal, local, intensidad media debido a la pérdida temporal de refugio y perturbación por maquinaria	Ahuyentamiento, desplazamiento temporal y riesgo de afectación de especies de lento movimiento	Mitigación	**Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre.** Se realizará previo al inicio de las actividades mediante recorridos de búsqueda, ahuyentamiento, captura y traslado de organismos cuando sea necesario. Aplicación: previo y	Reportes de recorridos, número de organismos rescatados, especies registradas, evidencia fotográfica

CONSULTA PÚBLICA

							durante preparación del sitio.	
Preparación del sitio y construcción	Movimiento de maquinaria, vehículos y retiro de vegetación	Suelo / Calidad y estabilidad del suelo	Incremento de procesos erosivos por exposición del suelo	Impacto adverso, directo, temporal a permanente, local, intensidad media debido al incremento estimado de erosión hídrica y eólica posterior al CUSTF	Pérdida de suelo, arrastre de partículas y disminución de estabilidad superficial	Mitigación y Compensación	**Programa de conservación de suelos.** Construcción de barreras de piedra acomodada a curvas a nivel, sistema zanja-bordo y obras complementarias donde técnicamente sean necesarias. Aplicación: durante construcción y mantenimiento posterior.	Metros lineales construidos, ubicación mediante coordenadas, memoria fotográfica, reportes de supervisión
Preparación del sitio y construcción	Operación de maquinaria y almacenamiento temporal de materiales	Suelo / Calidad del suelo	Contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, aceites o residuos peligrosos	Impacto adverso, directo, temporal, puntual, intensidad baja-media por ocurrencia accidental	Alteración de propiedades físicas y químicas del suelo	Prevención y Restauración	**Manejo adecuado de residuos peligrosos y atención a derrames.** Instalación de áreas específicas para almacenamiento temporal de combustibles y residuos peligrosos, evitando contacto directo con suelo natural. En caso de derrames aplicar acciones conforme a NOM-138-SEMARNAT/SS-2003.	Área de almacenamiento habilitada, manifiestos de entrega, reportes de incidentes, evidencia fotográfica
Preparación del sitio y construcción	Generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial	Suelo / Calidad ambiental	Generación y disposición inadecuada de residuos	Impacto adverso, directo, temporal, local, intensidad baja	Contaminación visual, afectación del suelo y posible atracción de fauna nociva	Prevención	**Programa de manejo integral de residuos.** Colocación de contenedores, separación, almacenamiento temporal y disposición mediante prestadores autorizados. Aplicación: durante todas las etapas del proyecto.	Número y ubicación de contenedores, comprobantes de disposición, reportes fotográficos
Preparación del sitio y construcción	Uso de maquinaria y tránsito vehicular	Atmósfera / Calidad del aire y ruido	Emisión de partículas suspendidas, gases contaminantes y generación	Impacto adverso, directo, temporal, local, intensidad baja-media	Disminución temporal de la calidad del aire y perturbación de fauna cercana	Prevención y Mitigación	**Control de emisiones y tránsito de maquinaria.** Mantenimiento preventivo de maquinaria, restricción de velocidad máxima de 30 km/h y actividades únicamente durante	Bitácoras de mantenimiento, señalización instalada, supervisiones en campo

CONSULTA PÚBLICA

			de ruido				horario diurno.	
Construcción	Instalación de infraestructura urbana y modificación del terreno	Agua / Hidrología superficial y subterránea	Modificación temporal de patrones de escurrimiento e infiltración	Impacto adverso, directo, permanente, local, intensidad media debido a la reducción estimada de infiltración y aumento del escurrimiento superficial	Mayor escorrentía superficial y menor captación natural del agua	Mitigación y Compensación	**Implementación de obras de conservación hidrológica.** Construcción de obras para favorecer retención de sedimentos, control de escurrimientos e infiltración. Aplicación: durante construcción y seguimiento posterior.	Obras ejecutadas, planos, coordenadas, reportes de mantenimiento
Construcción y operación	Presencia de personal y actividades del proyecto	Fauna / Hábitat y comportamiento	Perturbación por ruido, iluminación y presencia humana	Impacto adverso, temporal, local, intensidad baja	Modificación temporal del comportamiento de especies presentes	Prevención	Restricción de actividades nocturnas, prohibición de captura, caza o extracción de fauna y colocación de señalización preventiva.	Señalamientos instalados, capacitación al personal, inspecciones
Construcción y operación	Limpieza y mantenimiento del proyecto	Suelo, vegetación y paisaje	Acumulación de residuos y deterioro visual del sitio	Impacto adverso, temporal, local, intensidad baja	Alteración del paisaje y disminución de calidad ambiental	Restauración	**Programa periódico de limpieza y mantenimiento.** Retiro de residuos generados y conservación de áreas verdes y superficies intervenidas. Aplicación: periódica durante operación.	Reportes fotográficos, bitácoras de limpieza, evidencia de mantenimiento

CONSULTA PÚBLICA

Durante la ejecución del Proyecto, los impactos ambientales estarán asociados principalmente a las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del desarrollo habitacional, particularmente aquellas relacionadas con el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF), remoción de vegetación, modificación del terreno, utilización de maquinaria, generación de residuos y establecimiento de infraestructura urbana.

Durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de trazo, delimitación del área de trabajo, desmonte y despalme ocasionarán impactos directos sobre la vegetación forestal, debido a la eliminación de la cobertura vegetal dentro de la superficie sujeta a CUSTF (49.467876 ha). Este impacto se considera adverso, permanente, puntual y de intensidad media-alta, ya que implica la pérdida de cobertura vegetal, modificación de la estructura de las comunidades vegetales y reducción temporal de espacios disponibles como hábitat para diversas especies. Para disminuir este efecto se contempla la implementación de medidas de mitigación mediante el rescate y reubicación de flora silvestre, priorizando especies de lento crecimiento y aquellas con importancia ecológica, antes del inicio de las actividades de desmonte.

De manera paralela, las actividades de desmonte y despalme pueden generar efectos sobre la fauna silvestre, principalmente por la pérdida temporal de refugios, sitios de alimentación y zonas de desplazamiento. Este impacto se caracteriza como adverso, directo, temporal, local y de intensidad media, debido a que la presencia de maquinaria y trabajadores puede ocasionar el desplazamiento de organismos hacia áreas con mejores condiciones de conservación. Para reducir estos efectos se considera la aplicación de un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, mediante recorridos previos, acciones de ahuyentamiento y, cuando sea necesario, captura y traslado de ejemplares.

Las actividades de retiro de vegetación, movimiento de maquinaria y acondicionamiento del terreno también incidirán sobre el componente suelo, principalmente por el incremento de procesos erosivos derivados de la exposición de la superficie terrestre. Este impacto puede presentarse de manera temporal a permanente, con extensión local e intensidad media, ocasionando pérdida de suelo, arrastre de partículas y disminución de la estabilidad superficial. Como medida de mitigación y compensación se propone la ejecución de un Programa de Conservación de Suelos, mediante la instalación de obras como barreras de piedra acomodada a curvas de nivel, sistemas zanja-bordo y otras acciones destinadas al control de erosión y retención de sedimentos.

Asimismo, durante las etapas de preparación y construcción, el uso de maquinaria y almacenamiento temporal de combustibles o materiales representa un riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales de hidrocarburos o residuos peligrosos. Aunque se considera un impacto adverso de ocurrencia

CONSULTA PÚBLICA

eventual, puntual y de intensidad baja-media, sus efectos pueden modificar las características físicas y químicas del suelo. Por ello, se contemplan medidas preventivas y de restauración enfocadas en el manejo adecuado de residuos peligrosos, establecimiento de áreas de almacenamiento temporal y aplicación de protocolos de atención inmediata en caso de derrames.

La generación de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial durante las actividades del proyecto constituye otro impacto identificado sobre el suelo y la calidad ambiental. Una disposición inadecuada podría generar contaminación visual, alteración del paisaje y atracción de fauna nociva. Para evitarlo se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, basado en la separación, almacenamiento temporal, disposición adecuada y seguimiento mediante registros y comprobantes correspondientes.

En cuanto al componente atmósfera, el uso de maquinaria, tránsito vehicular y actividades constructivas generarán emisiones temporales de partículas suspendidas, gases contaminantes y ruido. Este impacto se considera adverso, directo, temporal, local y de intensidad baja-media, debido a que las alteraciones en la calidad del aire serán principalmente durante la ejecución de las obras. Como medidas preventivas y de mitigación se contempla el mantenimiento periódico de maquinaria, control de velocidad de vehículos, restricción de actividades nocturnas y supervisión del cumplimiento ambiental.

Durante la etapa de construcción, la instalación de infraestructura urbana generará modificaciones sobre la dinámica hidrológica local, debido al cambio de superficies naturales por áreas construidas, lo que puede ocasionar modificaciones en los patrones de escurrimiento superficial e infiltración. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media, debido a la reducción potencial de la capacidad natural del terreno para infiltrar agua y al incremento del escurrimiento superficial. Para compensar y mitigar este efecto se propone la implementación de obras de conservación hidrológica, orientadas al control de escurrimientos, retención de sedimentos y favorecimiento de la infiltración.

Durante la construcción y operación, la presencia humana, generación de ruido e iluminación artificial pueden ocasionar perturbaciones sobre la fauna y su comportamiento, aunque de carácter temporal y baja intensidad. Para reducir estos efectos se establecerán medidas preventivas como la restricción de actividades nocturnas, prohibición de captura o extracción de fauna y colocación de señalización ambiental dirigida al personal.

Finalmente, durante la etapa de operación y mantenimiento, las actividades de limpieza y conservación del proyecto pueden generar impactos asociados a la acumulación de residuos y modificación del paisaje. Estos efectos se consideran adversos, temporales, locales y de baja intensidad, debido a que pueden

CONSULTA PÚBLICA

controlarse mediante acciones periódicas de mantenimiento, retiro adecuado de residuos y conservación de áreas verdes.

En términos generales, los impactos ambientales identificados para el Proyecto corresponden principalmente a la transformación del hábitat natural, modificación del suelo, alteración de procesos hidrológicos y generación de perturbaciones asociadas al desarrollo urbano. Sin embargo, mediante la implementación de programas de rescate de flora y fauna, conservación de suelos, manejo de residuos, control de emisiones y obras de conservación hidrológica, se busca reducir la magnitud de los impactos y mantener la funcionalidad ambiental del área de influencia del proyecto.

IV.4. Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, cierre de operaciones, desmantelamiento, abandono y restauración del sitio.

Los impactos ambientales asociados al desarrollo del Proyecto “Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes futuros” se encuentran relacionados principalmente con las actividades necesarias para la preparación del sitio, urbanización, operación y mantenimiento del desarrollo habitacional. La magnitud e intensidad de los impactos dependen de la interacción entre las actividades proyectadas y las condiciones ambientales actuales del área de estudio.

Las principales modificaciones ambientales se concentran durante la etapa de preparación del sitio asociada al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF), debido a la remoción de vegetación, exposición del suelo y modificación inicial de las condiciones naturales del terreno. Durante la etapa de construcción, los impactos se relacionan principalmente con la modificación física del suelo, instalación de infraestructura urbana, generación de residuos y alteración temporal de las condiciones ambientales locales. Finalmente, durante la operación, los impactos estarán asociados al funcionamiento del desarrollo urbano y al mantenimiento de la infraestructura.

IV.4.1 Etapa de preparación del sitio (CUSTF)

La etapa de preparación del sitio representa la fase con mayor interacción directa con los componentes ambientales, debido a que contempla actividades de rescate ambiental, delimitación del área autorizada, desmonte, despalme, limpieza, nivelación y acondicionamiento del terreno para las obras posteriores.

Previo al inicio de las actividades de remoción de vegetación se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, con la finalidad de disminuir la afectación directa sobre los organismos presentes en el área destinada al CUSTF. Esta actividad permitirá identificar ejemplares susceptibles de rescate, incluyendo especies con importancia ecológica o aquellas consideradas bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-

CONSULTA PÚBLICA

SEMARNAT-2010, así como realizar acciones de ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre.

El principal impacto asociado a esta etapa corresponde a la afectación del componente flora, derivada de las actividades de desmonte y remoción de cobertura vegetal forestal dentro de una superficie de 49.467876 ha. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, puntual y de intensidad media-alta, debido a la pérdida de cobertura vegetal y modificación de la estructura de la comunidad vegetal. Como efecto indirecto se prevé una reducción temporal del hábitat disponible para especies de fauna asociadas.

Para reducir este impacto se aplicarán medidas de mitigación como el rescate y reubicación de flora silvestre, así como la delimitación precisa del polígono autorizado para evitar afectaciones fuera del área aprobada.

En cuanto al componente fauna, las actividades de desmonte, tránsito de maquinaria y presencia de personal generarán perturbaciones temporales asociadas al ruido, vibraciones y pérdida de refugios, ocasionando el desplazamiento de organismos hacia zonas con condiciones ambientales similares. Este impacto se considera adverso, directo, temporal, local y de intensidad media. La implementación del programa de rescate y reubicación permitirá disminuir el riesgo de afectación directa sobre individuos de fauna silvestre.

El componente suelo será afectado principalmente durante las actividades de despalme, debido al retiro de la capa superficial con contenido orgánico, raíces y material vegetal. Esta modificación puede incrementar la susceptibilidad a procesos erosivos tanto hídricos como eólicos, además de alterar temporalmente propiedades físicas como estructura, permeabilidad y estabilidad superficial del terreno. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media.

Como medida de manejo se contempla el aprovechamiento del suelo orgánico retirado, mediante su almacenamiento temporal dentro del predio para su posterior utilización en áreas verdes, conservación o acciones de restauración. Asimismo, se implementarán obras de conservación de suelo orientadas al control de erosión y retención de sedimentos.

Durante los trabajos de preparación del terreno, el uso de maquinaria pesada como bulldozer, excavadoras, retroexcavadoras, compactadores y camiones de volteo generará emisiones temporales de partículas suspendidas, gases contaminantes y ruido. Estos impactos se consideran adversos, temporales, locales y de baja a media intensidad, debido a que estarán limitados al periodo de

CONSULTA PÚBLICA

ejecución de las actividades. Para su control se aplicarán medidas como mantenimiento preventivo de maquinaria, control de velocidad vehicular y supervisión ambiental durante los trabajos.

IV.4.2 Etapa de construcción

Durante la etapa de construcción se desarrollarán las actividades relacionadas con la urbanización del predio, incluyendo la construcción de plataformas, terracerías, excavaciones para servicios, instalación de infraestructura urbana, pavimentación de vialidades y preparación de lotes.

Los principales impactos estarán relacionados con la modificación de las condiciones físicas del suelo debido a cortes, rellenos, compactación y movimiento de materiales. Estas actividades pueden generar cambios en la estructura del suelo, disminución de la capacidad de infiltración y alteraciones locales en la estabilidad superficial.

Para minimizar estos efectos se aplicarán medidas de manejo enfocadas en el adecuado control de materiales, conservación del suelo y ejecución de obras complementarias para el control de erosión.

En relación con el componente agua, la instalación de vialidades e infraestructura urbana generará modificaciones en los patrones naturales de escurrimiento superficial e infiltración, debido al incremento de superficies modificadas e impermeables. Este impacto se considera adverso, directo, permanente, local y de intensidad media. Para su manejo se contempla la implementación de obras de conservación hidrológica y protección de escurrimientos naturales, con el objetivo de mantener la funcionalidad hidráulica del sitio.

La generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos derivados de las actividades constructivas representa un riesgo potencial de contaminación del suelo y afectación del paisaje. Para evitar estos efectos se aplicará un programa de manejo integral de residuos, considerando separación, almacenamiento temporal y disposición mediante sitios autorizados.

Asimismo, la operación de maquinaria y actividades constructivas generarán incremento temporal de niveles sonoros, por lo que se implementarán acciones de mantenimiento preventivo de equipos y control de horarios de operación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.4.3 Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de operación iniciará una vez concluidas las obras de urbanización y comprende la ocupación progresiva de los lotes habitacionales y funcionamiento de la infraestructura urbana.

Durante esta etapa los impactos ambientales estarán relacionados principalmente con el incremento en la generación de residuos sólidos urbanos, producción de aguas residuales, consumo de recursos y mantenimiento de infraestructura.

El funcionamiento del sistema sanitario será fundamental para evitar afectaciones al componente agua, por lo que se deberá garantizar la operación adecuada de las redes de drenaje y servicios asociados.

La generación permanente de residuos sólidos urbanos será manejada mediante programas de recolección, separación y disposición adecuada, evitando contaminación del suelo y afectaciones al paisaje.

Asimismo, la modificación del paisaje natural derivada de la presencia permanente de infraestructura urbana representa un impacto residual del proyecto. Para disminuir este efecto se considera el mantenimiento de áreas verdes y espacios destinados a integración paisajística.

IV.4.4 Etapa de abandono del sitio

Debido a la naturaleza del proyecto y considerando una vida útil estimada mínima de 30 años, no se contempla el abandono del sitio dentro del horizonte de evaluación ambiental.

Sin embargo, en caso de presentarse esta situación, se deberán implementar acciones orientadas al retiro de infraestructura fuera de operación, limpieza del área, estabilización del terreno y, cuando sea técnicamente viable, acciones de restauración ambiental encaminadas a reducir procesos de degradación y recuperar parcialmente las condiciones del sitio.

IV.5. Nivel más detallado y específico derivado de un componente ambiental.

Tabla 56 Impactos ambientales significativos identificados durante la etapa de preparación del sitio.

ID	Factor	Descripción de Impacto	Etapas	Temporalidad	Nivel de Impacto
1	Agua	El retiro de la vegetación por acciones de despalme dejará al descubierto suelo que por acción del viento y lluvia	PR	Fugaz	Moderado

CONSULTA PÚBLICA

		puede depositarse en cuerpos de agua			
2	Suelo	El desmonte y despalme en el área de proyecto dejará al descubierto el horizonte de suelo orgánico, el cual es susceptible de arrastre por efectos del viento y escurrimiento pluvial.	PR	Fugaz y permanente	Moderado
3	Flora	Las actividades contempladas en la preparación del sitio tendrán efectos significativos a la vegetación del área del proyecto debido a su retiro.	PR	Permanente y temporal	Moderado
4	Fauna	En la actividad de preparación del sitio se tendrá un efecto negativo a la fauna silvestre derivado de la pérdida de hábitat por retiro de vegetación y movimiento de tierras, así como por la generación de ruido en la zona.	PR	Temporal	Leve

Modificación negativa en la calidad y estabilidad de los componentes o factores bióticos y abióticos de un ecosistema o ecosistemas y sus interrelaciones existentes, que se ubican dentro de una misma región ecológica y que son consecuencia de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y/o residuales, derivados de las obras y actividades pretendidas de un proyecto, al interactuar con la dinámica propia del sistema, manifestándose como la respuesta del factor ambiental afectado de manera directa o indirecta, con magnitud e intensidad medibles, observables y ponderados en términos de indicadores de la calidad ambiental, basado en estudios técnicos aplicados para su determinación. Se deberá incluir el análisis y descripción resultante de la magnitud e intensidad de la(s) modificación(es) al ambiente de la región ecológica ocasionados por la interacción de las actividades antrópicas durante todas las etapas del proyecto que determinarán las medidas ambientales por implementar.

Dichos efectos pueden clasificarse en:

- Efectos directos: Ocurren en el mismo sitio y tiempo (de forma inmediata) donde se genera el impacto.

- Efectos indirectos: Ocurren de manera posterior en el tiempo o alejados en distancia, de donde se genera el impacto.

CONSULTA PUBLICA

6. Análisis de la modificación ambiental del componente suelo derivada de los impactos ambientales significativos.

La ejecución del Proyecto generará modificaciones en la calidad y estabilidad de los componentes ambientales del ecosistema, principalmente sobre el componente suelo, derivadas de las actividades de desmonte, despalme y preparación del terreno asociadas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). La remoción de la cobertura vegetal representa una modificación directa de las condiciones naturales del sitio, al disminuir la protección superficial del suelo y alterar la interacción existente entre vegetación, suelo y procesos hidrológicos.

La pérdida de cobertura vegetal favorece el incremento de procesos erosivos debido a una mayor exposición del suelo ante agentes naturales como la precipitación y el viento, modificando la estabilidad del terreno y aumentando la pérdida de partículas. Esta modificación ambiental puede generar efectos acumulativos al interactuar con los procesos de transformación territorial presentes en la región, así como efectos sinérgicos al relacionarse con otros impactos derivados del proyecto, como la reducción de infiltración, modificación de escurrimientos superficiales y pérdida de hábitat.

Tabla 57 Tasas de erosión bajo el escenario actual y con CUSTF

Tipo de erosión	Escenario 1 (ton/año)	Escenario 2 (ton/año)	Incremento (ton/año)
Hídrica	627.8931935	1674.381849	1046.4886
Eólica	1581.850283	4218.267421	2636.4171
Total	2209.743476	5892.64927	3,682.9057

Para determinar la magnitud de esta modificación ambiental se utilizaron indicadores cuantitativos obtenidos mediante la estimación de erosión hídrica y eólica para las condiciones actuales del sitio y las condiciones posteriores al cambio de uso de suelo. Los resultados muestran que, bajo el escenario actual, la pérdida estimada de suelo corresponde a 2,209.7435 toneladas/año, mientras que después de la ejecución del proyecto se estima una pérdida de 5,892.6493 toneladas/año, representando un incremento de 3,682.9057 toneladas/año.

De manera específica, la erosión hídrica presenta un incremento de 1,046.4886 toneladas/año, al pasar de 627.8932 toneladas/año en las condiciones actuales a 1,674.3818 toneladas/año posterior al cambio de uso de suelo. Por su parte, la erosión eólica presenta un incremento de 2,636.4171 toneladas/año, pasando de 1,581.8503 toneladas/año a 4,218.2674 toneladas/año.

Estos resultados constituyen un indicador medible de la modificación negativa en la estabilidad del componente suelo, evidenciando que las actividades del

CONSULTA PÚBLICA

proyecto generarán una alteración en los procesos naturales de conservación y protección del terreno. Por sus características, este impacto se considera adverso, directo, local y de intensidad media, con una permanencia asociada a la transformación del uso del suelo.

Si bien se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación, como obras de conservación de suelo, control de escurrimientos y manejo adecuado del suelo vegetal, la modificación de las condiciones originales del sitio representa un efecto residual, debido a que la recuperación completa de las características naturales del ecosistema no ocurrirá durante la vida útil del proyecto.

Por lo anterior, el incremento estimado de los procesos erosivos representa una modificación ambiental significativa, debido a que afecta la calidad y estabilidad del suelo y modifica las interrelaciones naturales entre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema.

IV.6. Análisis de la magnitud e intensidad de las modificaciones ambientales ocasionadas.

La magnitud e intensidad de dichas modificaciones fueron determinadas considerando la interacción entre las actividades del proyecto y la dinámica natural del ecosistema, mediante indicadores ambientales cuantificables obtenidos a partir de estudios técnicos específicos, permitiendo identificar los efectos directos e indirectos generados sobre los componentes bióticos y abióticos.
Los efectos directos corresponden a aquellos que ocurren de manera inmediata en el sitio donde se desarrolla la actividad que origina el impacto. Para el presente proyecto, se identifican como efectos directos la eliminación de la cobertura vegetal forestal dentro del área autorizada para CUSTF, la remoción del suelo superficial durante las actividades de despalme y la modificación física del terreno por movimiento de maquinaria y conformación de superficies.
Por otra parte, los efectos indirectos corresponden a aquellos que se manifiestan posteriormente o fuera del sitio donde se genera la actividad inicial, como consecuencia de la interacción entre los componentes ambientales modificados. En este sentido, la pérdida de cobertura vegetal puede ocasionar efectos secundarios como incremento de procesos erosivos, modificación de patrones de escurrimiento superficial, reducción de sitios de refugio para fauna y cambios en la funcionalidad ambiental del ecosistema.
En este contexto, uno de los principales efectos ambientales identificados corresponde a la modificación de la estabilidad del componente suelo derivada del incremento de procesos erosivos. La eliminación de la vegetación disminuye la protección natural del suelo, favoreciendo la acción del viento y del agua sobre la superficie expuesta.

CONSULTA PÚBLICA

De acuerdo con la estimación de erosión realizada para el proyecto, bajo las condiciones actuales del sitio se presenta una pérdida estimada de 2,209.7435 toneladas/año, mientras que posterior a la ejecución del CUSTF se estima una pérdida de 5,892.6493 toneladas/año, representando un incremento de 3,682.9057 toneladas/año. Este incremento evidencia una modificación cuantificable en la estabilidad del suelo, asociada directamente a las actividades de preparación del sitio.

El incremento estimado corresponde a una modificación ambiental de intensidad media, con efectos directos sobre el suelo por la remoción de la cobertura vegetal y efectos indirectos sobre otros componentes ambientales, principalmente agua y fauna, debido a la modificación de procesos naturales como infiltración, escurrimiento y disponibilidad de hábitat.

Derivado de lo anterior, los resultados obtenidos permiten establecer las medidas ambientales necesarias, enfocadas principalmente en la conservación de suelo, control de escurrimientos, rescate de flora y fauna, manejo adecuado de residuos y seguimiento de las condiciones ambientales durante las diferentes etapas del proyecto.

IV.7. Acciones para la Prevención, Mitigación, Restauración y Compensación de Impactos Ambientales

La implementación de acciones específicas en cada una de las etapas del proyecto, junto con su integración en programas integrales que abarcan desde la preparación del sitio y la construcción hasta la operación y el mantenimiento, permite que el proyecto se ejecute de manera más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

A continuación, se describen las diferentes medidas de mitigación según su alcance y relación con los impactos ambientales.

Las medidas propuestas se definen brevemente de la siguiente manera:

Tabla 58 Clasificación y descripción de las medidas de manejo ambiental.

Tipo de medida	Descripción
Medidas preventivas (Pr)	Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente
Medidas de remediación (Re)	Estas acciones tienen como fin contrarrestar los efectos negativos provocados por las actividades del proyecto
Medidas de rehabilitación (Rh)	Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto
Medidas de compensación (Cm)	Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables

CONSULTA PUBLICA

Medidas de reducción (Rd)	Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema serán mínimos

IV.8.1 Medidas preventivas o de mitigación generales propuestas para el proyecto

- Con la finalidad de prevenir, minimizar y mitigar los impactos ambientales derivados de las diferentes etapas del proyecto Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes futuros, se proponen las siguientes medidas generales de prevención y control, mismas que deberán complementarse con las medidas específicas derivadas de la evaluación de impactos significativos:
- Todas las obras, actividades y modificaciones asociadas al proyecto deberán realizarse conforme a las autorizaciones, permisos, licencias y demás disposiciones aplicables en materia ambiental, urbana, de seguridad y protección civil, así como en apego a las condicionantes que emitan las autoridades competentes.
- Cualquier modificación al diseño, distribución de obras, superficie de afectación o condiciones originalmente planteadas para el proyecto deberá ser previamente evaluada y, en su caso, sometida a la autorización correspondiente.
- Las áreas de trabajo, maniobra, almacenamiento temporal de materiales y disposición de residuos deberán delimitarse claramente, con el fin de evitar afectaciones fuera de la superficie autorizada para el desarrollo del fraccionamiento.
- La remoción de vegetación, el movimiento de tierras, la circulación de maquinaria y el almacenamiento temporal de materiales deberán restringirse exclusivamente a las áreas destinadas para la ejecución del proyecto.
- Quedará estrictamente prohibida la quema de residuos sólidos, restos de vegetación, empaques, cartón, madera o cualquier otro material generado durante las diferentes etapas del proyecto.
- No se permitirá el vertimiento de aguas residuales, combustibles, aceites, grasas, pinturas, solventes o cualquier otra sustancia contaminante al suelo, a la red de drenaje pluvial, a escurrimientos naturales o a cualquier cuerpo de agua presente en el área de influencia del proyecto.
- Quedará prohibida la disposición inadecuada de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial o residuos peligrosos dentro del predio o en sus colindancias, por lo que éstos deberán ser recolectados, almacenados temporalmente y dispuestos conforme a la normatividad aplicable.
- Se deberá implementar un manejo adecuado de los residuos generados durante las distintas etapas del proyecto, promoviendo su separación, almacenamiento temporal en sitios definidos y disposición final a través de prestadores de servicio autorizados.

CONSULTA PÚBLICA

- Se promoverá entre el personal la reducción en el uso de materiales desechables y plásticos de un solo uso, a fin de disminuir la generación de residuos sólidos durante la ejecución del proyecto.
- Quedará estrictamente prohibida la caza, captura, molestia, recolección o comercialización de ejemplares de fauna silvestre dentro del predio y en sus áreas colindantes.
- Deberán adoptarse las medidas necesarias para evitar la presencia de animales domésticos dentro del área del proyecto, con el propósito de prevenir perturbaciones a la fauna silvestre y alteraciones a las condiciones ambientales del sitio.
- El personal involucrado en la ejecución del proyecto deberá contar con el equipo de protección personal correspondiente, así como con capacitación básica en materia de seguridad, manejo adecuado de residuos, prevención de accidentes y atención a contingencias.
- En el sitio del proyecto deberán mantenerse disponibles botiquines de primeros auxilios, extintores y materiales básicos para la atención de contingencias menores o derrames accidentales, con la finalidad de responder de manera oportuna ante cualquier eventualidad.

Tabla 59 Programa de medidas de manejo ambiental para la prevención, reducción, rehabilitación, compensación y remediación de los impactos ambientales.

Factor atentado	Tipo de medida	Descripción de medida de mitigación	Etapa de aplicación	Unidad de medida y/o evidencia	Ubicación
Suelo y Flora	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio que sea propuesto para la instalación de campamento, maquinaria y almacén de materiales deberá establecerse fuera de cauces y en sitios previamente afectados por otras actividades y no se deberán afectar zonas no consideradas para el Cambio de Uso del Suelo.	P1	Ubicación y delimitación del sitio	Sitio no forestal
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	El sitio propuesto para campamento y resguardo de maquinaria deberá contar con área especial para resguardo de combustibles, residuos o materiales	P1, C1	Almacén de RP	Área de campamento

CONSULTA PÚBLICA

		peligrosos de acuerdo con lo señalado en el Reglamento correspondiente en materia de residuos peligrosos. Esta área deberá estar protegida de lluvias, así como prever acciones para la protección de derrames.			
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Se propone la colocación y distribución de 1 baño portátil por cada 15 trabajadores en los sitios en los que no se cuente con el servicio sanitario.	P1, C1	Baño/15 trabajadores	Distribuidos en el área
Agua y Suelo	Medidas Preventivas (Pr)	Llevar a cabo la colocación de contenedores para la recolección de residuos sólidos urbanos, distribuidos en las áreas de generación. Su disposición final deberá ser periódica y en rellenos sanitarios autorizados.	P1, C1	1 cada 500 m	Zonas de tránsito y campamento
Flora	Medidas de Reducción (Rd)	El derribo de árboles deberá realizarse atendiendo los siguientes pasos: 1. Marqueo de la vegetación ubicada en el área de CUS. 2. Desmonte de la vegetación mediante motosierra, evitando dañar vegetación de lento crecimiento fuera de la zona del proyecto. 3. Troceo y trituración de la vegetación desmontada. 4. Acarreo a sitios adecuados para su manejo que eviten accidentes y afectaciones ambientales.	P1	Reporte fotográfico	Área de Cambio de Uso del Suelo
Agua y Suelo	Medidas de Reducción	Los residuos catalogados como	P1, C1	Manifiestos de entrega a	Área de manejo de RP

CONSULTA PUBLICA

	(Rd)	peligrosos, como aceite usado, estopas contaminadas con aceite, filtros, contenedores u otros catalogados como tal por la NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser resguardados en el almacén de residuos peligrosos y dispuestos o tratados con empresas autorizadas para su manejo.		empresa especializada	
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	El equipo de transporte y maquinaria deberán circular a una velocidad menor a 30 km/hr dentro del área del proyecto. Asimismo, se sugiere la colocación de letreros de señalamiento de velocidad para tránsito de vehículos particulares.	P1, C1	Letreros	Áreas de circulación
Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	Se propone realizar barreras de piedra acomodada a curvas de nivel a lo largo de la superficie que ocupará el proyecto, así como presas filtrantes de gavión. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener azolve arrastrado por lluvias..	C1	2,100 metros lineales de barreras de piedra acomodada a curvas de nivel.	Polígonos y cauces, paralelo al proyecto.
Agua y Suelo	Medidas de Reducción (Rd)	El material vegetal residual producto del desmonte y despalme que no pueda ser aprovechado será ubicado en sitios dentro del área del proyecto, procurando colocarlo en pendientes pronunciadas y zonas de escurrimiento pluviales para su	C1	Reporte	Área sujeta a CUS

CONSULTA PUBLICA

		posterior aprovechamiento en acciones de arrope.			
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Las actividades del proyecto se deberán realizar durante el día, evitando la instalación de reflectores, equipos o actividades ruidosas o luminosas que afecten el desplazamiento de la fauna durante la noche.	P1, C1	Reporte	Área de desplante del proyecto
Fauna	Medidas de Reducción (Rd)	Se deberá llevar a cabo la identificación y ahuyentamiento de fauna previo a las actividades de preparación del sitio o construcción, las especies de limitado desplazamiento deberán ser reubicadas a sitios previamente ubicados que permitan su protección y refugio, atendiendo las acciones propuestas en el programa de Protección de Fauna. El programa contempla acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	P1, C1	Reporte con No. de especies rescatadas	Área de desplante del proyecto
Agua y Suelo	Medida de Rehabilitación (Rh)	Se deberá llevar a cabo un programa periódico de mantenimiento y limpieza de obras y retiro de residuos sólidos concluidas las etapas de construcción.	P1, C1	Reporte fotográfico. Asignación de recursos y contratación	Área de desplante del proyecto
Suelo, Vegetación y Fauna	Medidas de Compensación (Cm)	Se establece como acción de compensación la construcción de barreras de piedra acomodada a curvas de nivel a lo largo de la superficie que	C1	2,100 metros de barrera de piedra acomodada a curvas de nivel	Tierras seleccionadas y cauces que conforman la red hidrológica

CONSULTA PUBLICA

		ocupará el proyecto. Estas obras permitirán disminuir el escurrimiento y retener el azolve arrastrado por lluvias.			
Agua y Suelo	Medidas de Remediación (Re)	En caso de derrame de combustibles o aceites sobre suelo natural deberá realizarse la remediación del sitio atendiendo las especificaciones de la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. En caso de retiro se deberá enviar a una empresa autorizada para su tratamiento o confinamiento	P1, C1	Reporte y manifiesto de disposición	Zonas de derrame

IV.9. Indicadores de Cumplimiento y Eficacia de las Medidas Ambientales.

Tabla 60 Indicadores de seguimiento para la evaluación de la eficacia de las medidas ambientales.

Componente ambiental	Impacto identificado	Medida propuesta	Indicador de seguimiento	Método de cálculo	Unidad
Suelo	Incremento de erosión hídrica de 1,046.4886 t/año	Construcción de 17,500 m lineales de barreras de piedra acomodada en curvas a nivel	Capacidad de retención de sedimentos instalada	Metros lineales construidos × capacidad de retención estimada por metro lineal (0.2994 t/m)	toneladas retenidas
Suelo	Pérdida de suelo por erosión hídrica	Barreras de piedra acomodada	Cumplimiento de construcción de obras	(Metros lineales construidos / Metros lineales programados) ×100	%

CONSULTA PUBLICA

Agua	Disminución de infiltración de 5,321.91 m³/año	Construcción de sistema zanja-bordo	Volumen anual de captación e infiltración generado	Longitud construida × capacidad de almacenamiento × número de eventos efectivos de captación	m³/año
Agua	Incremento de escurrimiento superficial	Obras de conservación de suelo y agua	Diferencia de escurrimiento antes y después de obras	Escurrimiento escenario con proyecto – Escurrimiento escenario actual	m³/año
Suelo y vegetación	Incremento de erosión eólica de 2,636.4171 t/año	Cortinas rompevientos y revegetación	Superficie protegida mediante barreras vegetales	Área con cortinas establecidas / área considerada para tratamiento ×100	%
Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal	Revegetación con especies nativas	Supervivencia de individuos establecidos	Individuos vivos después del periodo de evaluación / individuos plantados ×100	% supervivencia
Suelo	Recuperación de estabilidad superficial	Barreras vivas y cobertura vegetal	Cobertura vegetal recuperada	Cobertura vegetal final - cobertura inicial	% de cobertura

CONSULTA PÚBLICA

Los indicadores establecidos para evaluar la eficacia de las medidas de mitigación propuestas se derivan de los impactos ambientales cuantificados durante la evaluación del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. En particular, se consideraron como variables de seguimiento los incrementos estimados de erosión hídrica (1,046.4886 t/año), erosión eólica (2,636.4171 t/año) y disminución potencial de infiltración (5,321.91 m³/año), de manera que las medidas

implementadas puedan ser verificadas mediante parámetros comparables con las condiciones proyectadas.

IV. 10. Consideraciones sobre la estimación económica de las medidas ambientales.

La valoración económica presentada corresponde a una estimación preliminar de los costos asociados a la implementación de las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración ambiental propuestas para el proyecto. Es importante señalar que la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) no establecen un tabulador único de costos aplicable a las obras de conservación de suelo y agua, debido a que los requerimientos económicos pueden variar en función de las condiciones particulares del sitio, tales como accesibilidad del terreno, pendiente, disponibilidad de materiales locales, características edáficas, requerimientos de mano de obra, utilización de maquinaria y condiciones regionales de ejecución.

En este sentido, los costos fueron estimados con base en valores de referencia empleados para la ejecución de obras de conservación de suelos forestales en ecosistemas áridos y semiáridos, considerando los rendimientos constructivos, materiales requeridos, establecimiento de vegetación, actividades de mantenimiento y acciones de seguimiento ambiental.

Tabla 61 Presupuesto estimado para la implementación de las medidas ambientales.

Medida	Cantidad	Unidad	Costo unitario estimado	Costo total estimado
Barreras de piedra acomodada en curvas a nivel (sección 0.30 × 0.30 m)	17,500	m lineales	$180/m	$3,150,000
Sistema zanja-bordo (0.40 × 0.40 m)	8,500	m lineales	$85/m	$722,500
Cortinas rompevientos (establecimiento de 4 hileras con especies nativas)	10	ha	$35,000/ha	$350,000
Revegetación con especies nativas (producción, plantación y mantenimiento inicial)	2,800	plantas	$45/planta	$126,000
Supervisión ambiental, seguimiento y elaboración de informes	12	meses	$18,000/mes	$216,000
Total estimado del programa				$4,564,500

CONSULTA PÚBLICA

ambiental				

IV.11. Resumen del análisis de impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales.

La evaluación ambiental del Proyecto permitió identificar que los principales impactos derivados del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales se concentran en los componentes vegetación, suelo, agua, fauna y servicios ambientales asociados, principalmente como consecuencia de la remoción de cobertura vegetal y la modificación temporal de las condiciones naturales del terreno.

Los impactos considerados como significativos corresponden a la pérdida de cobertura vegetal, la modificación de las condiciones del suelo y los cambios potenciales en los procesos de erosión e infiltración. Estos efectos fueron evaluados mediante la metodología de identificación y valoración de impactos ambientales, considerando las características del área del proyecto, su sensibilidad ambiental y las actividades previstas en cada etapa del desarrollo.

Desde una perspectiva regional, los impactos generados por el proyecto se incorporan a procesos de transformación previamente existentes en la región ecológica, relacionados principalmente con cambios de uso del suelo, fragmentación del hábitat y modificación gradual de la cobertura vegetal. No obstante, debido a la superficie del proyecto, las características del área de influencia y la implementación de medidas ambientales, se prevé que la contribución adicional del proyecto sea controlable y susceptible de mitigación.

Los impactos presentan relaciones acumulativas y sinérgicas principalmente entre la pérdida de vegetación, el incremento de procesos erosivos, la modificación del balance hídrico superficial y la reducción temporal de hábitats disponibles para la fauna. Por ello, las medidas propuestas se plantean bajo un enfoque integral, considerando acciones de prevención, mitigación, compensación y restauración orientadas a conservar la funcionalidad ambiental del sitio.

Después de la aplicación de las medidas ambientales propuestas, permanecerán impactos residuales asociados principalmente a la modificación permanente del uso del suelo dentro del área autorizada; sin embargo, dichos efectos serán compensados mediante la ejecución de obras de conservación de suelo y agua, acciones de restauración con especies nativas, protección de fauna y seguimiento ambiental, buscando reducir la magnitud de los efectos y favorecer la recuperación de los servicios ambientales.

El análisis detallado de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, así como la evaluación de la aplicación y eficacia de las medidas propuestas, se presenta en los anexos técnicos correspondientes,

CONSULTA PÚBLICA

incluyendo las memorias de cálculo, matrices de valoración, estudios ambientales específicos y documentación de seguimiento.

IV.12. Delimitación del Área de Influencia del Proyecto.

La delimitación del Área de Influencia del proyecto se realizó considerando la naturaleza, extensión espacial e intensidad de los impactos ambientales significativos identificados durante la evaluación ambiental, así como los impactos acumulativos, sinérgicos y residuales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto "Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros".

El análisis permitió determinar que los impactos de mayor relevancia corresponden a la remoción de vegetación del Matorral Desértico Micrófilo, la modificación permanente del uso del suelo, la pérdida de hábitat para fauna silvestre, el incremento temporal del riesgo de erosión y generación de sedimentos, así como emisiones de polvo y ruido durante la etapa constructiva.

No obstante, la aplicación de las medidas preventivas, de reducción, rehabilitación, compensación y remediación propuestas disminuye considerablemente la magnitud y permanencia de dichos impactos, limitando su propagación fuera del predio.

IV.12.1 Área de Influencia Directa (AID).

El Área de Influencia Directa corresponde a la superficie donde ocurrirá la intervención física del proyecto y donde se manifiestan de manera inmediata los impactos ambientales derivados de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación.

Esta área comprende las 49.467876 hectáreas destinadas al Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, donde se desarrollarán las actividades de desmonte, despalme, movimientos de tierra, urbanización, instalación de infraestructura y habilitación de lotes.

Dentro de esta superficie se presentan los impactos de mayor intensidad sobre los componentes suelo, vegetación, fauna y paisaje, así como los efectos temporales relacionados con emisiones de polvo, ruido y tránsito de maquinaria.

IV.12.2 Área de Influencia Indirecta.

El Área de Influencia Indirecta corresponde al entorno inmediato al Área de Influencia Directa donde, de manera secundaria y con menor intensidad, pueden manifestarse algunos efectos derivados del proyecto, principalmente asociados a:

CONSULTA PÚBLICA

- Desplazamiento temporal de fauna silvestre;
- Dispersión de partículas de polvo durante las actividades constructivas;
- Generación de ruido por maquinaria y vehículos;
- Modificación local del patrón de escurrimientos superficiales; y
- Alteración visual del paisaje.

Se considera que dichos efectos presentan un comportamiento predominantemente local, debido a que el proyecto corresponde a un desarrollo habitacional, sin procesos industriales ni emisiones permanentes de contaminantes, además de que las medidas de mitigación propuestas limitan su alcance espacial.

La delimitación del Área de Influencia Indirecta comprende el entorno inmediato del predio y la zona de preservación ecológica interna de 27.388724 hectáreas, así como las áreas colindantes que pudieran recibir efectos temporales durante la ejecución de las obras, sin que éstos representen modificaciones permanentes sobre ecosistemas regionales.

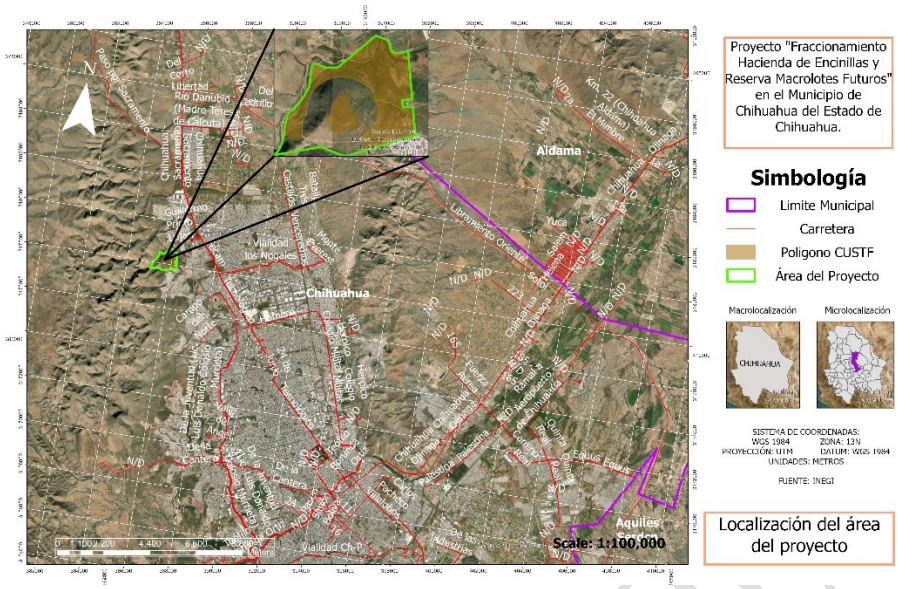
IV.12.3 Justificación.

Los impactos acumulativos y sinérgicos identificados se relacionan principalmente con la pérdida de cobertura vegetal y la modificación del paisaje derivadas del crecimiento urbano existente en la zona. Sin embargo, considerando que el proyecto mantiene una superficie de 27.388724 hectáreas destinada a preservación ecológica, incorpora medidas para el control de erosión mediante barreras de piedra acomodada a curvas de nivel, contempla programas de rescate y reubicación de fauna, manejo adecuado de residuos, control de escurrimientos y restauración de áreas intervenidas, se estima que los impactos residuales permanecerán restringidos al ámbito local.

Asimismo, el análisis territorial demostró que el proyecto no se ubica dentro de Áreas Naturales Protegidas, Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias ni Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, por lo que no se prevén efectos significativos sobre ecosistemas estratégicos o de importancia para la conservación.

En consecuencia, el Área de Influencia definida representa adecuadamente la extensión espacial donde los impactos ambientales del proyecto pueden manifestarse de forma directa e indirecta, siendo congruente con la magnitud del desarrollo, las características ambientales del sitio y las medidas de prevención y mitigación propuestas.

CONSULTA PUBLICA



1. **Figura 1 Localización del área propuesta para CUSTF**

IV.13. Medidas de compensación y/o restauración ambiental.

Tabla 62 Medidas de compensación y restauración ambiental, ubicación e indicadores de cumplimiento y eficacia.

Medidas de compensación y/o restauración ambiental Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
Construcción de 2,100 m lineales de barreras de piedra acomodada a curvas de nivel. Objetivo: compensar la pérdida de cobertura vegetal reduciendo la erosión hídrica, favoreciendo la infiltración y reteniendo sedimentos. Alcance: áreas susceptibles a escurrimiento dentro y colindantes al proyecto. Se ejecutará durante la etapa de construcción y permanecerá durante la operación con mantenimiento periódico.	Áreas con pendiente y cauces naturales dentro del predio.	Indicadores: 2,100 m lineales construidos y en funcionamiento. Unidad: metros lineales (m). Evidencia fotográfica y reportes de inspección.
Conservación de la zona de preservación ecológica de 27.388724 ha, evitando cualquier remoción de vegetación o cambio de uso del suelo. Objetivo: mantener hábitat, conectividad ecológica y los servicios ambientales existentes. La medida será permanente	Zona de preservación ecológica del predio.	Indicadores: superficie conservada sin intervención. Unidad: hectáreas (ha). Inspecciones y evidencia fotográfica periódica.

COPIA PÚBLICA

durante toda la vida útil del proyecto.		
Programa de rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre previo al desmonte. Objetivo: disminuir la mortalidad y favorecer la conservación de las especies presentes. Se implementará antes y durante la preparación del sitio.	Área sujeta a Cambio de Uso de Suelo.	Indicadores: número de recorridos realizados y ejemplares rescatados o reubicados. Unidad: individuos y reportes técnicos.
Restitución y mantenimiento de áreas verdes mediante el establecimiento de vegetación compatible con la región y reposición de ejemplares cuando sea necesario. Objetivo: mejorar el paisaje y contribuir a la recuperación parcial de la cobertura vegetal. Se realizará durante la urbanización y continuará durante la operación.	Áreas verdes, camellones y espacios comunes del desarrollo.	Indicadores: superficie revegetada y porcentaje de supervivencia de la vegetación. Unidad: m² o ha y % de supervivencia.
Programa de mantenimiento y limpieza de obras e infraestructura, incluyendo el retiro de residuos sólidos y materiales de construcción. Objetivo: evitar procesos de contaminación secundaria y conservar las condiciones ambientales del sitio. Se implementará durante la construcción y operación.	Área urbanizable del proyecto.	Indicadores: número de mantenimientos realizados y ausencia de residuos acumulados. Unidad: reportes de mantenimiento e inspecciones.

IV.14. Restauración: Acciones necesarias para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales que en ella se desarrollaban.

El programa de restauración contempla la implementación de acciones orientadas a la recuperación y restablecimiento de las condiciones ambientales de las áreas que pudieran resultar afectadas de manera temporal durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto "Fraccionamiento Hacienda de Encinillas y Reserva Macrolotes Futuros", con la finalidad de favorecer la estabilidad del suelo, reducir procesos erosivos, mejorar las condiciones del paisaje y mantener la continuidad de los procesos ecológicos que puedan desarrollarse dentro del área de influencia del proyecto.

Las acciones de restauración estarán dirigidas principalmente a las áreas utilizadas temporalmente durante la ejecución de las obras, tales como sitios destinados para campamentos, almacenamiento de materiales, maniobras de maquinaria y otras superficies auxiliares que no formen parte de la infraestructura permanente del desarrollo. Una vez concluidas las actividades constructivas en dichas áreas, se realizará la limpieza y retiro de residuos sólidos, materiales sobrantes y cualquier elemento ajeno al entorno natural, así como el acondicionamiento del terreno mediante actividades de nivelación y estabilización superficial, con el propósito de recuperar condiciones adecuadas del sitio.

CONSULTA PÚBLICA

Asimismo, se contempla el establecimiento y mantenimiento de vegetación en las áreas verdes, camellones y espacios comunes del desarrollo mediante el uso de especies adaptadas a las condiciones ambientales de la región, con el objetivo de contribuir a la recuperación parcial de la cobertura vegetal, mejorar la calidad paisajística y favorecer la presencia de elementos ambientales dentro del proyecto. Estas acciones incluirán la reposición de individuos que no presenten supervivencia durante la etapa inicial de establecimiento y el mantenimiento periódico requerido para asegurar su permanencia.

Como parte de las acciones de restauración y conservación ambiental, se dará mantenimiento a las obras de conservación de suelo implementadas, tales como las barreras de piedra acomodada a curvas de nivel y demás estructuras complementarias, con la finalidad de garantizar su funcionalidad en la retención de sedimentos, control de escurrimientos superficiales y disminución de procesos erosivos. Asimismo, se mantendrá la protección de la superficie destinada como zona de preservación ecológica, correspondiente a 27.388724 hectáreas, evitando actividades que impliquen remoción de vegetación o modificaciones adicionales al terreno.

CONSULTA PUBLICA