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

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

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

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

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

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL I-2

I.1 Datos generales del proyecto I-2

I.1.1 Nombre del Proyecto I-2

I.1.2 Ubicación del proyecto I-2

I.1.3 Duración del proyecto I-10

ÍNDICE DE CUADROS:

Cuadro I-1 Consulta SIGEIA Población indígena I-9

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I-1 Croquis de ubicación I-3
Figura I-2 Regionalización Sísmica I-5
Figura I-3 Susceptibilidad a deslizamientos I-6
Figura I-4 Riesgo por inundaciones I-7

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Modernización del camino Ignacio Zaragoza-San Diego de Alcalá, Tramo del km 4+400 al km 12+000.

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado dentro del Ejido San Diego de Alcalá, en la región noroeste del municipio de Canatlán, en el estado de Durango.

Código postal: C.P. 34440

Entidad federativa: Estado de Durango

Municipio(s) o delegación(es): El proyecto se localiza en el municipio de Canatlán, Dgo.

Localidad(es): Las localidades beneficiadas por la obra en estudio principalmente serán: San Diego Alcalá e Ignacio Zaragoza.

Coordenadas geográficas y/o UTM: Se enlistan las coordenadas de los puntos de inflexión en formato electrónico dentro de la carpeta denominada Anexos_Digitales_Ad5.

En la figura I.1 se muestra la ubicación del camino en el contexto estatal y municipal.

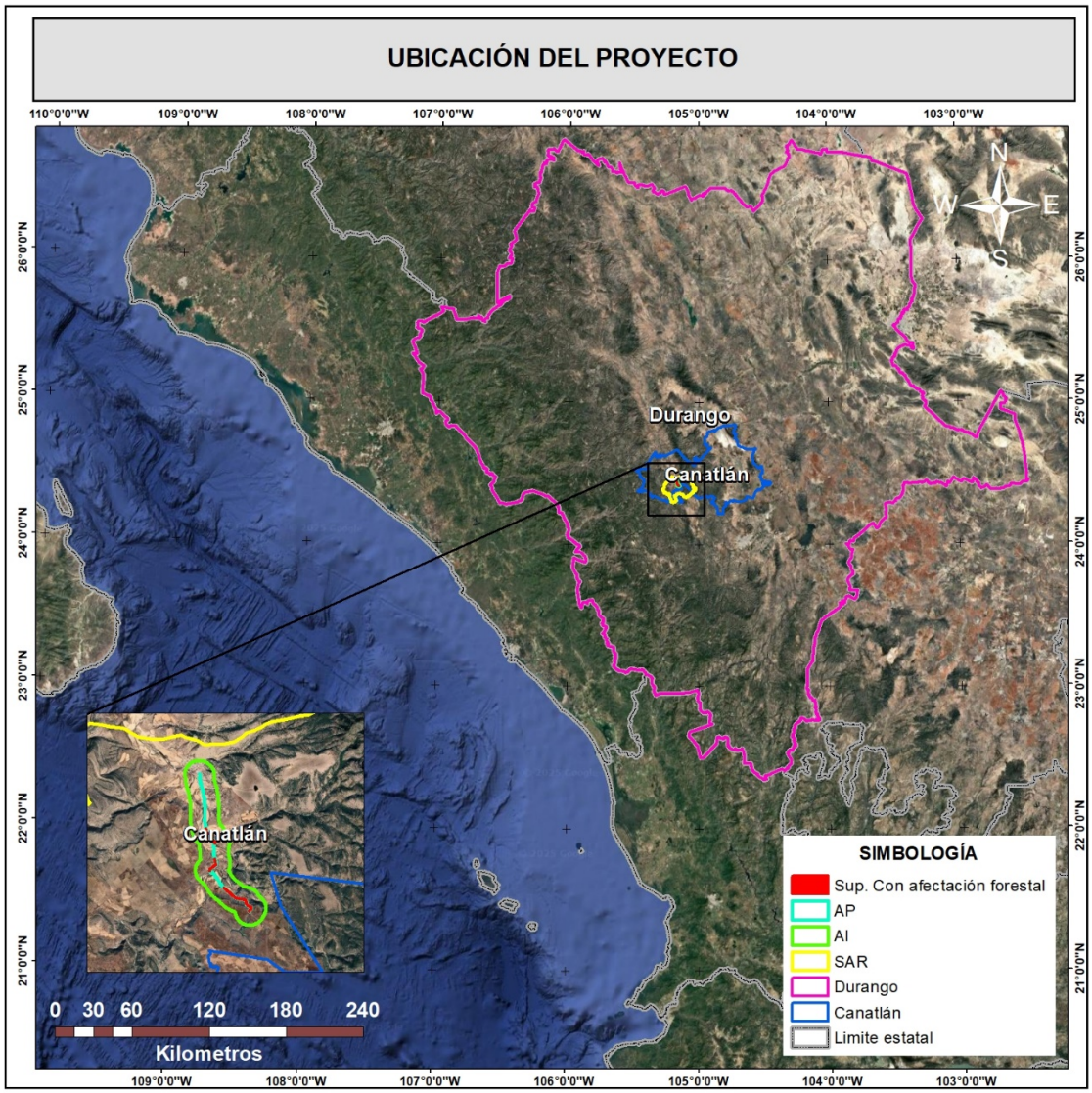

Figura I-1 Croquis de ubicación

La figura anterior se encuentra como anexo en la carpeta Anexos capítulo I, 1.-croquis de ubicación.

Indicar si el proyecto se ubica en zona de riesgo como paredes de cañones, lechos y cauces de arroyos, zonas de fallas geológicas, de deslizamiento, de inundación, así como en zonas de litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión, en desembocaduras y ríos áreas identificadas como altamente vulnerables al cambio climático. (Consultar el Atlas Nacional de Riesgos, Atlas de Vulnerabilidad Hídrica, CENAPRED, entre otros).

Partes del proyecto se encuentran cerca del Río Santiago y se identifica el cruce de este en una ocasión.

Para determinar la susceptibilidad de la zona a los sismos, se consultó el sitio web del CENAPRED, de donde se obtuvo la siguiente información:

En la República Mexicana se ha definido la regionalización sísmica mediante el empleo de registros históricos y se cuentan con cuatro zonas: La zona A, (asísmica), es aquella donde no se tienen registros históricos, no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años y donde las aceleraciones del terreno se esperan menores al 10% del valor de la gravedad (G).

Las zonas B y C son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo.

La Zona D se caracteriza por una alta sismicidad histórica, con registros de grandes sismos ocurridos en el pasado y una elevada frecuencia de eventos sísmicos. En esta zona se presentan aceleraciones del suelo superior al 70% de la aceleración de la gravedad.

De acuerdo con la regionalización sísmica de México, el SAR se ubica en la zona “B” considerada de riesgo moderado.

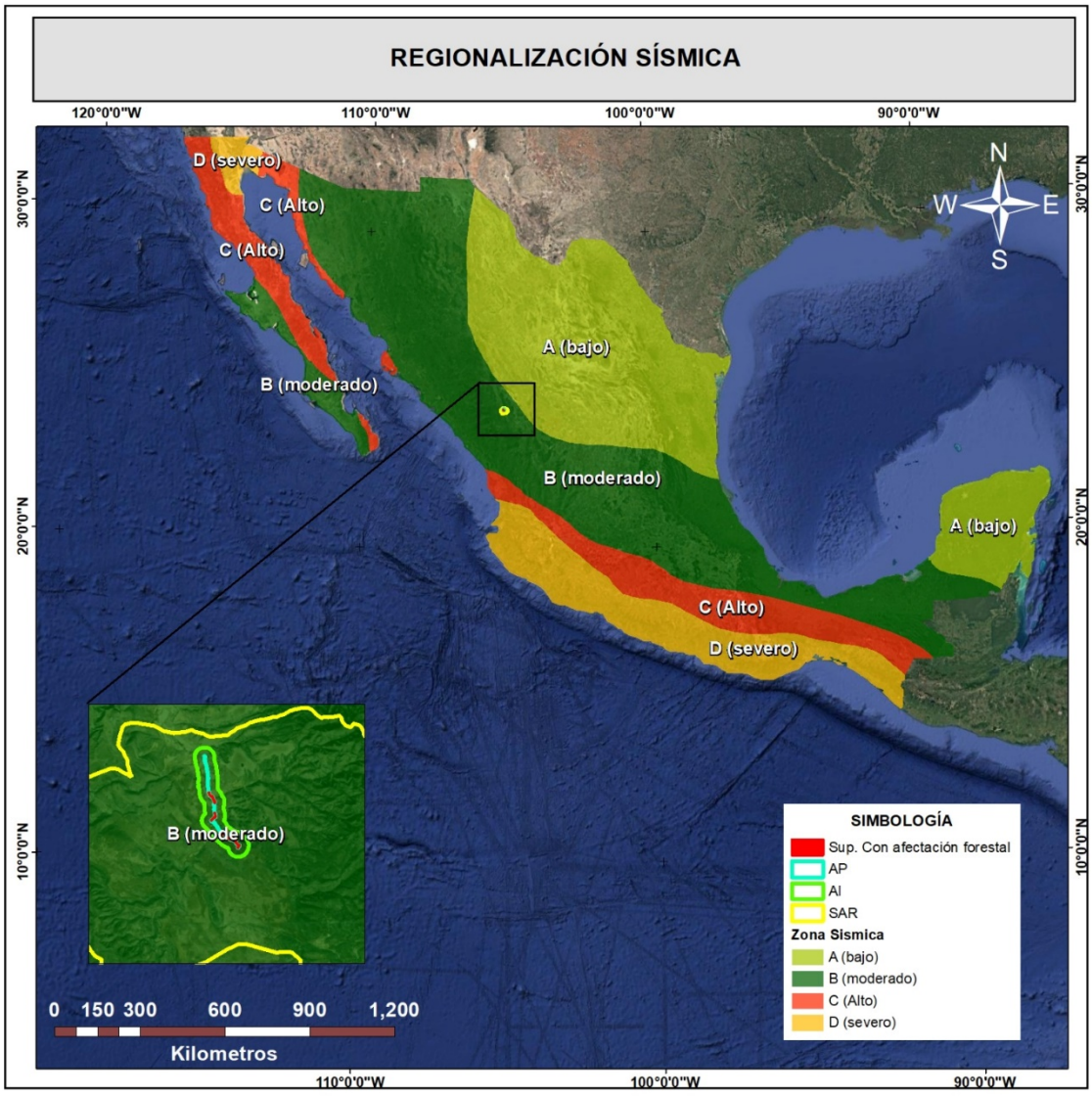

Figura I-2 Regionalización Sísmica

La figura anterior se encuentra como anexo en la carpeta Anexos capítulo I, 2.- regionalización sísmica.

Susceptibilidad a deslizamientos.

La ocurrencia de deslizamientos es un fenómeno geodinámico complejo y altamente incierto, ya que involucra una amplia variedad de tipos de movimiento, velocidades de desplazamiento, mecanismos de falla, características del material involucrado, así como condicionantes geológicas y geomorfológicas específicas del sitio.

Con base en la información obtenida en el sitio oficial del CENAPRED, la superficie del proyecto se encuentra en un área con un índice de peligro por susceptibilidad de deslizamiento de laderas que va de muy bajo a alto.

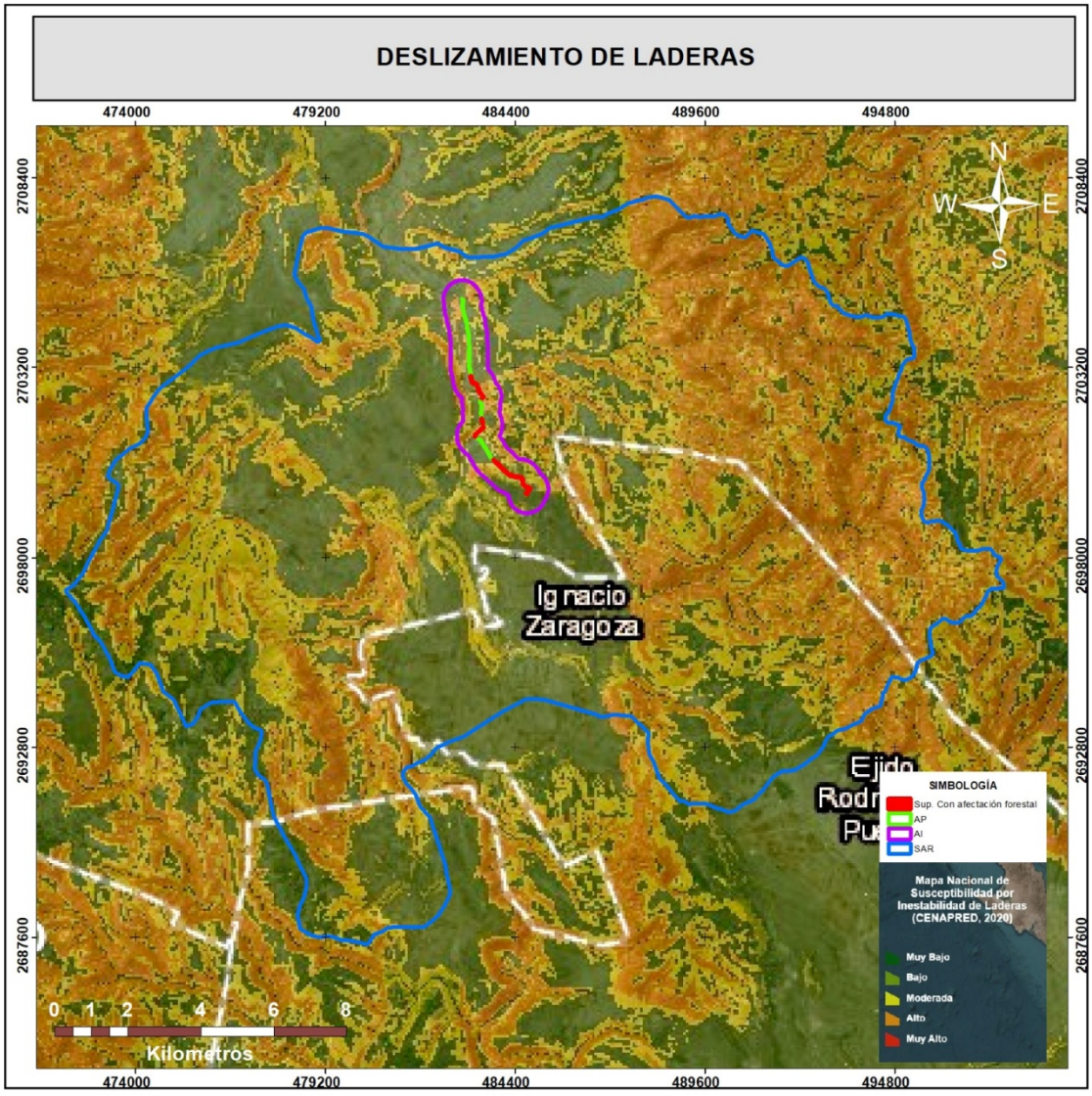

Figura I-3 Susceptibilidad a deslizamientos

La figura anterior se encuentra como anexo en la carpeta Anexos capítulo I, 3. deslizamiento de laderas.

Riesgo por Inundaciones.

Se realizó la consulta a la página oficial del CENAPRED, donde se determinó que están presentes tres áreas susceptibles de inundación, sin embargo, debido a la alta capacidad de retención del

suelo de la vegetación presente, la conformación topográfica del terreno, caracterizado por zonas escarpadas intercaladas con áreas planas, así como a un régimen de precipitación considerado moderado, la probabilidad de ocurrencia de inundaciones significativas es baja.

Según información del Centro Nacional de Prevención de Desastres, la región presenta niveles de susceptibilidad a ciclones tropicales clasificados como medios y bajos, debido en gran parte a la barrera natural que representa la Sierra Madre Occidental, que actúa como protección contra la trayectoria directa de estos fenómenos meteorológicos. Por otro lado, no se identifica riesgo de inundaciones dentro del área específica del proyecto, lo cual se muestra en la Figura I.4.

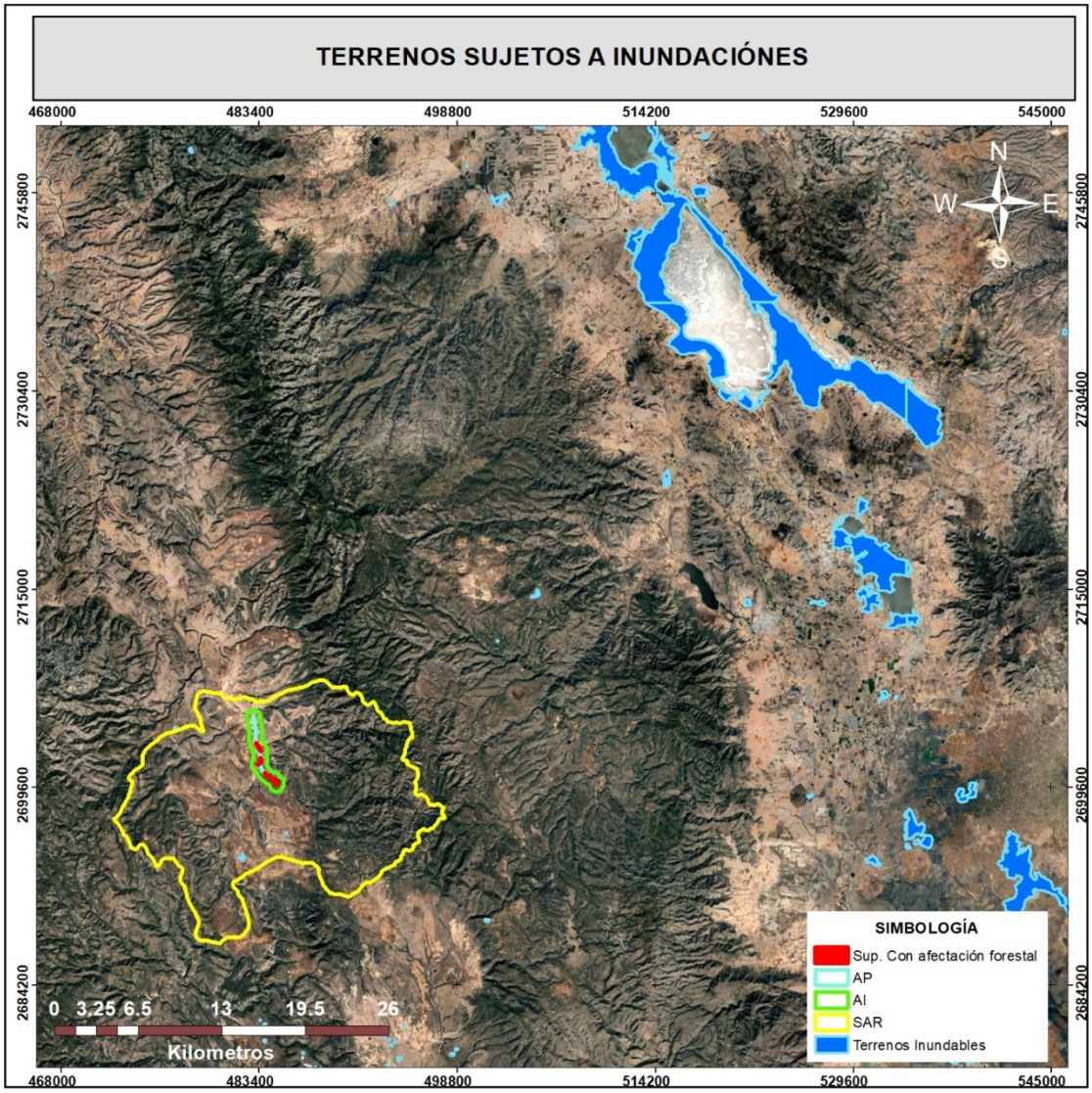

Figura I-4 Riesgo por inundaciones

La figura anterior se encuentra como anexo en la carpeta Anexos capítulo I, 4.-riesgo por inundaciones.

Con base en la ubicación del proyecto, se confirma que éste no se localiza en zonas consideradas de riesgo como:

- Paredes de cañones.
- Lechos y cauces de arroyos.
- Zonas de fallas geológicas.
- Deslizamiento, de inundación.
- Así como en zonas de litorales expuestas a oleaje de tormenta y procesos de erosión.
- Desembocaduras y ríos.
- Áreas identificadas como altamente vulnerables al cambio climático.

Para un conjunto de obras o actividades de un proyecto o proyectos, se podrán generar los archivos de la ubicación a través del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental[1] (SIGEIA).

Se realizó la consulta a la página web del SIGEIA, donde se cargó la capa del sistema ambiental regional y se corrió el análisis, los resultados se muestran a continuación.

[1] https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/sigeia/0 (08/09/25)

Cuadro I-1 Consulta SIGEIA Población indígena

Tipo de localidad (fuente CDI)	Entidad	Municipio	Latitud (N)	Longitud (E)	Altitud(m)	Población masculina	Población femenina	Total de viviendas	Población total	Tipo de Localidad (INPI 2020)	Municipio con Población indígena (fuente CDI)	Tipo de localidad (fuente CDI)	Marginación (fuente CDI)	Población indígena (fuente CDI)	Componente	Superficie de incidencia (m^2)
San Diego de Alcalá	Durango	Canatlán	2705459.85	482642.36	2062	119	131	79	250	No considerada en clasificación del INPI 2020		Menos del 40% de presencia indígena		Menos de 150	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	375,874
San Jerónimo de Jacales	Durango	Canatlán	2699195.92	476618.74	2340	52	63	29	115	No considerada en clasificación del INPI 2020		Sin registro de presencia indígena (No se incluyen en la clasificación de la CDI)		0	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	121,989
Ignacio Zaragoza	Durango	Durango	2695556.99	476612.69	2264	142	90	67	232	No considerada en clasificación del INPI 2020		Menos del 40% de presencia indígena		Menos de 150	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	968,011
Mesas de Urbina	Durango	Durango	2687976.94	480766.00	2402	65	55	34	120	No considerada en clasificación del INPI 2020		Sin registro de presencia indígena (No se incluyen en la clasificación de la CDI)		0	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL	173,358

1. Sin datos = Sin registro de presencia indígena (No se incluyen en la clasificación de la CDI).
2. SAR = Sistema Ambiental Regional.

*I.1.3 **Duración del proyecto***

- *Indicar el plazo solicitado para la realización del proyecto (acotarlo en años o meses).*

El plazo solicitado para la ejecución del presente proyecto es de 12 meses.

- *Duración total (incluye todas las etapas)*

El plazo solicitado para la ejecución del presente proyecto es de 12 meses a partir de la fecha de autorización.

- *En caso de que el proyecto que se somete a evaluación se vaya a construir en varias etapas, justificar esta situación y señalar con precisión.*

Este proyecto se ejecutará en varias etapas con obras diferentes, cada una de estas será ejecutada a la par.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

Presidencia Municipal de Canatlán, Dgo.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

PMC990422T30

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Cargo del representante legal
Presidente Municipal
C. Dora Elena González Tremillo
[redacted].

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

Calle Everardo Gámiz #119
Col del Maestro
CP 34240
Durango, Durango

[redacted]

I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio

- *Nombre o razón social*

Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal Integral Topia, S.C.

Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

Cédula profesional.

1485126

Los datos del registro forestal son los siguientes:

Persona moral, integrada en el **Libro DGO, Tipo V, Numero 6**, autorizado con número de **oficio 510.556/95**, del Registro Forestal Nacional, con fecha 19 de septiembre de 1995.

[redacted]

Responsable Técnico: **Ing. Carlos Zapata Pérez**

Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

ÍNDICE DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO II-4

II.1 Información general del proyecto, plan o programa II-4

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa II-7

II.1.2 Justificación II-8

II.1.3 Ubicación física II-10

II.1.4 Dimensiones del proyecto II-12

II.1.5 Uso actual del suelo II-19

II.1.6 Inversión requerida II-20

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos II-24

II.2 Características particulares del proyecto II-25

II.2.1 Programa de trabajo II-38

II.2.2 Preparación del sitio y construcción II-39

II.2.3 Descripción de las obras y actividades. II-42

II.2.4 Operación y mantenimiento II-68

II.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones II-69

II.2.6 Residuos II-70

II.2.7 Generación de gases efecto invernadero II-72

II.2.7.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de efecto invernadero II-73

II.2.7.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros II-74

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro II-1 Dimensiones de alineamiento, perfil y sección II-7

Cuadro II-2 Dimensiones del proyecto II-8

Cuadro II-3 Características geométricas del proyecto II-13

Cuadro II-4 Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto II-20

Cuadro II-5 Inversión requerida II-21

Cuadro II-6 Costos necesarios para medidas de mitigación II-23

Cuadro II-7 Inversión requerida para programas ambientales II-24

Cuadro II-8 Velocidades recomendadas para el proyecto II-25

Cuadro II-9 Velocidad máxima en km/h, por tipo de carretera “D II-27

Cuadro II-10 Dimensiones II-29

Cuadro II-11 Dimensiones del proyecto II-30

Cuadro II-12 Características técnicas de la vialidad II-31

Cuadro II-13 Tolerancias del proyecto II-33

Cuadro II-14 Programa general de trabajo II-38

Cuadro II-15 Tolerancia de espesores y acabados II-46

Cuadro II-16 Relación de obras de drenaje transversal proyectadas para este tramo II-59

Cuadro II-17 Características de las pinturas base solvente y base agua, para señalamiento horizontal, antes de su aplicación II-66

Cuadro II-18 Residuos generados por la obra II-73

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II-1 Principales características geométricas de las carreteras II-5

Figura II-2 Sección transversal II-6

Figura II-3 Sección tipo de los accesos II-7

Figura II-4 Ubicación a nivel regional del proyecto II-11

Figura II-5 Representación gráfica local II-12

Figura II-6 Porcentaje de afectación áreas con vegetación forestal respecto a la superficie de total II-14

Figura II-7 Ubicación político-administrativa II-15

Figura II-8 Cadenamiento del tramo que comprende el proyecto II-16

Figura II-9 Condiciones del camino actual II-18

Figura II-10 Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipo de vegetación conforme al trabajo de campo II-20

Figura II-11 Sección tipo del proyecto II-26

Figura II-12 Sección transversal promedio del camino II-29

Figura II-13 Términos Usados para Definir a los Caminos II-32

Figura II-14 Términos Usados para Definir a los Caminos II-32

Figura II-15 Sección de ejemplo camino en operación II-33

Figura II-16 Ejemplo de la conformación del pavimento II-50

Figura II-17 Sección transversal puente 1 ..... II-54

Figura II-18 Sección transversal puente 2 ..... II-55

Figura II-19 Sección tipo cuneta II-60

Figura II-20 Ejemplificaciones de las diversas señaléticas a utilizar II-63

Figura II-21 Detalles del señalamiento horizontal del proyecto II-64

Figura II-22 Ejemplificación de la señal tipo OD-6 en las obras de drenaje II-67

Figura II-23 Iconografía a utilizar para la identificación de los residuos II-72

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

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto está enmarcado dentro de las vías generales de comunicación, subsector Infraestructura Carretera. El tipo de proyecto es construcción de un camino tipo “D” que se describe a continuación:

Red alimentadora: Son carreteras que, atendiendo sus características geométricas y estructurales, diseñadas para un tránsito promedio de 50 a 100 vehículos. Prestan servicio dentro del ámbito municipal con longitudes relativamente cortas, estableciendo conexiones con la red secundaria.

De acuerdo con el Transito Promedio Anual (TDPA) para el Horizonte de Proyecto las carreteras se clasifican en “A”, “B”, “C”, “D” y “E”.

Las Normas Geométricas de las carreteras clasificadas según lo anterior, varían de acuerdo con las características topográficas del terreno que atraviesen, considerándose los siguientes tipos:

a) TERRENO TIPO PLANO. Aquel cuyo perfil acusa pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa o nula.
b) TERRENO TIPO LOMERÍO. Aquel cuyo perfil longitudinal presenta en sucesión cimas y depresiones de cierta magnitud, con pendiente transversal no mayor de cuarenta y cinco (45) por ciento.
c) TERRENO TIPO MONTAÑOSO. Aquel que tiene pendientes transversales mayores de cuarenta y cinco (45) por ciento, caracterizado por accidentes topográficos notables.

La clasificación del terreno se define no solamente por la configuración topográfica general, sino por las características que el terreno imprime a la carretera, tanto por lo que se refiere a su

geometría, como a la magnitud de sus movimientos de tierra; como puede ser el caso de una carretera localizada en un Parteaguas de zona montañosa en donde el terreno pudiera clasificarse como plano o montañoso.

La velocidad de proyecto se seleccionará de acuerdo con la severidad de las condiciones topográficas y a la función de la carretera. Cuando la magnitud de los volúmenes de tránsito lo amerite, se realizará el análisis económico para determinar la velocidad de proyecto óptima.

En la figura II.1 Principales características geométricas de las carreteras, pagina 186, del manual de proyecto geométrico de carreteras 2018[1], Se presentan los valores de las principales características geométricas, que servirán como base para el proyecto del camino.



CLASIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CARRETERAS.

Figura II-1 Principales características geométricas de las carreteras

Según el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) y las Normas Geométricas de Carreteras, se determinaron las características geométricas más adecuadas para este camino. Estos parámetros se ajustan al tipo de vía, al terreno y a la velocidad de proyecto propuesta.

[1]https://micrs.sct.gob.mx/images/DireccionesGrales/DGST/Manuales/manualpg/MPGC_2018_16_11_18.pdf (fecha de consulta 11/09/25)

Asimismo, de acuerdo con la información recabada de las autoridades municipales de Canatlán y las prospecciones de tránsito por la vialidad una vez pavimentada, se propone la siguiente conformación del tránsito vehicular, para un camino tipo “D” pavimentado.

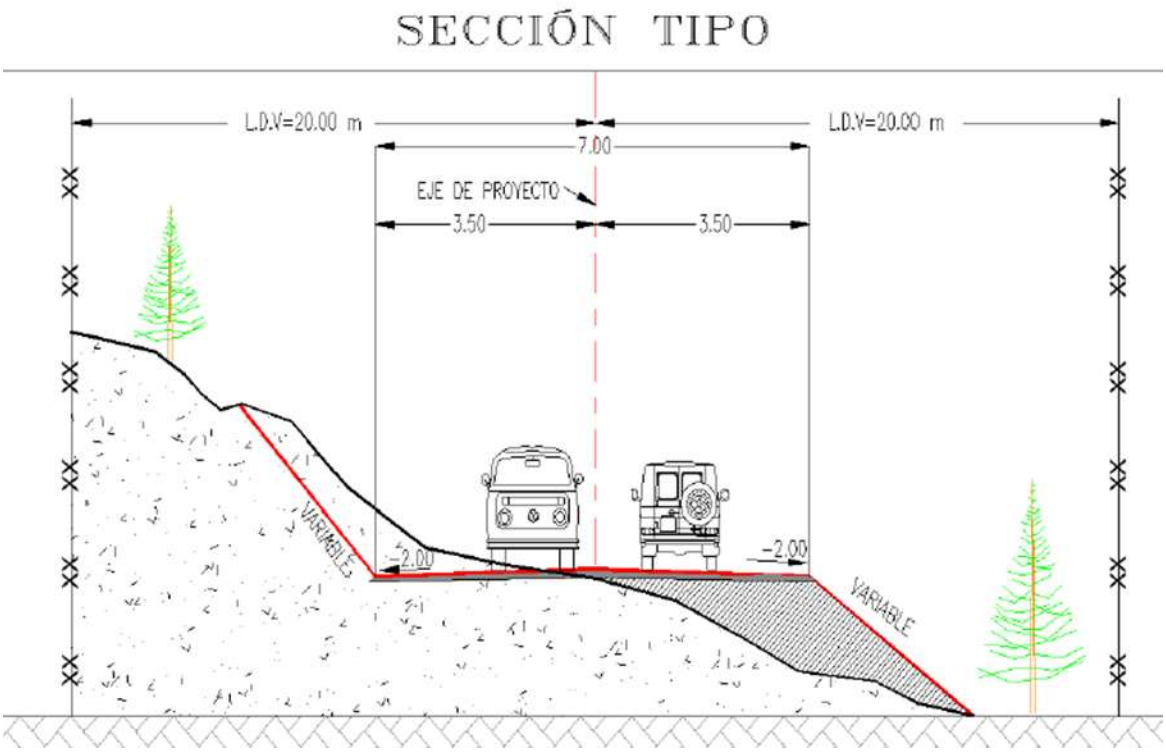

Figura II-2 Sección transversal

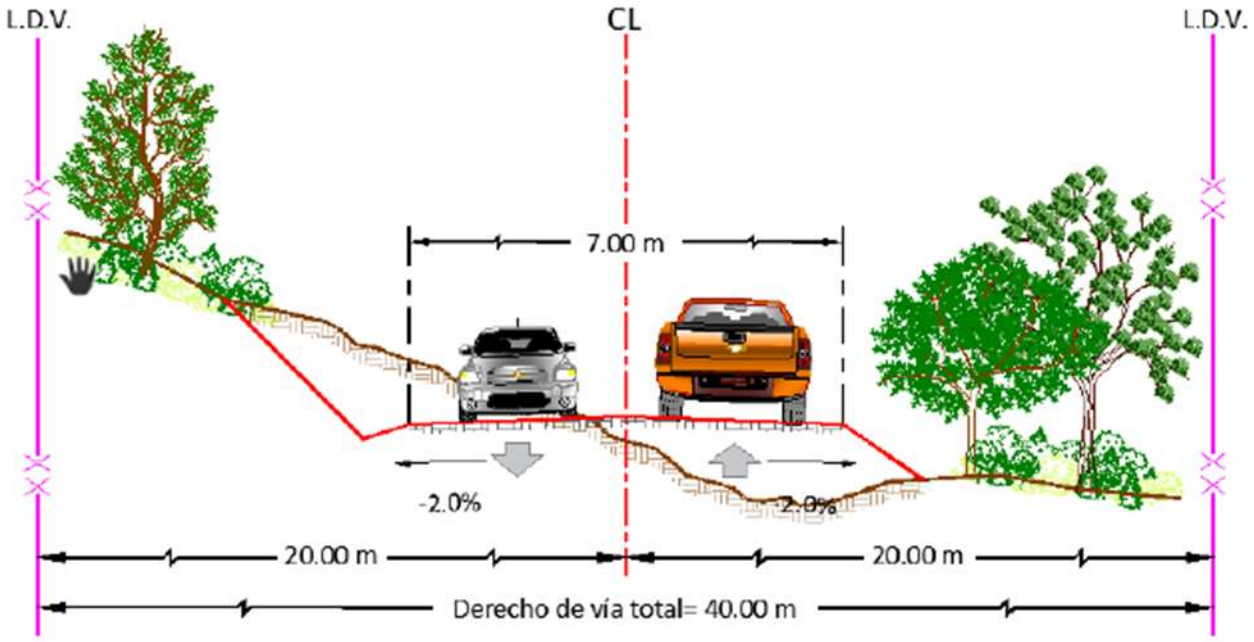

Figura II-3 Sección tipo de los accesos

Para dar por terminado un corte, se deberá verificar el alineamiento, el perfil y la sección transversal, asegurando que se cumpla con la forma, anchura y acabado especificados en el proyecto y/o según lo ordenado por la Secretaría, dentro de las tolerancias que se indican en el Cuadro II-1.

Cuadro II-1 Dimensiones de alineamiento, perfil y sección

a) Niveles en la subrasante	**+ 3 cm**
b) Ancho de la excavación, al nivel de la capa subrasante, del centro de línea a la orilla.	+ 10 cm
d) Salientes aisladas, con respecto a la superficie teórica del talud:	
En Material A o B	10 cm
En Material C	50 cm

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza-San Diego de Alcalá, Tramo del km 4+400 al km 12+000” consiste en la ampliación y corrección de curvas de un camino existente

para cumplir con las características de un camino tipo “D” conforme a los lineamientos de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. El proyecto comprende un tramo que resta de pavimentar con una longitud total de 6.46 km.

Actualmente, el tramo vial se encuentra en condiciones de terracería, con un ancho promedio de 4 metros. La nueva sección contará con un ancho de corona de 9 metros, integrado por una calzada de 7 metros que incluirá dos carriles de circulación, cada uno de 3.5 metros de ancho, así como acotamientos laterales de al menos 0.5 metros de ancho a cada lado. El proyecto está diseñado para circular a una velocidad de 70 a 100 km/h, por lo que la pendiente máxima será del 7 % para poder garantizarla.

A continuación, se presentan las características generales del camino propuesto.

Cuadro II-2 Dimensiones del proyecto

Concepto	Actual	Proyecto
Tipo Superficie de rodamiento	Tipo “E” Terracería	Tipo “D” Pavimentado
Ancho del camino: Carriles	4 m 1 de ancho variable	9.0 m 3.5 m cada uno
Acotamientos	ninguno	Un acotamiento mínimo de 0.5 metros de ancho en cada lado del camino.

II.1.2 Justificación

Uno de los principales objetivos de las políticas públicas a nivel nacional es impulsar la modernización, conservación, construcción, reconstrucción y mantenimiento de la infraestructura básica de caminos rurales y alimentadores. Esta estrategia busca atender a las comunidades más alejadas de los centros urbanos, facilitando su acceso a servicios esenciales como educación, salud, seguridad y oportunidades de desarrollo. Asimismo, tiene como finalidad promover el intercambio de productos y servicios, contribuyendo así al crecimiento económico y la integración regional.

Una economía exitosa requiere de sistemas de transporte eficientes que permitan la expansión industrial y apertura de nuevos mercados comerciales. Una alternativa es la optimización de la

inversión pública federal, estatal y municipal en la conservación y mantenimiento de la red rural y alimentadora mediante la identificación de corredores locales de transporte. Dado que la mayor parte del movimiento de bienes y mercancías se realiza a través de vehículos de carga, resulta indispensable contar con una red carretera sólida y funcional que integre de manera efectiva la economía estatal al entorno económico nacional.

Por lo anterior, el propósito de las políticas públicas y los proyectos de inversión es beneficiar a las comunidades rurales ubicadas en municipios con alto o muy alto grado de marginación, considerados microrregiones conforme a los índices establecidos por la CONAPO. Estas localidades requieren atención prioritaria mediante la construcción de caminos que respondan a sus necesidades básicas de transporte. Además, la construcción del camino se plantea como un factor detonante para mejorar la comunicación entre comunidades y facilitar el intercambio con localidades vecinas, permitiendo a los habitantes comercializar sus productos de manera más ágil, eficiente y competitiva.

Con ello es posible la reducción del tiempo de traslado de un poblado a otro y evitar accidentes automovilísticos ocasionados por las malas condiciones del camino actual. Asimismo, con la construcción del camino las comunidades tendrán la oportunidad de recibir de una manera más oportuna los servicios básicos de salud, educación, etc.

Objetivos generales.

- Construcción y pavimentación de un camino tipo “D” con longitud de 6.46 km que impactará positivamente en las condiciones de vida de los habitantes que hacen uso de esta vía, en apego a las especificaciones técnicas y normativas aplicables;
- Disminuir el tiempo de traslado de un poblado a otro; y
- Comunicar de manera eficiente y directa a los habitantes de las localidades del área de influencia del camino.

Objetivos específicos.

- Con la modernización y ampliación del camino que se ubica en jurisdicción de la localidad ya mencionada, podrán tener con mayor facilidad acceso a los apoyos necesarios, para la obtención de beneficios indispensables y que estos ayuden a los habitantes a mejorar su condición de vida con la ampliación de obras y mejoras a las infraestructura de las comunidades como son: los sistemas de electrificación, agua potable, clínicas, escuelas, entre otros, así como tener acceso a los diversos apoyos que otorgan las dependencias tanto del Gobierno Federal, Estatal y Municipal.

- De conformidad con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), su Reglamento y las normas vigentes en la materia, se llevará a cabo la compensación de los impactos ambientales generados por la modernización del camino. Esta compensación incluirá acciones de reforestación en áreas aledañas, dentro del Sistema Ambiental (SA), así como la implementación de prácticas de conservación de suelo y programas de concientización ambiental. Asimismo, se dará estricto cumplimiento a las especificaciones técnicas recomendadas para el adecuado desarrollo de la obra, con el fin de evitar afectaciones a corrientes hídricas, reducir la erosión del suelo y prevenir la pérdida de flora y fauna silvestre en el área de influencia del proyecto.

II.1.3 Ubicación física

El proyecto se encuentra circunscrito en la República Mexicana, en el estado de Durango, que se sitúa hacia la región noreste del país; limita al norte con Chihuahua, al sureste con Zacatecas, al sur con Nayarit y al oeste con Sinaloa.

El proyecto se localiza a una distancia aproximada de 90 km desde la capital.

La cabecera municipal es la homónima Canatlán; limita con los siguientes municipios: al norte con Nuevo Ideal y Santiago Papasquiaro, al este con San Juan del Río, Coneto de Comonfort y Pánuco de Coronado, al sur y sudeste con el municipio de Durango y al oeste y sudoeste con el municipio de San Dimas.

A continuación, se presenta el croquis de localización de la zona de estudio, donde se pueden apreciar los municipios colindantes del trazo.



Figura II-4 Ubicación a nivel regional del proyecto

Representación gráfica local.

El estado de Durango abarca una superficie de 123, 294 km², se subdivide en 39 municipios, y está ubicado hacia el noroeste de la parte central de la República Mexicana. El presente proyecto se localiza en el km 4+400 del camino Ignacio Zaragoza – San Diego de Alcalá, dentro del

municipio de Canatlán, con las siguientes coordenadas Inicio: km 4+400 X = 484719.170, Y= 2699723.688 y final: km 12+000 X = 482928.396, Y= 2705089.38



Figura II-5 Representación gráfica local

II.1.4 Dimensiones del proyecto

a) La total del predio o del trazo: Derecho de Vía (DDV) 25.757 ha.

El Derecho de Vía (DDV) corresponde a una superficie como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea

únicamente el ancho de corona, fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Dado lo anterior, se indica que el Derecho de Vía (DDV) fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 6.46 km, tal y como se muestra en el Cuadro II-3.

Cuadro II-3 Características geométricas del proyecto

Elemento	Valor
Longitud	6.46 km
Ancho	40 m

b) La de construcción: 5.814 has (58,140 m^2)

Se construirá camino sobre esta superficie y sobre una superficie de 7.75 hectáreas se harán el total de las obras que incluye cortes y rellenos.

c) La que se planea desmontar y su porcentaje con respecto al área arbolada:

Algunas áreas donde se realizará la readecuación geométrica de curvas, principalmente, cuentan con vegetación forestal que de acuerdo a la clasificación serie VII del INEGI se clasifica como Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino[2] y sobre esta se requiere la afectación de 2.3086 ha (23,086 m^2), 29.78%.

En la siguiente figura, se muestra el porcentaje de afectación, con relación al total de la superficie que ocupará el proyecto.

[2] Esta clasificación se otorgó en base a la composición florística obtenida de los muestreos de campo.



Figura II-6 Porcentaje de afectación áreas con vegetación forestal respecto a la superficie de total

Cabe mencionar que las localidades directamente beneficiadas por el presente proyecto son: Ignacio Zaragoza y San Diego de Alcalá.

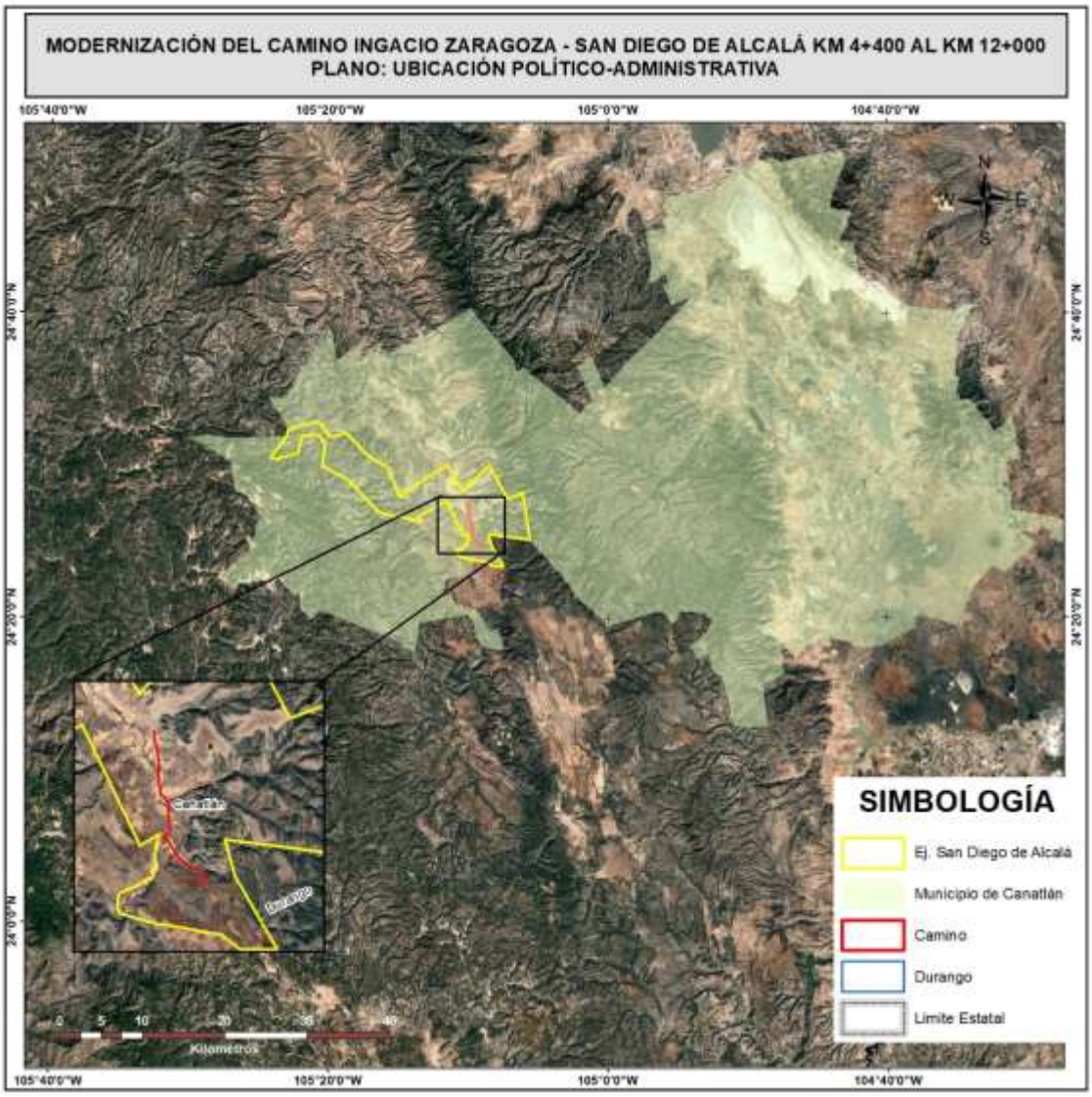

Figura II-7 Ubicación político-administrativa

Las coordenadas UTM zona 13, del eje. Ancho de afectación y áreas con vegetación forestal se enlistan dentro de la carpeta denominada **Anexos_Digitales_Ad5.**



Figura II-8 Cadenamiento del tramo que comprende el proyecto

En las siguientes figuras se describe las condiciones actuales del camino y el trabajo topográfico realizado.



Punto de inicio del proyecto en el km 4+400



Personal tomando medición



Punto sobre eje de trazo



Punto sobre eje de trazo



Condiciones actuales del camino.



Vegetación existente en el área del proyecto.



La fotografía muestra la geometría del camino en estudio



Vista panorámica. Se observan las condiciones actuales del camino.

Figura II-9 Condiciones del camino actual

Respecto a los materiales para las obras y actividades, se obtendrán bancos de préstamo de materiales que ya fueron impactados anteriormente e inventariados conforme a la Normatividad de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transporte.

En caso de que se requieran adicionales, en su momento, el contratista deberá realizar los trámites correspondientes.

Cabe señalar que el proyecto contempla aprovechar la vialidad existente, la línea de ceros del Proyecto, recae en la superficie que ocupa el camino actual.

II.1.5 Uso actual del suelo

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VII del INEGI, escala 1:250,000, en el área de afectación del Proyecto, se tienen dos asociaciones vegetales y un uso de suelo:

- Bosque de Pino-encino
- Pastizal natural
- Agricultura de Temporal Anual

Sin embargo, se determinó que el tipo de vegetación reportado por INEGI en su conjunto de datos vectoriales de uso de suelo y vegetación serie VII, escala 1:250,000 no corresponde con lo observado en los recorridos de campo, De acuerdo con ello, se identificó que el tipo de vegetación presente es Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ).

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, es importante recalcar que la superficie de afectación del proyecto contempla dos usos de suelo generales:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o dominantemente primaria y secundaria, en este caso VSa/BPQ.

- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación arbórea, ya sea natural o inducida, que no presenta características forestales ni cumple funciones ecológicas propias de los ecosistemas forestales. Asimismo, se clasifica como “no forestal” a las zonas sin cobertura vegetal donde, debido a distintas actividades antropogénicas, no es posible el desarrollo de procesos de sucesión natural. En este caso la superficie correspondiente al camino existente.



Figura II-10 Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipo de vegetación conforme al trabajo de campo

En el siguiente cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

Cuadro II-4 Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto

Uso de suelo y vegetación	Sup. (Ha)	%
Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ)	2.3086	29.78
Total	2.3086	100

II.1.6 Inversión requerida

La inversión total requerida para la ejecución total de la obra, según proyecto ejecutivo asciende a $ 8,485,958.22 (ocho millones cuatrocientos ochenta y cinco mil, novecientos cincuenta y ocho 20/ M. N.).

Cuadro II-5 Inversión requerida

INCISO	C O N C E P T O S	UNIDAD	VOLUMEN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
OBRAS DE DRENAJE					
EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS					
N-CTR-CAR-1-01-007/11	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS	m^3	1,489.52	134.52	200,370.22
N-CTR-CAR-1-01-011/00	RELLENOS	m^3	391.89	294.54	115,426.39
N-CTR-CAR-1-02-001/00	MAMPOSTERÍA	m^3	14.94	888.72	13,273.89
1-02-001/00_060	Tubos para dren en muros de contención, de 1mde longitud y 10.16 cm (4") de diámetro, por unidad de obra terminada.	m^3	9.08	43.9	398.78
N-CTR-CAR-1-02-002/00	ZAMPEADOS	m^3	17.47	1,578.05	27,566.89
N-CTR-CAR-1-02-003/04	CONCRETO HIDRÁULICO	m^3	12.96	3,754.04	48,637.89
1-02-003/04_1300	Concreto ciclópeo de f´c= 200 kg/cm2 en muros, por unidad de obra terminada	m^3	457.48	3,059.56	1,399,696.46
N-CTR-CAR-1-02-013/00	DEMOLICIONES Y DESMANTELAMIENTOS:	m^3	105.66	152.34	16,095.95
N-CTR-CAR-1-03-002/00	ALCANTARILLAS TUBULARES DE CONCRETO	m	232.31	4,896.10	1,137,403.40
N-CTR-CAR-1-02-004/02	ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO	kg	2,266.68	44	99,734.13
TOTAL DE OBRAS DE DRENAJE					
PAVIMENTOS					
BASE HIDRÁULICA					
N-CTR-CAR-1-04-002/11	SUB_BASES Y BASES	m^3	1,908.22	592.74	1,131,079.36
N-CTR-CAR-1-04-004/00	RIEGO DE IMPREGNACIÓN	m^2	1,811.80	17.55	31,797.07
N-CTR-CAR-1-04-006/09	CARPETA ASFÁLTICA CON MEZCLA EN CALIENTE	m^3	614.75	1,074.98	660,844.11
N-PRY-CAR-6-01-002/01	SUPERESTRUCTURA TRABES	m	174.69	$1,200.00	209,627.51
N-PRY-CAR-6-01-002/01	SUPERESTRUCTURA LOSAS	m^3	395.96	$1,457.00	576,918.20

INCISO	C O N C E P T O S	UNIDAD	VOLUMEN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
N-PRY-CAR-6-01-002/01	SUBESTRUCTURA CABALLETES	m	145.57	$1,250.00	181,968.32
N-PRY-CAR-6-01-002/01	SUBESTRUCTURA PILAS	m	266.69	$2,050.00	546,720.19
N-PRY-CAR-6-01-002/01	PRELOSAS	m^3	407.61	$1,110.00	452,446.04
N-PRY-CAR-6-01-002/01	PARAPETO	m	87.34	1,200.00	104,813.75
TOTAL DE PAVIMENTOS					
OBRAS COMPLEMENTARIAS					
N-CTR-CAR-1-03-003/00	CUNETAS	m	250.97	259.28	65,071.69
N-CTR-CAR-1-03-006/00	LAVADEROS	m	17.91	299.52	5,363.11
N-CTR-CAR-1-03-007/00	BORDILLOS	m	522.03	93.47	48,794.21
TOTAL DE OBRAS COMPLEMENTARIAS					
SEÑALAMIENTO					
N-CTR-CAR-1-07-001/00	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m	905.90	19	17,212.09
1-07-001/00_ 370	Marcas M-3.1 Raya en la orilla derecha, continua, con pintura convencional color blanco retro reflejante de 10 de ancho, por unidad de obra terminada (longitud efectiva).	m	1,229.50	19	23,360.51
N-CTR-CAR-1-07-005/00	SEÑALES VERTICALES BAJAS	pza	29.11	1,555.95	45,301.38
1-07-005/00_140	Señal con tablero de 60 cm x 76 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pza	26.20	1,435.31	37,610.06
1-07-005/00_150	Señal con un tablero de 120 cm x 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pza	5.82	1,520.05	8,851.23

INCISO	C O N C E P T O S	UNIDAD	VOLUMEN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1-07-005/00_160	Señal con un tablero de 76 cm x 30 cm, en un poste, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pza	15.14	1,155.59	17,495.36
1-07-005/00_270	Señal con un tablero de 71 cm x 178 cm, en dos postes, con película reflejante tipo A, por unidad de obra terminada.	pza	6	2,860.08	16,654.21
N-CTR-CAR-1-07-007/00_010	INDICADORES DE ALINEAMIENTO	pza	174.69	429.04	74,948.82
TOTAL DE SEÑALAMIENTO					241,433.65
				SUBTOTAL:	7,315,481.22
				16% DE I.V.A.	1,170,477.00
				SUMA	8,485,958.22
				TOTAL	**8,485,958.22**

Cuadro II-6 Costos necesarios para medidas de mitigación

Concepto	**Cantidad**	**Unidad deMedida**	**Costo total**
Reforestación	has	1.5	$27,000.00
AMMV	m	15	$75,000.00
Siembra de pastos	has	1	$5,000.00
Limpieza de cauce	m^2	10,000	$15,000.00
		Total	**$122,000.00**

Catálogo de conceptos de los programas de ambientales.

La fianza se establece con base en el costo real asociado al cumplimiento de las condicionantes emitidas por la SEMARNAT, así como, en su caso, a la reparación de daños ambientales derivados de situaciones de contingencia directamente atribuibles al proyecto, que no hayan sido previstas ni incluidas en las condicionantes establecidas. En atención a lo anterior, se presenta a continuación el desglose del costo total estimado para la ejecución de los programas ambientales contemplados en el presente proyecto.

La ejecución de las medidas de mitigación, correspondiente a los programas ambientales anteriormente descritos, tendrá un costo total estimado en **$695,018.75 MXN**

Cuadro II-7 Inversión requerida para programas ambientales

No.	Programa		COSTO $
1	Programa de rescate y reubicación de flora		115,808.66
2	Programa de rescate y reubicación de fauna		148,087.52
3	Programa de restauración integral	Programa de Reforestación	128,540.44
		Programa de conservación y restauración de suelos	81,244.47
4	Programa de Vigilancia Ambiental		221,337.67
TOTAL			695,018.75

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se localiza en una zona rural. En esta región se tienen bajos grados de urbanización y los servicios básicos disponibles se reducen, en su mayoría, a energía eléctrica y agua entubada, mientras que otros servicios como drenaje, telecomunicaciones, salud y educación presentan una cobertura parcial o limitada. En la región donde se ubica el proyecto, el grado de urbanización es muy bajo.

Los indicadores de urbanización de localidades con área de influencia de no más de 15 km a la redonda se consideran: contar con energía eléctrica, telefonía rural, la densidad poblacional y la presencia de locales comerciales que expendan alimentos para cubrir las necesidades básicas.

Otro aspecto importante del grado de urbanización de la zona se refiere a las vías de acceso, que son predominantemente terrestres. Estas vías se encuentran en condiciones regulares, que presentan dificultades para el tránsito vehicular y limitan la velocidad promedio a 30 kilómetros por hora.

II.2 Características particulares del proyecto

El Gobierno del Estado de Durango, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas del Estado (SECOPE), lleva a cabo un programa integral de construcción y modernización de infraestructura vial. En este sentido, se ejecuta la continuación de la construcción de un camino tipo **D** mejorado, denominado “Ignacio Zaragoza-San Diego de Alcalá” en el subtramo que va del km 4+400 al 12+000. Este tramo contará con 9.0 metros de ancho de corona y con origen en la localidad San Diego de Alcalá, en el municipio de Canatlán, estado de Durango.

Las velocidades de proyecto recomendadas por S.I.C.T. es el siguiente:

Cuadro II-8 Velocidades recomendadas para el proyecto

Velocidad del Proyecto Recomendable	
Tipo de camino	Topografía
"D"	Plano
	70 km/h

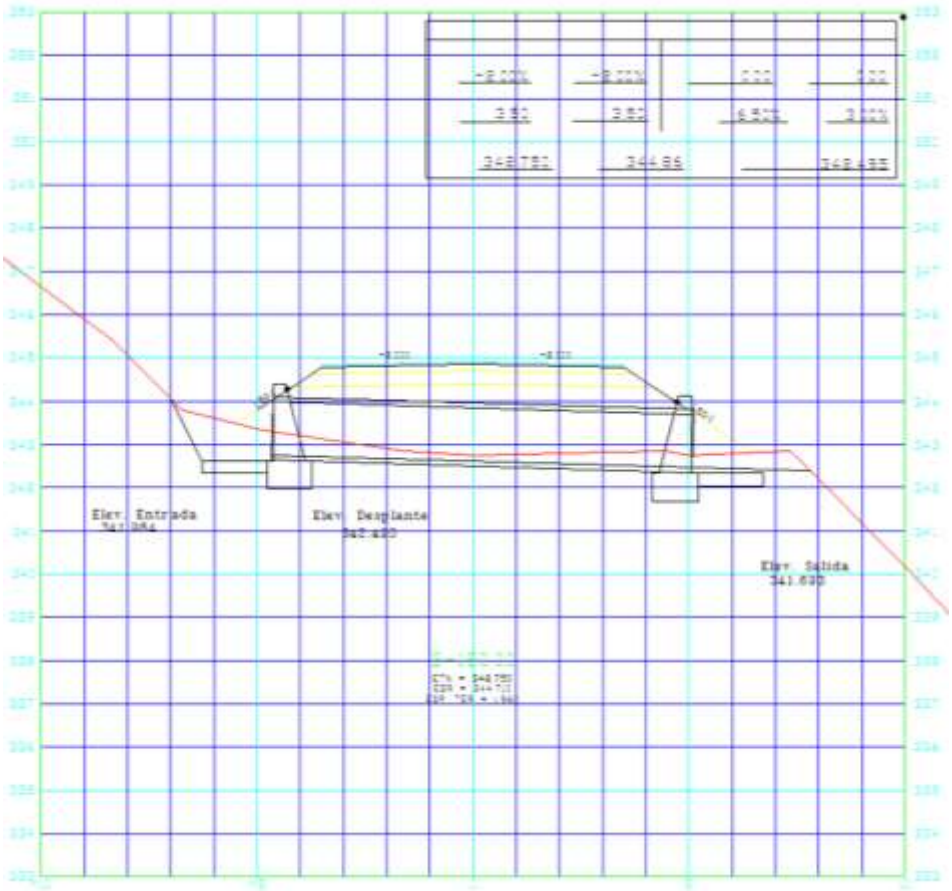

Figura II-11 Sección tipo del proyecto

Descripción de las obras y actividades.

Conforme a las especificaciones de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (S.I.C.T.), se asigna al presente proyecto la categoría de infraestructura carretera, con clasificación de camino tipo “D” y cuyas especificaciones se enlistan a continuación:

- Camino Tipo “D”.
- Velocidad del proyecto: 70 km/h.
- Ancho de Calzada 7.0 m
- Ancho de carril 3.5 m
- Ancho de corona: 9.00 m
- Ancho de acotamiento 0.5 m como mínimo

Tipo de vehículos:

Las características físicas y operacionales de los vehículos de proyecto para este tipo de carretera, será conforme a los vehículos autorizados en la NOM-012-SCT-2[3]:

La velocidad máxima, por tipo de configuración vehicular, se muestra en la Cuadro II-9.

Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.

Cuadro II-9 Velocidad máxima en km/h, por tipo de carretera “D

Vehículo o configuración vehicular con peso y dimensiones mayores a las permitidas en las carreteras de menores especificaciones	Velocidad máxima en Km/h, por tipo de carretera
C	50
C-R	30
T-S	45
T-S-R y T-S-S	30

*NOTA: C: CAMIÓN UNITARIO

C-R: CAMIÓN REMOLQUE

T-S: TRACTOCAMIÓN ARTICULADO

T-S-R y T-S-S: TRACTOCAMIÓN DOBLEMENTE ARTICULADO

Infraestructura adicional

Intersecciones

a) Área de maniobra: N/A
b) Elementos para el proyecto en una intersección: N/A
c) Entronque a nivel N/A
d) Entronque a desnivel N/A
e) Pasos inferiores: N/A

[3] https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5508944&fecha=26/12/2017#gsc.tab=0 (fecha de consulta 10/09/25)

f) Pasos vehiculares: N/A
g) Pasos para ferrocarril: N/A
h) Puentes: Se requiere la construcción de dos puentes.
i) Aeródromos: N/A
j) Puertos: N/A

Servicios Complementarios y Accesos

a) Servicios: No
b) Instalaciones marginales: No
c) Accesos: Sí
d) Estacionamientos: No
e) Zonas de Descanso: No
f) Sanitarios: No
g) Estaciones de servicio de combustible: No
h) Rampas de emergencia: No
i) Letreros y señalización: Sí
j) Casetas: No
k) Otros servicios auxiliares: No

Obras especiales

a) Pasos peatonales, vehiculares, de ganado, etc.: No
b) Canales: No
c) Cruces con instalaciones (PEMEX, CFE, TELMEX, etc.): No

La Construcción de este camino, generará importantes beneficios para los usuarios de la zona al reducir los tiempos de circulación, mejorar la calidad de operación vehicular y fortalecer la conectividad de la zona.

Caracterización de las obras y actividades por tipo de vía de comunicación.

Carreteras y autopistas.

El proyecto consiste en la modernización de una vía de comunicación, por lo que se enfoca en este aspecto con el objetivo de cumplir con los requisitos establecidos en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular[4].

1. Características generales:

a) Categoría o clasificación del tipo de proyecto: **Camino tipo "D"**

b) Dimensiones (longitud total, longitud de tramo, ancho de calzada, ancho de la corona, ancho de la línea de ceros).

Cuadro II-10 Dimensiones

Longitud del tramo	Ancho de calzada	Ancho de corona
6.46 km	7.00 m	9.00 m

c) Recorrido y trazo de secciones.

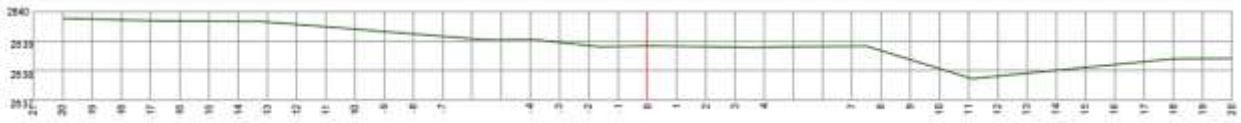

Figura II-12 Sección transversal promedio del camino

En formato digital se integra la información correspondiente a las secciones transversales del proyecto.

d) Ubicación y distribución de la infraestructura carretera

La ubicación del proyecto es en el estado de Durango, municipio de Canatlán, particularmente dentro del Ejido San Diego de Alcalá.

e) Dimensiones de derecho de vía.

[4] Guías de Impacto Ambiental | Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales | Gobierno | gob.mx (17/09/25)

El derecho de vía para este tipo de caminos “D” es de 40 m (vía considerando 20 m a cada lado del camino a partir de su eje), de acuerdo con lo establecido por la SCT. Dicho lo anterior, el proyecto en cuestión tendrá dimensiones de 257,567.410 m^2 de los cuales 58,140 m^2, corresponden a la superficie permanente.

El desmonte que se realizará será de 23,086 m^2 con una longitud de 6.46 km por 7.00 m de calzada y 1 m de cunetas por cada lado camino.

f) Camino (corona, sub-corona, calzada, cunetas y contra_cuneta, taludes, partes complementarias, tipo de pavimento, acotamientos, velocidad máxima permitida, pendientes

Cuadro II-11 Dimensiones del proyecto

Tipo de Camino	“D” PAVIMENTADO
Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA)	De 50 A 500 veh/día
Terreno	Plano
Velocidad de Proyecto	70-100 km/hr
Grado Máximo de Curvatura	17º
Pendiente Gobernadora	6%
Pendiente Máxima	7%
Ancho de Calzada	7.0 m
Ancho de Corona	9.0 m
Ancho de Acotamientos	0.5 m
Bombeo	2%
Sobre elevación máxima	10%

Basado en el Tránsito Promedio Diario Anual (TDPA) y las Normas Geométricas de Carreteras, se determinaron las siguientes características geométricas. Estas son las más recomendables para este tipo de camino, el terreno en el que se ubica y la velocidad de proyecto propuesta.

De acuerdo con la información de las autoridades municipales de Canatlán y las proyecciones de tránsito para la vialidad una vez pavimentada, se propone la siguiente composición vehicular para un camino pavimentado de tipo "D".

Cuadro II-12 Características técnicas de la vialidad

CONCEPTO		**UNIDAD**	**Tipo de Camino**				
			D				
TDPA en el horizonte de proyecto		**veh./día**	**50 a 500**				
TERRENO	MONTAÑOSO	–					
	LOMERÍO						
	PLANO						
VELOCIDAD DE PROYECTO		km/h	50	60	70	80	90
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA		m	63	83	104	120	155
DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE		m	325	390	455	520	585
GRADO MÁXIMO DE CURVATURA		°	17	11	7.50	5.50	4
CURVAS VERTICALES	CRESTA	m / %	4	8	14	20	31
	COLUMPIO	m / %	7	10	15	20	25
	LONGITUD MÍNIMA	m	30	30	40	40	50
PENDIENTE GOBERNADORA			6				
		%			5		
						4	
PENDIENTE MÁXIMA		%	8				
					7		
						6	
LONGITUD CRITICA		m					
ANCHO DE CALZADA		m	7				
ANCHO DE CORONA		M	9				
ANCHO DE ACOTAMIENTOS		M	0.5				
ANCHO DE FAJA SEPARADORA CENT.		M			–		
BOMBEO		%			2		
SOBREELEVACIÓN MÁXIMA		%			10		
SOBREELEV. P/GRADOS MENORES AL MÁXIMO		%	ver tabla No. 004-5				
AMPLIACIONES Y LONGITUDES MÍNIMAS DE TRANSICIONES		M					

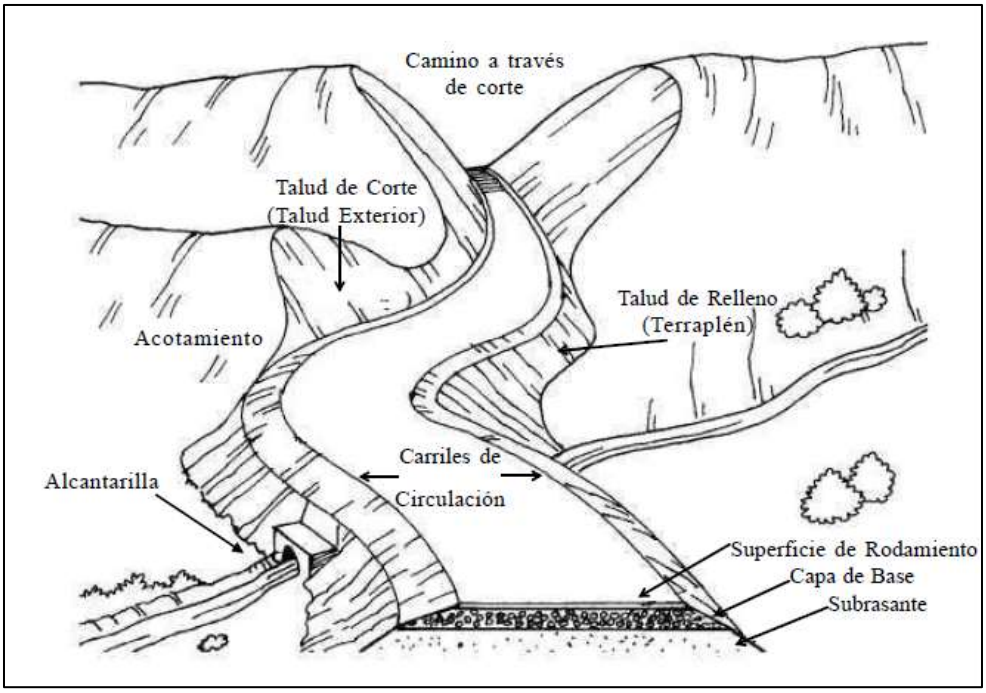

Figura II-13 Términos Usados para Definir a los Caminos

A continuación, se muestra la sección tipo del camino.

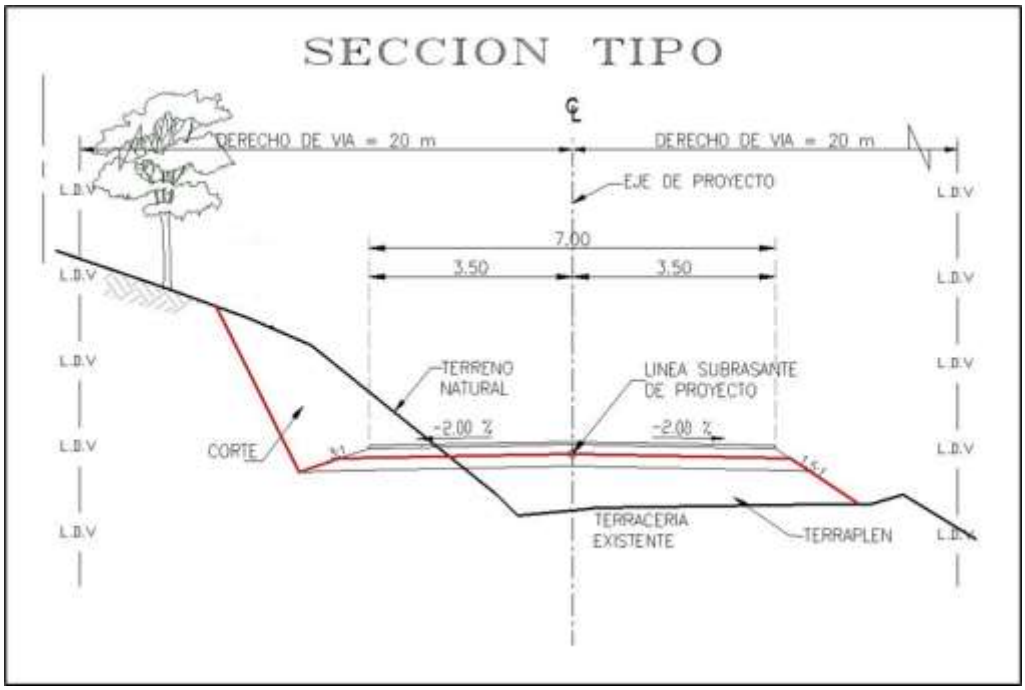

Figura II-14 Términos Usados para Definir a los Caminos

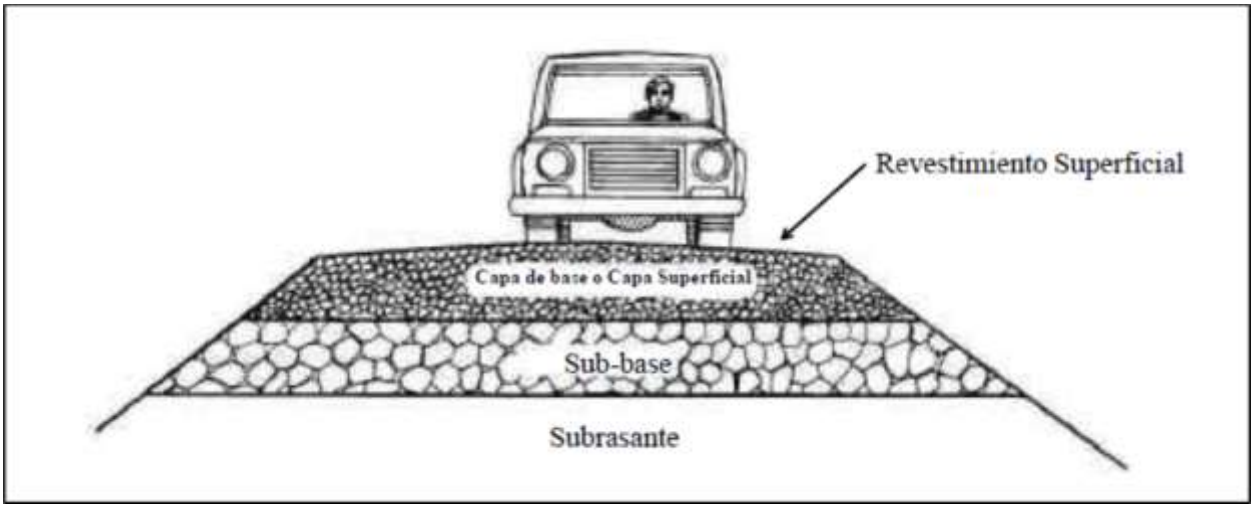

Figura II-15 Sección de ejemplo camino en operación

Para dar por terminado un corte, se verificarán el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la secretaría, dentro de las tolerancias que se indican en el cuadro siguiente.

Cuadro II-13 Tolerancias del proyecto

a) Niveles en la subrasante	+ 3 cm
b) Ancho de la excavación, al nivel de la capa subrasante, del centro de línea a la orilla.	+ 10 cm
d) Salientes aisladas, con respecto a la superficie teórica del talud:	
En Material A o B	10 cm
En Material C	50 cm

Estudios de gabinete y campo.

Para la descripción de las comunidades vegetales presentes en el área del proyecto y el Sistema Ambiental, se emplearon métodos que permitieran una evaluación acertada y que consistieron en tres etapas:

1. Trabajo de gabinete: consistió en la consulta y recopilación bibliográfica previa al trabajo de campo, así como la identificación de uso de suelo y vegetación presente en el área estudio.
2. Trabajo de campo: correspondió al esfuerzo de muestreo en el área del proyecto y el Sistema Ambiental (SA), con la finalidad de corroborar que la información reportada de manera bibliográfica correspondiera con lo observado en campo, así como para determinar la estructura de cada tipo de vegetación y conocer la diversidad de especies.
3. Análisis de resultados: se llevó a cabo la reclasificación de la vegetación y análisis de parámetros ecológicos.

Para el caso de las comunidades faunísticas presentes en el área del proyecto y el sistema ambiental, se emplearon métodos que al igual que los muestreos para la vegetación, permitieran una evaluación óptima, y también se constó de tres etapas:

1. Trabajo de gabinete: consistió en la consulta y recopilación bibliográfica previa al trabajo de campo, así como la identificación de los taxas presentes en las regiones aledañas al área estudio.
2. Trabajo de campo: correspondió al esfuerzo de muestreo en el área del proyecto y el Sistema Ambiental (SA), con la finalidad de corroborar que la información reportada de manera bibliográfica correspondiera con lo observado en campo, así como para determinar la estructura de cada grupo faunístico y conocer la diversidad de especies.
3. Análisis de resultados: se llevó a cabo la reclasificación de la fauna y análisis de parámetros ecológicos.

En ambos casos, la información de los muestreos y los resultados de los análisis se desglosan en el Capítulo IV del presente documento.

Servicios requeridos.

Para la ubicación de obras provisionales se podrán emplear espacios con cobertura NO FORESTAL e igualmente alejadas de escurrimientos o cuerpos de agua; a su vez, establecidos en las zonas de ampliación del proyecto u otros sitios cercanos a las comunidades establecidas a orillas de la carretera. Las especificaciones particulares de ubicación y superficie dependerán

de la empresa constructora a cargo de la ejecución. Sin embargo, se proponen sitios para el establecimiento de dichas obras.

A continuación, se mencionan las características generales de las obras provisionales que requerirá el proyecto.

Almacén de materiales: en este sitio se depositarán temporalmente los materiales a utilizar en la obra. Su distribución se puede dividir en un área abierta y una techada, para que en la primera se coloquen los materiales que no requieran resguardo de la lluvia o el sol, es decir, que las condiciones de los materiales no se vean alteradas por estar a la intemperie (las dimensiones podrán ser de 6 metros por 4 metros). Y en el área cerrada todos aquellos materiales que requieran estar secos y bajo la sombra (las dimensiones podrán ser de 2 metros x 2 metros). Además, se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, overoles, gogles, entre otros). Para el caso de los contenedores de combustibles, aceites, lubricantes, y aditivos de pintura, estos deberán presentar la identificación adecuada de peligro y riesgo de la sustancia química según se indica en la NOM-018-STPS-2015, y deberán contemplarse las condiciones de seguridad e higiene establecidas en la NOM-055-STPS-1998.

Almacén de equipo y herramientas: en este lugar se guardará el equipo, las herramientas y las refacciones que se utilizarán durante la obra. Es un cuarto comúnmente construido con láminas de cartón sostenidas sobre una estructura de madera (polines). Las dimensiones podrán ser de 2 metros x 2 metros.

Almacén de combustible: el combustible será básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de preparación del sitio y construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico con cierre hermético para evitar pérdidas por evaporación; y para que sean seguros durante su traslado, evitando cualquier tipo de derrame. Siempre que sea posible el abastecimiento deberá realizarse en los centros de servicios (gasolineras) más cercanas al proyecto. De requerirse el almacenamiento de combustible, se deberá construir un almacén específico para tal fin, el cual, deberá estar techado y con acceso restringido. El combustible se deberá almacenar en tambos de 159 litros con tapa y bajo la sombra, además de no exceder un máximo de 6 tambos. En la entrada del almacén de combustibles se deberá colocar la señalética preventiva que indique la nomenclatura

o simbología de “NO FUMAR”, “SUSTANCIAS INFLAMABLES”; además de colocar un extinguidor como medida emergente en caso de inicio de ignición, con capacidad de 10 kilógramos, contenido polvo químico seco del tipo ABC, ubicado a una altura comprendida entre 1.2 y 1.5 metros.

Almacén de residuos peligrosos: para el manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos (RP) se deberá construir un pequeño almacén (las dimensiones podrán ser de 2 metros x 2 metros), en el que se ubiquen al interior los tambos con tapa en los que se guardarán temporalmente los residuos peligrosos hasta que sean entregados mediante manifiesto generador de RP a una empresa autorizada por la SEMARNAT para transportar y disponer dichos residuos. Deberá estar techado con lámina y restringir su acceso (con malla ciclónica alrededor), de tal manera, que solo el personal autorizado pueda acceder.

En el sitio que se designe para almacenamiento de residuos peligrosos (RP), se deberá seguir el procedimiento para impermeabilizar el suelo (colocación de geomembrana), y garantizar que, en caso de derrame de alguno de los contenedores, los contaminantes no se transferirán al suelo. El tiempo de almacenamiento de los residuos peligrosos no deberán exceder los 6 meses. En la entrada del almacén de RP se deberá colocar la señalética preventiva que indique la nomenclatura o simbología de “NO FUMAR”, “RESIDUOS INFLAMABLES”; además de colocar un extinguidor como medida emergente en caso de inicio de ignición, con las características descritas en el punto anterior.

Durante la ejecución del proyecto la empresa constructora a cargo deberá contratar los servicios de una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo y disposición final de residuos peligrosos (RP).

Almacén de residuos no peligrosos: para el almacenamiento de los residuos no peligrosos se tendrá que construir un pequeño almacén (las dimensiones podrán ser de 2 metros x 2 metros), en el que se ubiquen al interior los residuos separados en tambos por clasificación “Reciclables” y “No Reciclables”. Los reciclables entregarlos a empresas que compran este tipo de residuos. Los residuos no reciclables se deberán almacenar en botes o bolsas resistentes para ser entregados al sistema de recolección de residuos del municipio.

Campamentos y comedores.

Este servicio se pretende utilizar mediante el arrendamiento de construcciones en las poblaciones cercanas, de acuerdo con la ubicación de los frentes de obra, no se programa el uso de campamentos sobre áreas naturales.

Taller.

Es un área donde se arreglan las fallas mecánicas de la maquinaria que labora durante la obra.

La única recomendación es que se ubique en un lugar estable. Para proteger el suelo de posibles derrames de sustancias nocivas (aceite, diésel, etc.), se deberá impermeabilizar el área y tener recipientes para recolectar todos los residuos generados por el mantenimiento de la maquinaria para posteriormente entregar a la empresa encargada de la recolección de los residuos peligrosos. La superficie en la que se puede ubicar un taller es variable, pero regularmente puede ser de 25-50 m^2.

o Instalaciones sanitarias: es recomendable la instalación de servicios sanitarios en los frentes de trabajo, cerca de las oficinas y del almacén, en cantidad suficiente, para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores).

Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles, y su recolección, operación y mantenimiento estarán a cargo de la empresa prestadora del servicio durante la vigencia del proyecto. Dicha empresa deberá contar con las autorizaciones y permisos correspondientes.

Abasto de agua.

En proyectos de esta naturaleza el agua necesaria pretende su abasto de los cauces permanentes que se encuentren cercanos al proyecto. Las necesidades del líquido para el proyecto no consideran que pueda generar desabasto en la zona.

Abasto de alimentos.

Este servicio no será requerido de la zona ya que se considera que no puede abastecer las necesidades del proyecto por lo que el abasto se hará principalmente desde las Ciudades Canatlán y/o Durango.

II.2.1 Programa de trabajo

El proyecto se prevé tenga una vida útil de 30 años misma que depende del mantenimiento correctivo y preventivo con el que cuente, pudiendo extender dicha vida útil. Para su construcción se prevé un tiempo estimado de 4 años, desde la etapa de preparación del sitio hasta su operación. Estos tiempos pueden variar de acuerdo con la realización de los trámites y obtención de los permisos correspondientes, así como a condiciones ajenas al proyecto, como condiciones naturales o sociales.

Cuadro II-14 Programa general de trabajo

Etapa	Actividad	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio	Ahuyentamiento y Rescate de Fauna												
	Marqueo de vegetación												
	Rescate de flora												
	Desmonte y despalme												
	Extracción y Control de desperdicios												
	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía												
Construcción	Localización de la línea topográfica												
	Movimiento de tierras												

Etapa	Actividad	Meses											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Construcción de subbase y base												
	Construcción de superficie de pavimento o rodaduras												
	Colocación de señales												

En el programa anterior no se incluye la operación ni el mantenimiento del tramo, ya que la operación será indefinida y el mantenimiento se realizará según las necesidades, generalmente de manera anual. El mantenimiento mayor consistirá en el revestimiento del camino con material proveniente de los bancos previamente mencionados. No se contempla el abandono del proyecto, ya que este permanecerá en funcionamiento continuo, brindando servicio a las comunidades.

II.2.2 Preparación del sitio y construcción

Ahuyentamiento y rescate de fauna

La importancia de esta actividad radica en la protección de las especies que habitan en el área de influencia del proyecto. Se llevará a cabo antes del desmonte e incluye la realización de recorridos en la zona, generando el mayor nivel de ruido posible para favorecer el desplazamiento de la fauna.

En caso de encontrarse ejemplares de especies de desplazamiento lento, estos serán capturados y reubicados de manera segura en hábitats similares al original, a una distancia mínima de 1,000 metros en línea perpendicular al punto de captura.

Rescate de flora

Se identificarán y ubicarán los individuos que se verán afectados por las actividades del proyecto. Posteriormente, una brigada procederá a marcar su ubicación en relación con el norte, y se

registrarán datos relevantes como si el individuo se encuentra sobre roca, protegido por arbustos, aislado, en colonia, así como otras características importantes para la identificación del microhábitat.

Con la información completa del individuo, se procederá a su extracción, la cual deberá realizarse procurando mantener la mayor cantidad posible de suelo adherido a las raíces, evitando en todo momento la exposición directa de las raíces al sol. Una vez extraído, el individuo será colocado en recipientes plásticos adecuados para prevenir cualquier daño físico. Dichos recipientes deberán estar etiquetados con las características del microhábitat en el que se localizó la especie.

Una vez finalizado este proceso, se seleccionará un sitio de reubicación que cumpla con las condiciones de terreno necesarias para su supervivencia. Este sitio deberá estar preferentemente en las cercanías del área sujeta al cambio de uso de suelo y en zonas donde no se prevea un impacto futuro por las actividades del proyecto.

Desmonte.

El desmonte implica actividades específicas como son el marqueo de los árboles que habrán de derribar, desramar y trocear, además de llevar un control organizado de los desperdicios vegetales. La actividad general de desmonte solo se podrá ejecutar cuando el rescate de flora y fauna hayan sido realizados, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Todos los árboles que se encuentren dentro del área que ocupará la calzada del camino tendrán que ser marcados mediante una clave en la parte baja del tocón, misma que deberá ser designada por el responsable Técnico Forestal que indique el Promovente, con la única condición de contar con el Registro Forestal Nacional. Posteriormente al marqueo de los árboles, se llevará a cabo su derribo. Para este efecto se puede utilizar motosierras, machetes, hachas, sierras manuales, cascos, guantes de carnaza, lentes de seguridad, entre otros.

Es importante señalar que durante la ejecución de esta labor no se utilizarán pesticidas ni herbicidas, debido a su potencial contaminante para el suelo.

Los huecos causados por la extracción de este tipo de elementos, así como los pozos y agujeros existentes en la zona de terraplén, deberán rellenarse y compactarse adecuadamente según las recomendaciones emitidas en el proyecto de terracerías, para evitar que estas zonas se comporten como puntos débiles en la estructura del terreno.

Control de desperdicios.

El control de los residuos vegetales generados durante el aprovechamiento forestal deberá realizarse mediante su pica y dispersión, con el objetivo de facilitar su incorporación al suelo y reducir el riesgo de erosión. Los restos deberán colocarse de forma perpendicular a la pendiente cuando esta sea superior al 15 %, de manera que contribuyan a la retención del suelo y a la estabilización del terreno.

El control de desperdicios se realizará utilizando herramientas como machetes, hachas y motosierras, mediante el picado y asentamiento adecuado del material vegetal sobre el suelo. Previamente al acomodo y control de estos residuos, se llevará a cabo el aprovechamiento de la leña utilizable, con el fin de eliminar el material combustible presente en el área y facilitar el manejo del resto del material. Esta práctica también favorecerá una pronta incorporación de los residuos al suelo, mejorando sus condiciones orgánicas.
El material vegetal resultante del derribo podrá destinarse a uso doméstico, siempre y cuando no contravenga las disposiciones legales y ambientales aplicables.

Señalamiento de los límites del Derecho de Vía.

Se establecerán las referencias (mojoneras, bancos de nivel, etc.) siguiendo el sistema de trazo que incluye:

- Trazo del eje del derecho de vía: Se deberá realizar un levantamiento topográfico de poligonal abierta, apoyada en el sistema de coordenadas de punta gorda a cada 500 m.
- Trazo y señalamiento de los límites de los polígonos: Se realizará un desmonte inicial con el objetivo de localizar referencias topográficas existentes, las cuales se identificarán utilizando los planos de construcción del proyecto. Para definir los límites y el alineamiento

del camino, se colocarán banderolas cada 50 metros en los puntos de cambio de dirección, y se instalarán estacas indicadoras de kilometraje cada 20 metros, lo que permitirá una adecuada referencia del avance durante las etapas de construcción.

II.2.3 Descripción de las obras y actividades.

Despalme.

El despalme consiste en la remoción del material orgánico que forma la capa superficial del suelo. Se realizará a lo largo y ancho de las superficies que ocupará el camino en un espesor promedio de 20 cm. Lo anterior se llevará a cabo para el desplante del terraplén y el área donde se realizará la ampliación, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal), para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de la terracería.

El material de despalme será colocado a un lado del sitio del proyecto siempre que no interfiera con las labores de construcción ni con el drenaje del camino existente para posteriormente ser aprovechado en el arrope de los taludes y esparcimiento en la zona.

Escarificado.

Posteriormente a la eliminación de la capa vegetal es recomendable escarificar y re compactar el terreno en una profundidad de entre 15 y 25 cm dependiendo de las condiciones en que se encuentre dicho suelo, la altura del terraplén o el emplazamiento de la obra en zonas que comprometan su estabilidad.

El objetivo de este proceso es uniformizar la composición del suelo y facilitar su posterior re compactación, haciendo que este proceso sea más efectivo. Eventualmente puede recurrirse al empleo de conglomerantes (cal o cemento) para mejorar las características mecánicas del suelo.

Una vez preparado el terreno sobre el que se asentará el terraplén, se procederá a la construcción del mismo, empleando materiales que cumplan con las condiciones de calidad de acuerdo con la norma N-CMT-1-01/16 Materiales para terraplén, y siguiendo el procedimiento siguiente.

Extendido.

Primeramente, se realizará el extendido del suelo en capas de espesor uniforme y de composición homogénea. Para esto puede ser necesario mezclarlo adecuadamente.

La maquinaria a utilizar para el extendido y transporte del material puede variar dependiendo de la distancia, pero se recomienda usar el bulldozer para distancias menores de 500 m, un scrapper para distancias entre 1 y 5 km y una motoniveladora para distancias mayores a 5 km.

Humectación o Desecación.

Una vez extendido el material se procede a acondicionar la humedad del suelo para asegurar la óptima compactación del material, brindando la resistencia suficiente y reduciendo los posteriores asentamientos del terraplén.

La humedad del material deberá ser la obtenida como óptima en la prueba Proctor normal o modificado.

Compactación.

Una vez obtenido el grado de humedad óptimo, se procederá a la última fase de ejecución del terraplén: la compactación.

La calidad de la compactación suele referirse a la densidad máxima obtenida en el ensayo Proctor, que debe ser de 90%.

La compactación de las capas se realizará siempre desde el exterior hacia el centro del terraplén, poniendo especial atención en los bordes y taludes, donde se deberá asegurar una adecuada densificación para garantizar la estabilidad de la estructura. Para ello, se deberá emplear alguna de las siguientes técnicas constructivas:

- Compactar una franja de por lo menos 2 metros de anchura desde el talud, en capas más delgadas y mediante maquinaria ligera apropiada (rodillos pequeños).

- Dotar de un ancho suplementario (1 m) al terraplén sobre los valores estipulados en proyecto. Posteriormente se recortará el exceso colocado, pudiendo ser reutilizado.
- El relleno se efectúa sobre perfil teórico de proyecto y los taludes se compactan directamente mediante maquinaria apropiada.

Terminación del terraplén.

En el caso de terraplenes de acceso, se construirá el cuerpo de terraplén con alturas variables dependiendo de la rasante y se compactará al 95% de su PVSM de la prueba ASSHTO estándar.

Antes de efectuar el desplante de los Terraplenes, deberá escarificarse la capa expuesta en un espesor de 20 cm. y compactarse al 90% de su masa volumétrica, seca, máxima, determinada mediante la prueba AASHTO estándar.

Sobre la capa de terreno natural compactada y si requiere la formación de terraplenes, se construirá la capa subyacente, con el espesor que se indica en el perfil de construcción; el material que forme la capa subyacente será traído del producto de los cortes o del banco indicado en el cuadro de bancos para terracerías y será compactada al noventa y cinco por ciento (95%) de su P.V.S.M. mediante la prueba AASHTO estándar.

Para dar por terminada la construcción del terraplén, se verificará el alineamiento, el perfil y la sección de su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto.

Los terraplenes en capas horizontales de 25 cm de espesor, cada una compactándose al 95% (noventa y cinco por ciento) de su P.V.S.M., determinado mediante la prueba AASHTO estándar, empleando material de los bancos autorizados por la Dependencia. De igual forma se pavimentarán los accesos en la longitud que fije SECOPE, se colocará defensa metálica en la longitud que indica el proyecto, en ambos lados de cada acceso, así como las obras complementarias que se requiera.

Subyacente.

Para el caso de terraplenes de espesor mayor a 50.0 cm, sobre las capas de terraplén debidamente terminado, se construirá la capa subyacente (transición) de 50 .0 cm de espesor (compacto); empleando material del banco más cercano y compactado al 95% (mínimo), de su P.V.S.M calculado con la prueba AASHTO estándar, con lo que se llegará a 50.0 cm abajo del nivel de subrasante de proyecto.

Procedimiento constructivo de la subrasante.

Sobre la capa subyacente debidamente terminada, se construirá la capa subrasante de proyecto utilizando el material del banco más cercano a la obra.

Dicha capa es parte del proyecto geométrico y nos marca la altura de las terracerías. Su espesor es variable siendo muchas de las veces mayor que el necesario en la estructura. La subrasante económica tomara en cuenta lo siguiente: las especificaciones de la pendiente longitudinal, tener una altura suficiente para dar cabida a las obras de drenaje y provocar los acarreos más económicos posibles.

Los materiales empleados son suelos naturales, seleccionados o cribados, dicha capa se coloca encima de los cortes, o del cuerpo de terraplén.

Normalmente los materiales de subrasante se pueden encontrar en lugares cercanos al camino para que su acarreo resulte económico. Si la subrasante se desplanta directamente sobre el terreno de cimentación y su espesor es menor al señalado en el proyecto o bien el material de cimentación no cumpla con las características adecuadas, se excavará una caja hasta la profundidad necesaria para completar el espesor mínimo.

Una vez construido el terraplén o retirados los rellenos del lugar, la superficie descubierta se escarificará en sus primeros 30 cm para los tramos donde el material del terreno natural cumpla los requisitos de calidad para la capa subrasante, o se traerá material de banco con dichas características para los tramos donde el material no sea de buena calidad, este material escarificado se mezclará en seco con el objeto de uniformizarlos.

Por medio de motoconformadora, el material se extenderá parcialmente y se procederá a la incorporación de agua por riegos y mezclados sucesivos, a fin de alcanzar la humedad óptica.

Cada capa extendida se compactará hasta alcanzar un 100 % de su peso volumétrico seco máximo. Si se requiere se darán riegos superficiales de agua durante el tiempo que dure la construcción, únicamente para compensar la pérdida de humedad por evaporación.

La superficie se terminará conforme al proyecto de rasantes y respetando lo indicado en el plano de secciones y perfil longitudinal.

Para dar por terminada la construcción de esta capa, se verificará que el alineamiento, sección, compactación, espesores y acabados sean los correctos de acuerdo con las siguientes tolerancias:

Cuadro II-15 Tolerancia de espesores y acabados

CONCEPTO	UNIDAD
Nivel de la superficie	+/- 2.5 cm
Pendientes, diferencias con respecto a las del proyecto en alineamiento longitudinal	+/- 0.5%
Profundidad de las depresiones, observadas una regla de 3 m de longitud en forma paralela y normal al eje de construcción, valor máximo	2 cm
Compactación en cuando menos 80% de valores determinados en un mínimo de 20 puntos de control, fijados mediante el criterio de números aleatorios, respecto al grado de compactación especificado en el proyecto	100 %
Sobreanchos en la caja de los cortes	10 cm máx.

Recomendaciones para la construcción de terracerías.

a) Los trabajos de desmonte, despalme y limpieza general del área por construir, así como los taludes del cuerpo existente, se realizarán siguiendo los lineamientos indicados en el proyecto de terracerías correspondiente.

b) En el caso de cortes en cajón, una vez efectuado el despalme se abrirá caja cuyas dimensiones deberán estar debidamente indicadas en el proyecto, el piso de corte o caja deberá compactarse al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar en una profundidad de 0.20 m.

c) Para el caso de terraplenes se construirá el cuerpo de terraplén con altura variable dependiendo de la rasante de proyecto y se compactará al 90% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

d) Finalmente, la capa subrasante se construirá con un espesor de 0.30 m, debiéndose compactar el material que constituya dicha capa al 100% de su PVSM de la prueba AASHTO estándar.

e) Los materiales empleados para la formación de las diferentes capas deberán ser procedentes del banco propuesto para este fin y/o producto de compensación de acuerdo con lo indicado en el proyecto de terracerías correspondiente.

Observaciones generales.

1. Los trabajos darán inicio con las actividades de desmonte, desenraice y limpieza general del área destinada a alojar el cuerpo del camino, conforme a lo establecido en el proyecto correspondiente.

2. El despalme se realizará hasta la profundidad indicada en las tablas de datos y de la manera conveniente para eliminar el material correspondiente al primer estrato.

3. Los terraplenes desplantados en un terreno con pendiente natural igual o mayor al 25%, se anclarán al terreno natural mediante escalones de liga a partir de los ceros del mismo. Cada escalón tendrá un ancho mínimo de huella de 2.50 m en material tipo “A” o “B” y en material “C” el escalón tendrá un metro (1.00 m) de huella; en ambos casos la separación de dichos escalones será de 2.00 m medidos horizontalmente, a partir de los ceros de los mismos.

4. En los taludes de los cortes, no se dejarán fragmentos rocosos o porciones considerables de material susceptibles a desplazarse hacia el camino.

5. Con el material producto del despalme, se deberán de arropar los taludes de los terraplenes.

6. La construcción de obras de drenaje se realizará antes de iniciar la construcción de las terracerías; concluidas tales obras, deberán de arroparse adecuadamente para evitar cualquier daño a la estructura de las mismas durante la construcción.

7. Se deberá propiciar la forestación de los taludes de los cortes y terraplenes con vegetación para evitar la erosión de los mismos.

8. En todo el tramo y en donde lo indique el proyecto las cunetas deberán de revestirse con concreto hidráulico f´c = 150 kg/cm^2, con un espesor de 8 cm aproximadamente.

9. Deberá de evitarse que la boquilla de aguas abajo de las alcantarillas descargue sus aguas sobre el talud del terraplén construido, en estos casos la obra de drenaje se prolongará con lavaderos hasta los ceros del terraplén.

10. Cualquier ampliación de corte por requerimiento de material únicamente, debe hacerse a partir del talud extremo de la cuneta o bien, formando una banqueta, la cual quedará debidamente drenada y de preferencia aguas abajo.

11. El material que forme la capa subrasante no deberá de contener partículas mayores de 75 mm (3”) de diámetro, cuando éstas existan deberán de eliminarse mediante rejilla o papeo.
12. Al material grueso no compactable, se le dará un tratamiento de bandeado para aumentar su acomodo; este material servirá sólo para formar el cuerpo del terraplén, construyéndose por capas sensiblemente horizontales con espesor aproximadamente igual a la de los fragmentos y se dará como mínimo cuatro pasadas a cada punto de su superficie con tractor D-8 o similar.

Carpetas de concreto asfáltico.

El pavimento será de tipo flexible con una Base Hidráulica de 15 cm, Base Asfáltica de 10 cm y Carpeta Asfáltica de 10 cm.

Sobre las terracerías, se colocará la base hidráulica de 15 cm de espesor compacto, formada con material proveniente del Banco especificado y que cumpla con la normatividad correspondiente, compactándolo hasta alcanzar el 100 % de su P.V.S.M. determinado con la prueba AASTHO Modificada.

Sobre la superficie de la Base hidráulica, barrida y seca, se colocará un riego de impregnación, a razón de 1.0 lts/m^2 de emulsión asfáltica catiónica.

Sobre la capa de base hidráulica debidamente terminada y después de la aplicación del riego de liga, se construirá una Base asfáltica de 10 cm de espesor y cemento asfáltico EKBÉ SUPERPAVE PG 64-22 con una dosificación aproximada de 125 kg/m3 (a título informativo la dosificación se determinará con las pruebas de laboratorio) de material pétreo seco y suelto de tamaño máximo de 38.1 mm (1 ½ “), la mezcla será elaborada en planta y en caliente y el tendido se efectuará compactándola al 95 % de su peso volumétrico determinado en la Prueba Marshall realizada para determinar el diseño de la mezcla.

Por último y una vez que el producto asfáltico del riego de la liga tenga la consistencia conveniente, se procederá a construir una carpeta de concreto asfáltico, la cual se aplicará en una capa, de 10 centímetros de espesor compacto respectivamente, el material de trituración deberá cumplir con el 50% mínimo de las gravas con el valor pulido mayor de 32, según la prueba TEX – 438A, se deberá verificar que el mismo ha sido totalmente intemperizado, debiendo presentar una expansión nula, compactándola al noventa y cinco por ciento (95%) de su peso volumétrico máximo determinado por el laboratorio con el método Marshall. El concreto asfáltico deberá elaborarse utilizando cemento asfáltico EKBÉ SUPERPAVE PG 64-22 y material pétreo de tamaño máximo nominal de diecinueve (19) milímetros, la dosificación del cemento asfáltico será de ciento veinticinco (130) kilogramos por metro cúbico de material pétreo seco y suelto aproximadamente, dosificación que se obtendrá del diseño Marshall.

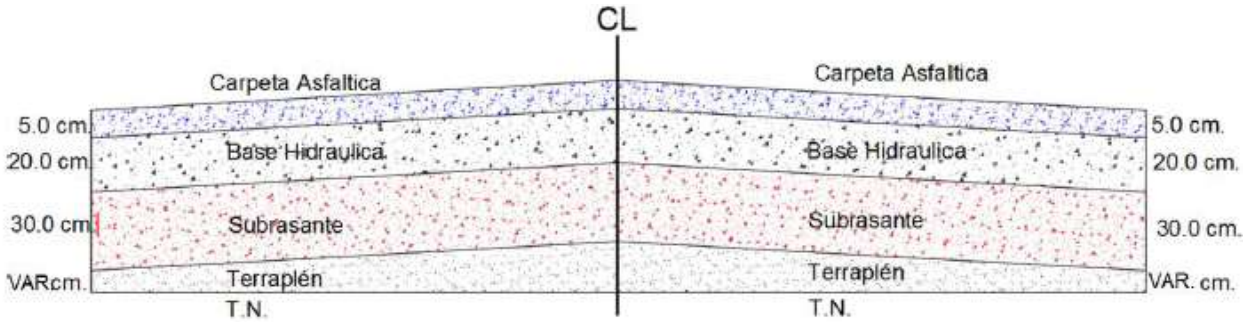

Figura II-16 Ejemplo de la conformación del pavimento

Riegos de impregnación.

Es la aplicación de material asfáltico sobre una superficie terminada, con objeto de impermeabilizarla y/o estabilizarla para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica.

Ejecución.

Se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentren en ella. Antes de aplicar el riego de impregnación, el barrido se dará por terminado cuando lo indique la secretaría.

Si la base se ha deteriorado o destruido por no haber sido impregnada a su debido tiempo, deberá reacondicionarse para dejarla de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por la secretaría. Todas las operaciones y los materiales necesarios para dicho fin serán por cuenta del contratista, si el deterioro o la destrucción de la base fue por causas imputables al mismo.

Una vez barrida la superficie por tratar, se procederá a dar el riego de material asfáltico por medio de una petrolizadora aprobada por la secretaría.

Por ningún motivo deberá regarse material asfáltico cuando la base se encuentre mojada.

El riego del material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día.

El tipo de material asfáltico y la cantidad que se riegue por metro cuadrado serán fijados por el proyecto y/o ordenados por la secretaría, así como si debe ser regada en una (1) o dos (2) aplicaciones.

La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar firmemente adherido; la penetración del riego deberá ser mayor de cuatro (4) milímetros. Aunque en algunos casos la secretaría puede aceptar como satisfactoria una penetración menor, siempre que haya buena adherencia entre el material asfáltico y el de la capa cuya superficie se impregnó.

Cuando a pesar del barrido, se presente una superficie de textura muy cerrada y muy seca, puede darse un riego ligero de agua para desalojar el aire retenido principalmente por las partículas más finas y que impide que la aplicación del riego de material asfáltico sea satisfactoria; se dejará evaporar este riego de agua casi en su totalidad y cuando la superficie se observe seca, se dará el riego de impregnación.

Una base bien terminada no debe tener depresiones; sin embargo, el material asfáltico regado pudiera, sin existir depresiones, formar charcos; cuando esto suceda, el exceso de material asfáltico que se haya acumulado en esta forma se quitará por medio de cepillos.

La superficie impregnada de la base deberá cerrarse al tránsito durante las veinticuatro (24) horas siguientes a su terminación o durante el tiempo que juzgue necesario la secretaría y no deberá permitirse el paso de vehículos en este lapso.

Cuando por causas de fuerza mayor y previa a la autorización de la secretaría, sea necesario abrir al tránsito la base impregnada antes de que transcurra el tiempo establecido, ésta se cubrirá con arena de las características y en la cantidad que se ordene.

Cuando lo fije el proyecto y/o lo ordene la secretaría, se empleará un aditivo del tipo y en la proporción que se indique.

La longitud máxima de base impregnada sin cubrir con la carpeta asfáltica será fijada en cada caso, por la secretaría.

En caso de que el contratista incurra en retrasos en el programa de obras para la construcción de la carpeta asfáltica, y como consecuencia la base impregnada no sea protegida de manera oportuna y adecuada, será responsabilidad del contratista realizar las reparaciones necesarias, así como su reposición, en caso de que así lo determine la Secretaría.

Medición.

El barrido de la superficie por tratar se medirá tomando como unidad la hectárea.

La arena utilizada para recubrir el riego de impregnación se medirá en metros cúbicos, tomando como referencia el volumen del material cargado en los vehículos de transporte inmediatamente antes de su aplicación. Esta medición deberá verificarse a partir de la cantidad en litros por metro cuadrado, conforme a lo indicado en el proyecto y/o lo ordenado por la secretaría.

Drenaje mayor.

En el área sujeta a CUSTF, se presenta un escurrimiento de tercer orden. Por lo tanto, se realizarán obras de infraestructura que minimicen la alteración del curso natural de dicho escurrimiento. En términos de drenaje mayor, se tiene previsto la construcción de puentes, los cuales permitirán la adecuada continuidad del flujo hídrico.

El diseño estructural de los puentes se ajustará a lo establecido en la norma N·PRY·CAR·6·01·002/21[5], aplicable a puentes de pequeña y mediana escala, cuyas especificaciones se detallan a continuación:

Diseño estructural.

Según las condiciones del terreno y el flujo de agua, se optará por un puente de viga o puente de cajón de concreto armado, adecuado para la capacidad de carga esperada en el camino del presente proyecto.

[5] https://normas.imt.mx/storage/normativa/N-PRY-CAR-6-01-002-21.pdf

Ancho de la calzada.

El ancho de la calzada será el mismo que el de la corona de la carretera en los accesos a la estructura, lo que incluye tanto el ancho de la calzada como sus acotamientos. Sin embargo, en situaciones especiales, como cuando el puente se ubique en una curva o en una zona de transición, se deberá agregar al ancho de la calzada la ampliación correspondiente, conforme a lo indicado en el proyecto geométrico de la carretera.

Drenaje de la calzada.

El drenaje transversal de la calzada se logra mediante el bombeo de la sección transversal de la superficie de rodadura, mientras que el drenaje longitudinal se realiza a través de una contraflecha o mediante la pendiente de la rasante. Se debe evitar que el agua proveniente de las cunetas de los accesos fluya sobre la calzada del puente o cualquier estructura similar. Para ello, se instalará una obra de interceptación al inicio de la estructura que captará también el drenaje transversal. En el caso de estructuras de gran longitud, el drenaje se ejecutará mediante drenes o sumideros, cuyo tamaño y cantidad serán suficientes para asegurar una evacuación adecuada del agua. En estructuras de menor longitud o en pasos superiores vehiculares o ferroviarios, los drenes pueden ser omitidos, y el agua de la calzada se dirigirá a bajadas ubicadas cerca de los extremos de la estructura. Estas bajadas deberán ser de material resistente a la corrosión, con un ancho mínimo de diez (10) centímetros, e incluir dispositivos o registros que faciliten su limpieza total. La ubicación y detalles de los drenes de la calzada estarán diseñados para evitar que el agua descargada afecte cualquier parte de la estructura o el tráfico de carreteras inferiores. Además, los voladizos de las losas de concreto contarán con un gotero en su extremo para evitar que el agua escurra sobre los paramentos de la estructura.

Sobrelevación.

La sobrelevación de la superficie de rodadura del puente o estructura similar en curva horizontal será la indicada en las especificaciones establecidas en el proyecto geométrico de la carretera.

Guarniciones.

Las guarniciones, que son elementos de concreto situados en los bordes de la calzada del puente o de estructuras similares, tienen como finalidad dirigir el tránsito vehicular y servir como base para un parapeto o barrera de protección. Estas guarniciones deberán tener una altura máxima de quince (15) centímetros sobre la superficie de rodadura y un ancho mínimo de treinta (30) centímetros en su base. Además, las caras de las guarniciones, en el lado de la calzada, serán inclinadas con un talud de 2:1.5 (horizontal a vertical), respectivamente.

Banquetas.

Las banquetas tendrán un ancho libre mínimo de setenta y cinco (75) centímetros, medido horizontalmente desde el pie de la banqueta hasta el plano vertical tangente al parapeto por el lado de la calzada. La altura mínima de las banquetas sobre la superficie de rodadura será de veinticinco (25) centímetros.

Parapetos.

Los parapetos son dispositivos de seguridad rígidos ubicados a lo largo de los extremos laterales de los puentes. Estos pueden estar formados por uno o más elementos longitudinales, que pueden consistir en defensas de acero o barreras monolíticas o modulares de concreto.
En puentes donde la velocidad máxima permitida sea de ochenta (80) kilómetros por hora o superior y cuenten con banquetas, se instalarán parapetos para vehículos en las orillas interiores de las banquetas, mientras que en las orillas exteriores se instalarán parapetos peatonales. El diseño de los parapetos se realizará de manera que sean estéticos y se integren armónicamente con la apariencia general del puente o estructura similar.



Figura II-17 Sección transversal puente 1

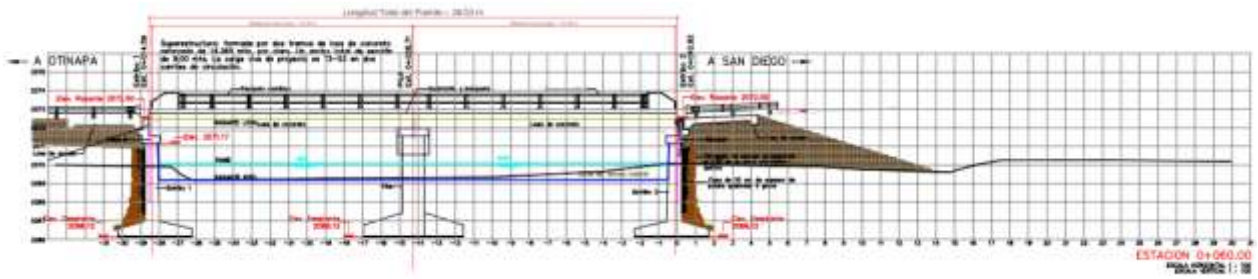

Figura II-18 Sección transversal puente 2

Drenaje menor.

Para el caso de las alcantarillas que se vayan a reconstruir o que sean nuevas, será necesario llevar a cabo la excavación correspondiente, la demolición de la estructura existente que se reemplazará, así como la remoción de los tubos o residuos de la alcantarilla original.

Excavación para estructuras.

Las excavaciones para las estructuras de obras de drenaje se ejecutarán hasta el nivel de desplante que se indique, con una capacidad de fatiga del terreno natural de 1.80 kg/cm^2; para ello deberá afinarse la excavación para recibir los elementos estructurales del proyecto ejecutivo.

Extracción de los tubos de las alcantarillas existentes.

Los tubos de concreto o lámina de las obras de drenaje existentes que puedan ser sustituidos se extraerán del lugar cuidando de no destruirlos, mismos que serán transportados, almacenados y estibados en el lugar que indique la supervisión, a quien se le entregará un reporte del número y diámetro de tubos extraídos medidos en obra y los que fueron almacenados.

Construcción de alcantarillas tipo tubo.

Excavación para estructuras.

Las excavaciones para las estructuras de obras de drenaje se ejecutarán hasta el nivel de desplante que se indique, con una capacidad de fatiga del terreno natural de 1.80 kg/cm^2; para ello deberá afinarse la excavación para recibir los elementos estructurales del proyecto ejecutivo.

El material producto de la excavación se aprovechará para la protección de las alcantarillas.

Plantilla de apoyo.

La alcantarilla se apoyará en una base firme y uniforme, formada por una plantilla construida con material de características de la subrasante, compactada al 90% AASHTO estándar con un ancho especificado en el plano y el espesor en el centro de la obra no será menor de 30 centímetros, la longitud será la de la obra.

Al terminar esta etapa se procederá a darle una curvatura similar al radio de la alcantarilla de tal manera que, al colocarse las placas de la base, estas queden perfectamente bien apoyadas. Si en el desplante propuesto, la capacidad de carga del suelo es inferior a la carga transmitida por el terraplén y se espera un asentamiento del terreno natural, se recomienda construir la plantilla de la alcantarilla con contra flecha. La altura de esta dependerá del estudio del suelo geotécnico del terreno natural y en ningún momento deberá interferir en el buen desempeño hidráulico de la alcantarilla por efecto de pendiente longitudinal.

Rellenos laterales.

Se formará en capas horizontales simultáneas de 15 centímetros de espesor con el material especificado compactado al 90% AASHTO estándar con su humedad óptima, cuidando que la altura de los rellenos sea la misma en todo momento, esto se logrará colocando simultáneamente cada capa en los apoyos laterales. Este procedimiento se puede llevar a cabo con equipo manual mecánico para los acostillados y de compactación convencional ligero o pesado para los laterales.

Antes de iniciar este proceso se recomienda retirar la capa vegetal de las laderas que ligan con los rellenos laterales y/o construir escalones de liga donde el suelo natural lo requiere a recomendación del ingeniero residente.

Rellenos sobre la estructura.

Se realizará en capas horizontales de 15 centímetros de espesor con el material especificado compactadas al 90% AASHTO estándar con su humedad óptima, operación que se deberá llevar a cabo utilizando equipo liviano (equipo manual o mecánico liviano) hasta la altura mínima recomendada (0.45 metros); salvando dicho espesor se procederá a la construcción del cuerpo del terraplén con los materiales, espesores y compactaciones solicitadas en el proyecto geotécnico. En esta etapa se podrá utilizar equipo de compactación convencional, excepto equipo pesado de construcción hasta 1.90 metros de altura de la clave de la estructura.

A continuación, se presentan las especificaciones de materiales recomendados para plantilla y rellenos.

Materiales de arrope recomendados.

El material que se utilizará en la construcción de la plantilla de apoyo, rellenos laterales y relleno sobre la estructura, deberá de ser un material granular (3” máximo de agregado) y con características de la subrasante pero que tenga nula o poca plasticidad y que esté libre de material orgánico. Un buen material para arrope de la alcantarilla será el que cumpla con la especificación AASHTO M-145-91, grupo A-1, A-2 y A-3.

Recomendaciones para la instalación de la alcantarilla.

Para llevar a cabo una correcta instalación de la alcantarilla se recomienda seguir las indicaciones siguientes y las señaladas en plano de armado provisto por el fabricante.

El personal requerido para la instalación de una alcantarilla dependerá de su diámetro o luz, longitud, calibres y del programa de instalación. Dependiendo de la disponibilidad de espacio será el número de brigadas asignadas a labores específicas. Una brigada compuesta por 7 personas se considera aceptable para llevar a cabo un eficiente armado de la alcantarilla.

El equipo y herramientas que se requiere para el armado de una alcantarilla por cuadrilla son: 2 pistolas neumáticas (opcional), 6 ganchos de varilla de ½” de diámetro, 2 barras de punta (la

punta debe ser de ¼" a 1" de diámetro y de 2´a 3´de longitud), barra de punta con base para dado, 6 llaves mixtas de 1 ¼", 1 wincher, 1 torquímetro, 1 escalera y andamios.

Se deberá de comprobar con el ingeniero residente de obra el lugar exacto y la alineación de la alcantarilla, así mismo se deberá verificar con los reportes de laboratorio que la plantilla este perfectamente compactada, nivelada y con una curvatura similar al radio de la alcantarilla.

Hacer una distribución de las piezas (hojas) en los lados donde se colocarán de acuerdo con los planos de armado y en función de los colores o marcas.

Iniciar el armado de las piezas de la base en sentido contrario a la corriente del agua, es decir, e aguas abajo a aguas arriba.

Se recomienda hacer el armado de toda la base para facilitar la colocación de los tornillos y apriete correcto. Esto se realiza colocando un soporte debajo de las hojas para que una o dos personas puedan colocar tuercas y tornillos en la parte inferior de la base, esta operación se repite en cada unión para posteriormente, colocar las hojas laterales o de esquinas y por último la tapa.

Colocación de las piezas de la parte superior (tapa) de la alcantarilla. A diferencia de las placas de la base está se realizará en el sentido del escurrimiento, es decir, de aguas arriba hacia aguas abajo, puede llevarse a cabo con una pequeña grúa de una tonelada o simplemente con la misma gente, realizando maniobra sencilla por la parte exterior, al hacer movimientos para subir una hoja deberá de verificar que sea la hoja indicada según el plano de armado y que las perforaciones estén en el sentido correcto, esto con la finalidad de evitar maniobras dobles para arreglar su posición. Una vez que se seleccione la hoja, basta con presentarla en los laterales, calzándola con polines para permitir manipularla por abajo y así subirla deslizándola sobre las hojas laterales que ya estén colocadas. Ya en la posición correcta será recibido por 2 personas en la parte superior y 2 por el inferior al mismo tiempo que la van guiando hasta que coincidan las perforaciones unas con otras, en caso necesario se ayudarán con las barretas donde se pondrán los tornillos con sus respectivas tuercas. Se recomienda apretar los tornillos solo hasta que esté cerrado el anillo con todos los tornillos colocados. Para maniobras en el interior de la alcantarilla se recomienda colocar andamios.

La correcta colocación de los tornillos es muy importante para un torque adecuado, ya que en cualquier caso la cabeza de los mismos deberá de quedar siempre sobre los valles, mientras que las tuercas quedaran sobre las crestas, es decir, un tornillo ira en un sentido mientras que el siguiente estará colocado en sentido contrario, se recomienda checar el torque al 10% de los tornillos.

En el Cuadro II-16 se muestra la información de algunas de las obras de drenaje contempladas, para este tramo.

Cuadro II-16 Relación de obras de drenaje transversal proyectadas para este tramo

No.	Ubicación	Dimensiones	Tipo de obra	Cruzamiento
1	km 8+910	1.50 X 1.00 metros	Losa	Escurrimiento intermitente
2	km 9+450	1.50 X 1.00 metros	Losa	Escurrimiento intermitente
3	km 10+190	1.50 X 1.00 metros	Losa	Escurrimiento intermitente
4	km 10+403.45	1.50 X 1.00 metros	Losa	Escurrimiento intermitente
5	km 10+642.81	1.50 X 1.00 metros	Losa	Escurrimiento intermitente

Obras complementarias de drenaje.

Las obras complementarias de drenaje superficial consisten en cunetas, bordillos y lavaderos, estos elementos físicos sirven para dar salida al agua y evitar su acumulación en la carretera y reducir o eliminar la cantidad de agua que se dirija hacia esta y evitar que provoque daños estructurales.

Para el caso del presente proyecto se realizarán obras complementarias de cunetas

Cunetas.

Son zanjas que se construirán adyacentes a los hombros de la corona en uno o en ambos lados, con el objeto de interceptar el agua que escurre sobre la superficie de la corona, de los taludes

de los cortes del terreno contiguo, conduciéndola a un sitio donde no haga daño a la carretera o a terceros.

La conformación de las zanjas para formar las cunetas se efectuará mediante excavación, de acuerdo con las secciones, niveles, alineación y acabados establecidos en el proyecto. La pendiente de la cuneta será la misma que la de la carretera. Cuando la sección de la carretera pase de corte a terraplén, se prolongará la longitud necesaria en diagonal, siguiendo la conformación del terreno, para desfogar el agua en terreno natural, en la obra de drenaje más cercana o hasta donde establezca el proyecto.

Una vez terminada la conformación, se revestirá la cuneta mediante zampeado para protegerla contra la erosión. Previo a la colocación del revestimiento, la superficie por cubrir estará afinada, humedecida y compactada.

El tipo de recubrimiento, su espesor, la resistencia del concreto hidráulico o la proporción del suelo- cemento, serán los que establezca el proyecto ejecutivo.

El recubrimiento con concreto hidráulico simple, se construirá con juntas frías cada metro, mediante colado de las losas en forma alterada y con longitud mínima de 1 metro (**¡Error! No se e ncuentra el origen de la referencia.**).

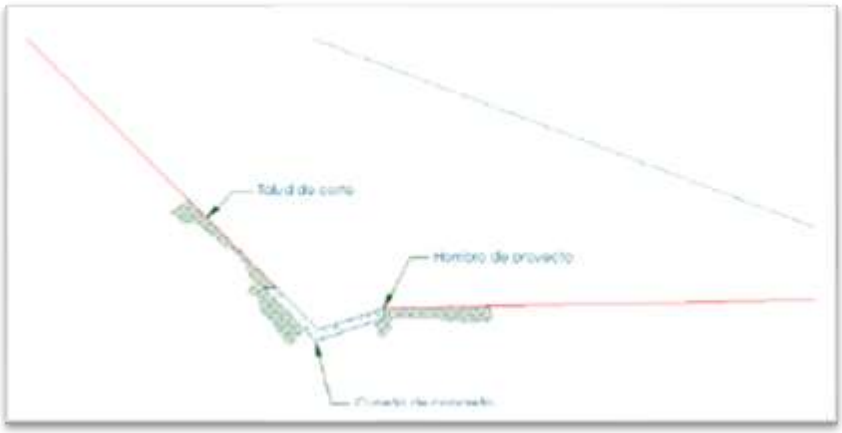

Figura II-19 Sección tipo cuneta

Señalamiento vertical.

Definición.

Las señales verticales bajas son el conjunto de tableros instalados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas o símbolos que tienen por objeto regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, la existencia de algún sitio turístico o servicio, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la carretera. Según su finalidad, pueden ser señales preventivas, restrictivas, informativas, turísticas y de servicios, o diversas; según su estructura de soporte, pueden ser fijadas en uno o dos postes, o bien en estructuras existentes.

Ejecución.

Para la instalación de las señales verticales bajas se considerará lo señalado en la cláusula d. De la norma N·LEG·3, ejecución de obras.

Previo a la instalación de las señales, se marcará la localización y disposición de las señales en los lugares establecidos en el proyecto o aprobados por la secretaría.

Una vez ubicados los sitios donde se instalarán las señales, se realizará la excavación para la colocación de la estructura, conforme a las dimensiones establecidas en el proyecto o aprobadas por la secretaría.

La estructura de las señales bajas se instalará de tal manera que los postes de apoyo queden verticales.

Los tableros de las señales deberán instalarse en las estructuras de soporte de manera que queden perpendiculares a la dirección del tránsito, empleando los dispositivos especificados en el proyecto o aquellos aprobados por la Secretaría.

La estructura de las señales bajas puede instalarse con el tablero de la señal fijo, siempre y cuando no se maltrate dicho tablero durante las maniobras de instalación.

Los postes de soporte de las señales deberán colocarse dentro de la excavación, para lo cual será rellenado con el material producto de la excavación y con concreto hidráulico conforme a lo indicado en el proyecto o lo apruebe la secretaría.

Es responsabilidad del contratista de obra la conservación de las señales hasta que hayan sido recibidas por la secretaría, junto con todo el tramo de carretera.

Las señales tendrán las siguientes características:

Tablero: lámina galvanizada calibre 14 y acabado en soldadura con primario de cromado de zinc y esmalte color aluminio.

Fondo: en película reflejante de grado de alta intensidad

Poste: en fierro ángulo acabado galvanizado por inmersión de 6.35 x 6.35 x 0.635 cm (2 ½ x 2 ½ x ¼ “) y la longitud necesaria para su colocación con tornillería galvanizada por inmersión en caliente, y se colocaran con concreto hidráulico de f’c = 150 k/cm^2.

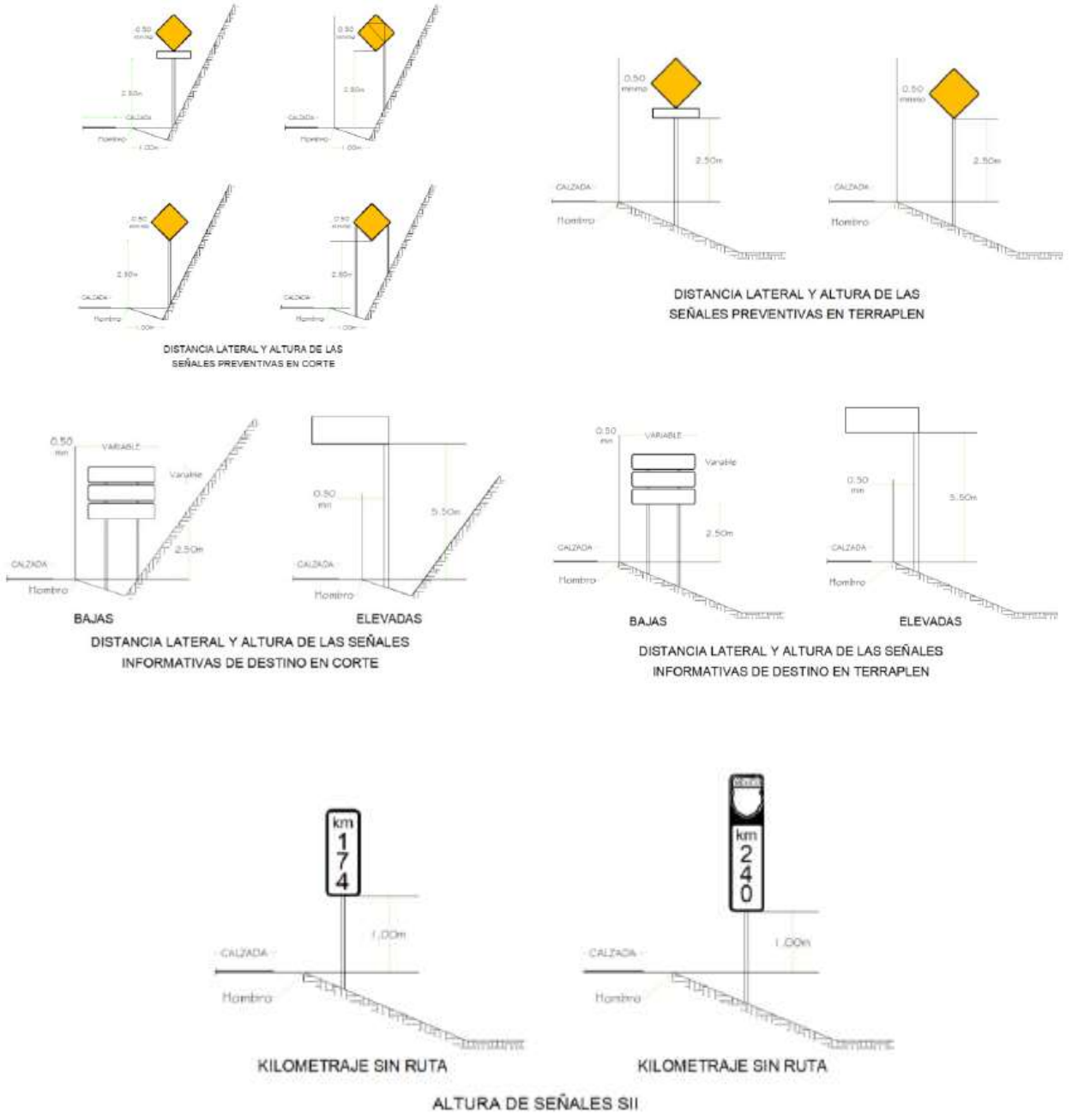

Figura II-20 Ejemplificaciones de las diversas señaléticas a utilizar

Señalamiento horizontal.

Son el conjunto de rayas, símbolos y letras, que se pintan y colocan sobre el pavimento, guarniciones o estructuras, dentro o adyacente al arroyo vial, que tiene por objeto delinear las

características geométricas de las vialidades para regular y canalizar el tránsito de vehículos y peatones, así como de proporcionar información a los usuarios.

Las marcas y dispositivos para el señalamiento horizontal de carreteras y vialidades urbanas, por su uso, se clasifican como se indica en el siguiente listado:

- En pavimento: Recubrimiento con pintura (M-1.6, M-1.5, M-3.2) (N-CTR-CAR-1-07-001/00)
- Colocación de vialetas (DH-1.5, DH-1.6, DH-1.12)
- Otros Dispositivos (OD-4, OD-6) ().

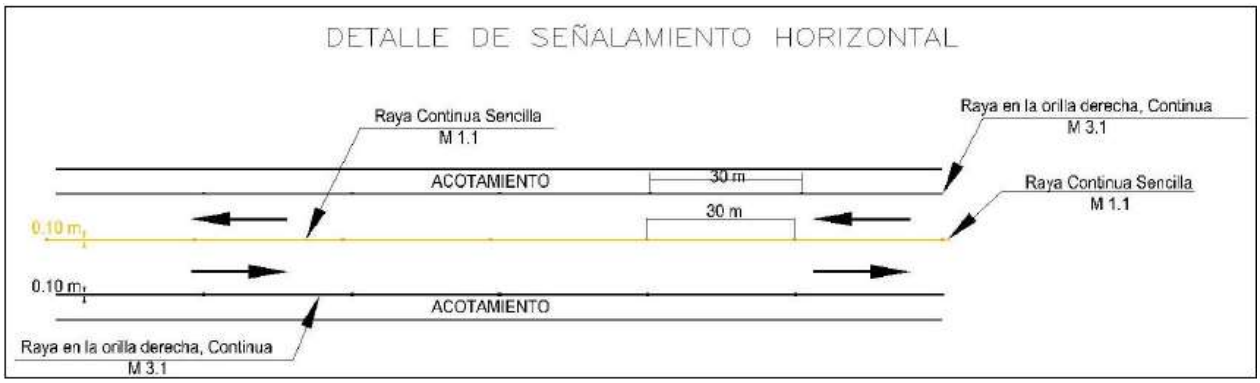

Figura II-21 Detalles del señalamiento horizontal del proyecto

Pinturas base solvente.

Son las formuladas con resinas alquidales modificadas y agentes plastificantes que aglutinan y proporcionan propiedades adherentes al pigmento de alto índice como el titanio, con la característica de tener un secado rápido.

Pinturas base agua.

Son las elaboradas con resinas acrílicas emulsionadas que proporcionan propiedades adherentes al pigmento de alto índice como el titanio, agentes fungicidas y antiespumantes. Su tiempo de secado es mayor que el de las pinturas base solvente.

Pinturas termoplásticas.

Son las fabricadas con resinas sintéticas, pigmentos y agentes plastificantes que las aglutinan y les proporcionan propiedades adherentes. En algunos casos la fórmula envasada incluye las esferas de vidrio. A su vez, las pinturas termoplásticas, por sus características físicas y composición química, se clasifican en:

Tipo alquidal.

Son las pinturas fabricadas con cualquiera de las resinas sintéticas termoplásticas hechas de alcoholes polihidroxi y ácidos polibásicos o sus anhídridos; contienen una resina natural resistente a los efectos de los productos derivados del petróleo, tales como los aceites y combustibles de los vehículos.

Tipo hidrocarburo.

Se fabrican con mezclas de resinas derivadas del petróleo más estables al calor. No son resistentes a los efectos de los productos derivados del petróleo, como los aceites y combustibles de los vehículos.

Las pinturas para señalamiento horizontal se fabrican en dos presentaciones:

Líquidas.

Son los productos fluidos que contienen una o más sustancias químicas, procesadas para efectuar una reacción y propiciar, después de la evaporación de la parte líquida, la formación de películas con propiedades de adherencia, color y apariencia, entre otras.

Sólidas.

Son aquellas que se presentan en forma sólida, que requieren ser licuadas con solventes adecuados o mediante la aplicación de calor. Contienen una o más sustancias químicas,

naturales o sintéticas, procesadas para efectuar una reacción y propiciar la formación de películas con propiedades específicas, tales como adherencia, color y apariencia, entre otras.

Requisitos de calidad de las pinturas y esfera de vidrio para señalamiento horizontal

Pinturas.

Las pinturas base solvente y base agua, antes y después de su aplicación, cumplirán con los requisitos de calidad señalados en las tablas 1 y 2, respectivamente, según su tipo y las pinturas termoplásticos, con los indicados en la tabla 3 de esta norma.
Además, cumplirán con lo que se indica a continuación:

Apariencia.

Las pinturas previamente a su aplicación tendrán un aspecto uniforme y estarán exentas de natas, productos de oxidación, grumos que requieran incorporación, polvo u otros materiales contaminantes.

Estabilidad.

Las pinturas líquidas conservarán su apariencia y su consistencia durante cuarenta y ocho (48) horas sin formar sedimentos duros o natas, de acuerdo con lo indicado en el manual m-mmp-5-01-009, estabilidad al almacenamiento de pinturas para señalamiento horizontal. Se tendrá cuidado de no confundir la falta de estabilidad con un asentamiento normal del pigmento, ya que no se considera falta de estabilidad cuando el pigmento sedimentado se puede incorporar al vehículo con una agitación manual durante menos de cinco (5) minutos.

Cuadro II-17 Características de las pinturas base solvente y base agua, para señalamiento horizontal, antes de su aplicación

Características	Valor	
	Pintura base solvente	**Pintura base agua**
Finura, en unidad Hegman, mínimo	2.5	2.0
Contenido de pigmento total, %	50 a 59	45 a 55

Características	Valor	
	Pintura base solvente	**Pintura base agua**
Contenido de vehículo, %	41 a 50	45 a 55
Contenido de sólidos totales, %, mínimo	69.5	71.5
Contenido de sólidos totales, %, máximo	30.5	28.5
Tiempo de secado, en mínimo		
Al tacto, mínimo	5	15
Duro, máximo	30	45
Viscosidad, en unidades Krebs	69 a 76	70 a 90
Contenido de bióxido de titanio, con relación al pigmento (pintura blanca), en %, mín.	21	
Contenido de bióxido de titanio, con relación al pigmento (pintura amarilla), en %, mín.	22	
Masa específica, en $kg/d,^3$, mínimo.	1.4	1.2

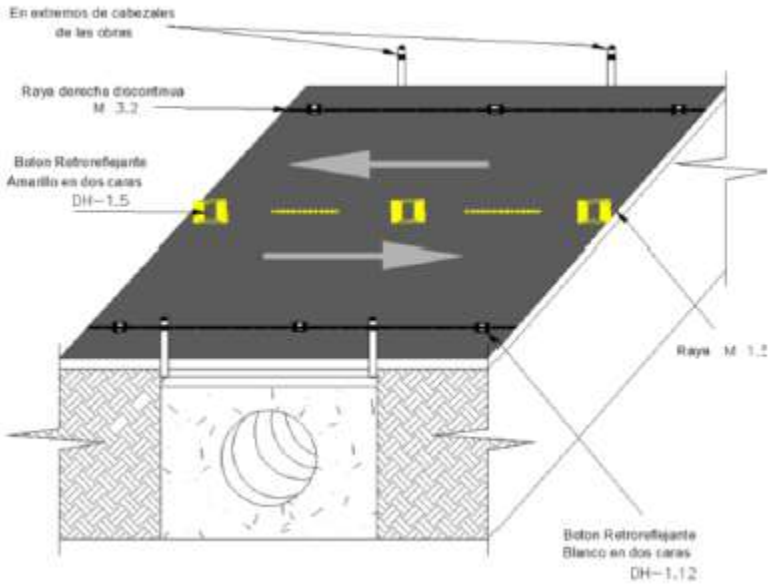

Figura II-22 Ejemplificación de la señal tipo OD-6 en las obras de drenaje

II.2.4 Operación y mantenimiento

Programa de operación.

El camino operará con un TDPA de 100 vehículos actuales (este valor se incrementará rápidamente una vez que el camino se encuentre modernizado), por la naturaleza del proyecto no existe un programa de operación.

Se prevé después de 15 años la necesidad de ampliar nuevamente la corona a 12 m para alojar dos carriles de circulación de 3.5 m y acotamientos extremos de 2.5 m.

No se consideran tampoco programas destinados a enfrentar eventos climatológicos extraordinarios, tales como huracanes y tormentas tropicales.

Programa de mantenimiento.

Las principales actividades de mantenimiento que se efectúan según el tramo y el estado de deterioro del camino tipo “D” se describen a continuación:

Mantenimiento Preventivo.

Consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, reposición de material de la superficie de rodamiento.

Reposición de señales

Estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

Mantenimiento de taludes.

Para estas actividades se tienen que verificar los taludes y cortes para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños a la carpeta de rodamiento y utilizando trascabos y camiones de volteo en caso de ser necesario.

Los equipos que se utilizarán con mayor frecuencia serán los siguientes:

- Camioneta pick up
- Camión de volteo o caja plana
- Rodillo o compactador
- Equipo manual necesario.

Mantenimiento Mayor.

Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril de la vialidad con el fin de realizar trabajos de mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

II.2.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

Dada la naturaleza del Proyecto, se considera de utilidad permanente; por lo que, una vez terminada la modernización de esta vía de comunicación, se llevarán a cabo las acciones de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, lo cual quedará a disposición de la SICT.

El mantenimiento constante que se le dará a la vía tendrá el objetivo de conservar o ampliar la capacidad operativa de la vialidad para que continúe dando servicio.

II.2.6 Residuos

Residuos fisiológicos de los trabajadores.

Se tendrá una letrina portátil por cada 10 trabajadores. La limpieza y servicio de ésta será realizada por una compañía autorizada contratada.

Residuos sólidos urbanos (basura).

Se producirán de 6 a 10 kilogramos diarios de estos residuos, se concentrarán en tambos metálicos de 200 l de capacidad y se dispondrán finalmente en el basurero local.

Aceite gastado, estopas y trapos impregnados de aceite.

Se colectará el aceite en tambos de 200 l, se colectarán los trapos y estopas impregnadas de aceite gastado también en tambos de 200 l, se llevarán estos desechos a la cabecera municipal (Canatlán) para ser recogidos ahí por una empresa autorizada por SEMARNAT que se encargara de su disposición final.

Descargas.

No habrá

Control de emisiones.

No se requiere nueva infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos.

Durante las diferentes etapas del Proyecto serán generados diversos residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y peligrosos (RP); por tanto, es indispensable que los trabajadores de la obra conozcan los tipos de residuos a generar:

- **RSU:**

- **Orgánicos:** residuos de vegetación, residuos de comida,
- **Inorgánicos:** papel, cartón, vidrio, plástico, madera.

- **RME:** lámina de fierro, metal, cables, varillas, estructuras de acero, aluminio, desperdicios de construcción, y
- **RP:** combustibles, grasas y aceites usados, baterías de automotores y vehículos, pinturas, grasas y aceites, recipientes y estopas impregnados de lubricantes.

Para la clasificación de residuos se utilizará una serie de iconografías o pictografías que faciliten su identificación y posterior separación. Por ello, se recomienda colocarlos en la parte frontal superior de los contenedores o recipientes (Figura II. 21 Iconografía a utilizar para la identificación de los residuos). En el caso de residuos sólidos urbanos se colocarán los iconos señalados en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

De esta forma los residuos de tipo peligroso se identificarán de acuerdo con las características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y/o biológico infeccioso). Lo anterior de acuerdo con los artículos 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 del RLGPGIR, y con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Es importante resaltar que, durante las etapas del proyecto no se generarán residuos biológicos infecciosos.

Los distintos residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto serán acopiados dentro de contenedores, cuya capacidad máxima no deberá exceder los 200 l, estos deberán ser identificados de acuerdo con la iconografía propuesta en la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral, para evitar la mezcla de los distintos residuos.

Tipo de residuo	Codificación
RSU	
RME	
RP	

Figura II-23 Iconografía a utilizar para la identificación de los residuos

Cabe mencionar que los diferentes tipos de residuos que se generen durante el desarrollo del Proyecto serán depositados en sus respectivos contenedores, sin exceder el 80% de la capacidad de estos, lo cual permitirá prevenir posibles derrames.

Los residuos que se hayan generado durante las distintas obras y actividades serán acopiados de forma momentánea en áreas previamente acondicionadas para ello

II.2.7 Generación de gases efecto invernadero

La denominación “gases de efecto invernadero” se utiliza para referirse a los componentes atmosféricos de emisión natural o antropogénica que absorben y emiten eficazmente la radiación infrarroja emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes, dando lugar al denominado efecto invernadero.

El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), los óxidos de nitrógeno (N_2O), el metano (CH_4) y el ozono (O_3) son los gases de efecto invernadero primarios de la atmósfera terrestre. La atmósfera contiene, además, cierto número de gases de efecto invernadero enteramente antropogénicos, como los halocarbonos u otras sustancias que contienen cloro y bromo.

El presente proyecto generará gases de efecto invernadero, tales comoH_20, $C0_2$, CH_4, N_20, CFC, O_3, entre otros.

II.2.7.1 Identificar por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de efecto invernadero

Los residuos generados por la obra para cada una de las fases del proyecto se detallan en el cuadro que se presenta a continuación:

Cuadro II-18 Residuos generados por la obra

ETAPA	TIPO DE RESIDUOS GENERADOS	MANEJO
Preparación del Sitio	Materia Orgánica (cubierta vegetal removido), volúmenes de tierra, piedras, y escombro.	Materiales de relleno en la construcción de terraplenes, por lo que estos residuos serán depositados en ellos.
	Residuos de Tipo Doméstico (generado por los trabajadores)	Se depositarán en contenedores dentro de sanitarios portátiles, siendo una empresa dedicada a ello quien los traslade a plantas de tratamiento.
Construcción	Sólidos de composición variada (arenas, arcillas, cementos, calizas, pizarras, asfaltos, alquitranes, gomas, maderas, pegamentos, vidrios, yesos, pinturas, plásticos, chatarras, etc.)	Debido a que carecen de toxicidad, no ofrecen riesgos sanitarios, por lo que serán utilizados en áreas donde sean útiles para rellenos dentro de la obra o levantados y transportados a rellenos sanitarios autorizados.
Operación	No se generan residuos	No se requiere

ETAPA	TIPO DE RESIDUOS GENERADOS	MANEJO
Mantenimiento	Azolves (arenas, grava, piedras, tierra, etc.), materia orgánica.	Se depositarán en zonas que lo requiera el transecto del camino, de acuerdo con la topografía de este, ya que no representan peligro alguno.
Desmantelamiento y abandono de las instalaciones	Materiales de construcción, acero, contenedores, materiales de embalaje	Los materiales en buen estado serán aprovechados en otras obras. Aquellos que no cumplan este requisito se desecharán y se depositarán en sitios autorizados para su deposición final

II.2.7.2 Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

Las emisiones a la atmosfera serán las relacionadas con los vehículos para el transporte del personal y la maquinaria de operación.

Según la Calculadora de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en su versión 2025 puesta a disposición digital por la Oficina Catalana del Cambio Climático[6], los cálculos se realizan de acuerdo con el tipo de transporte, tipo de carburante por vehículo, así como la clase de maquinaria a utilizar. Los GEI que se generarán de acuerdo con la calculadora serán CO_2, CH_4, N_2O.

6 https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/calculadora_demissions/

ÍNDICE DE CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES III-3

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio III-3

III.1.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio III-4

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED) III-11

III.1.2.1 Políticas Territoriales III-12

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas III-19

III.2.1 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica .. III-19

III.2.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP) III-21

III.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves III-23

III.2.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias III-24

III.2.5 Regiones Terrestres Prioritarias III-25

III.3 Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Canatlán 2022-2025. ..... III-26

III.4 Normas Oficiales Mexicanas III-27

III.5 Otros instrumentos a considerar III-30

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos III-30

III.5.2 Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente III-33

III.5.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental III-37

III.5.4 Ley de Vías generales de comunicación III-39

III.5.5 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal III-42

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable III-44

III.5.7 Reglamento Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable III-45

III.5.8 Ley de Aguas Nacionales III-46

III.5.9 Ley General de Vida Silvestre III-47

III.5.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental III-48

III.5.11 Ley de Obras Públicas III-54

III.6 Plan Estatal de Desarrollo 2023 - 2028 ..... III-54

III.7 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030 ..... III-56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro III- 1 Descripción de la UAB 14 Sierras y Llanuras de Durango III-6
Cuadro III- 2 Estrategias aplicables a la UAB 14 ..... III-7
Cuadro III- 3 Aptitudes sectoriales POEED..... III-11
Cuadro III- 4 Criterios de regulación ecológica, estatal UGA 69..... III-14

ANEXOS:

III.1 Ubicación del Proyecto respecto al POEGT

III.2 Ubicación del área de CUSTF con respecto a la UGA's del POEED

III.3 Sitios Terrestres Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad

III.4 Áreas Naturales Protegidas

III.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

III.6 Regiones Hidrológicas Prioritarias

III.7 Regiones Terrestres Prioritarias

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

La vinculación de las obras y actividades del proyecto con el marco legal aplicable es parte fundamental del contenido de la presente manifestación de impacto ambiental Regional, por lo que, en observancia a la fracción III del Artículo 12 del Reglamento en materia de evaluación de impacto ambiental (REIA) se presenta la vinculación de las obras y actividades del proyecto con lo dispuesto en los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos de relevancia y aplicación en la zona de estudio donde se llevaran a cabo los trabajos propuestos, a fin de sujetarse a los lineamientos de cada disposición ambiental con validez oficial y mostrar la viabilidad y la congruencia de los objetivos del proyecto con los objetivos que pretenden todos y cada uno de los ordenamientos aplicables en la regulación de su desarrollo y construcción, dando así, certidumbre de la viabilidad jurídico ambiental del proyecto.

III.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio

De acuerdo a la información encontrada en las páginas de la SEMARNAT existen ocho (8) ordenamientos ecológicos expedidos del Estado de Durango, y son:

1) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango;
2) Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la cuenca Santiaguillo;
3) Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Durango;
4) Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Municipio de Gómez Palacio;
5) Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Lerdo;
6) Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Mapimí;
7) Programa de Ordenamiento Ecológico del Municipio de Pueblo Nuevo; y
8) Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio del Municipio de Papasquiaro.

También, a nivel nacional se cuenta con el:

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

III.1.1 Programa de Ordenamiento General del Territorio

Al respecto, se corroboró que los ordenamientos ecológicos aplicables al presente proyecto, por su ubicación, dimensión, características y alcance es el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Durango, por lo que, a continuación, se presenta la vinculación de estas disposiciones jurídicas con las obras y actividades que se proyectan.

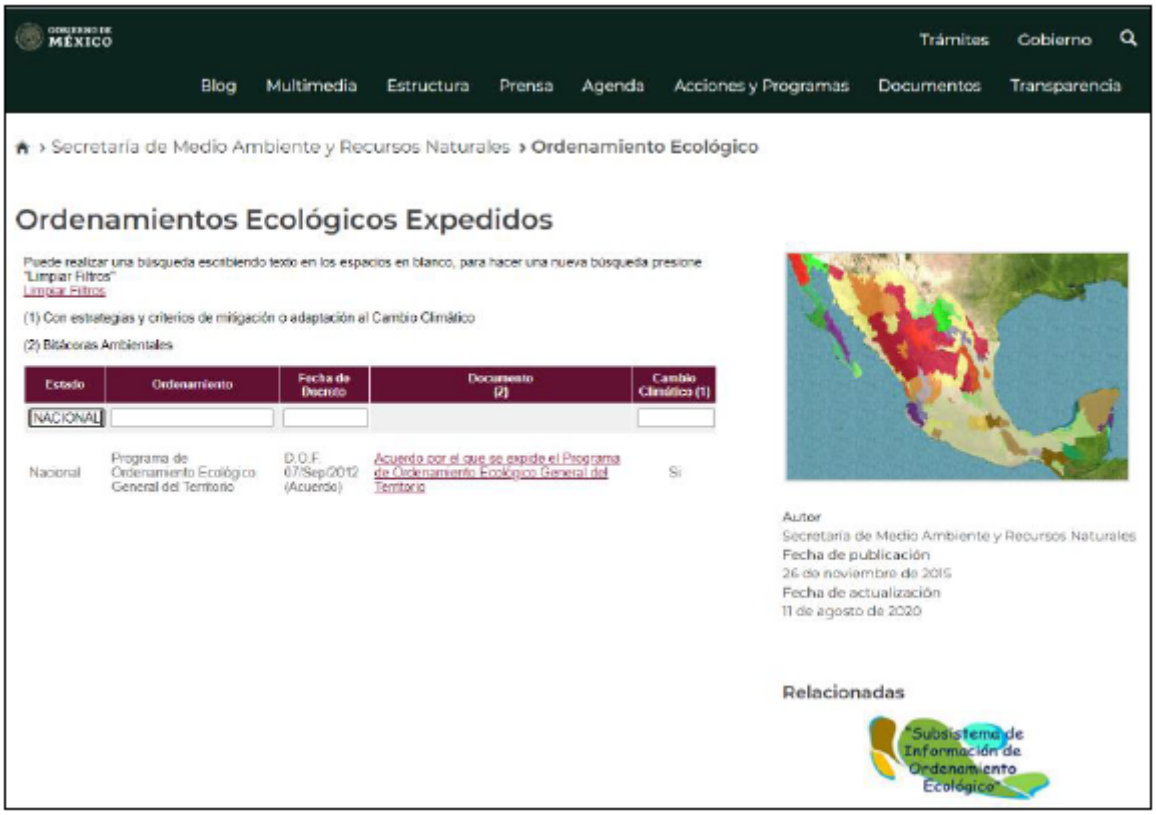

Figura III- 1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio[1]

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio está integrado por la regionalización ecológica (áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización. Su objetivo es: promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por

[1] https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/ordenamiento-ecologico-del-territorio
http://www.semarnat.gob.mx/gobmx/ordenamiento.html (11/09/25)

las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la administración pública federal (APF):

1. Orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos;
2. Fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales;
3. Promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad;
4. Fortalecer el sistema nacional de áreas naturales protegidas;
5. Apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la administración pública federal (APF).

Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

Expuesto lo anterior, el proyecto de ampliación y modernización del camino se encuentra ubicado en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 14, región ecológica 9.24, nombre: Sierras y Llanuras de Durango, Nombre de la Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable y Protección (Cuadro III- 2).

Se observa esto en la siguiente Figura III- 2.

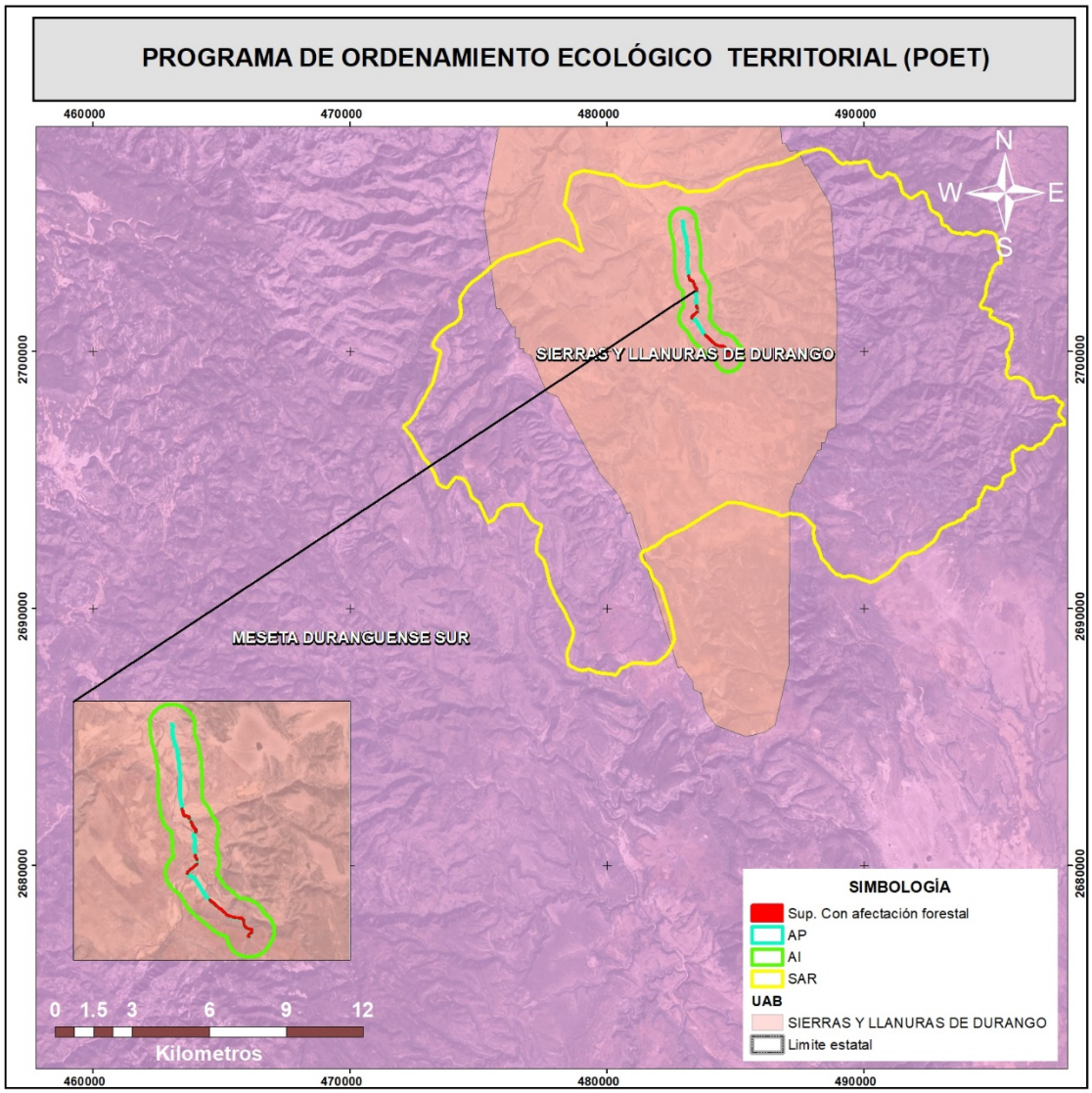

Figura III- 2 Ubicación del eje del proyecto en la UAB 14 Sierras y Llanuras de Durango del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Cuadro III- 1 Descripción de la UAB 14 Sierras y Llanuras de Durango

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros	Estrategias sectoriales
14	Ganadería-Minería	Agricultura-Poblacional	Forestal	-	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

A continuación, se especifican las estrategias ecológicas que corresponden a la Unidad Ambienta Biofísica 14 “Sierras y Llanuras de Durango” y su vinculación con el proyecto.

Cuadro III- 2 Estrategias aplicables a la UAB 14

Estrategia sectorial		Descripción	Vinculación con el proyecto
1. Sustentabilidad Ambiental del territorio:			
B. Aprovechamiento Sustentable	4	Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, recursos genéticos y recursos naturales	Durante el desarrollo del proyecto no se realizará el aprovechamiento de ningún tipo de recurso natural, fauna o flora silvestre. Con lo que respecta al material vegetal que resulte de las actividades de modernización, este será esparcido en las zonas propuestas para llevar a cabo las acciones de reforestación, así mismo, para la fauna silvestre se implementarán acciones de concientización ambiental al personal de la obra, con el objetivo de evitar la sustracción ilegal de cualquier especie de fauna silvestre.
	5	Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	
	6	Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas	
	7	Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	
	8	Valoración de los servicios ambientales	El proyecto consiste en la modernización de un camino que actualmente es de terracería, que involucra a las localidades rurales en el estado de Durango, por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto. Sin embargo, dentro de la manifestación de impacto ambiental se realiza un análisis de la prospectiva ambiental del Sistema Ambiental (SA), en el que se menciona las condiciones de cada de los factores (Capitulo IV).
C. Protección de los recursos naturales	12	Protección de los ecosistemas	El proyecto, generará un impacto de gran repercusión en los ecosistemas ya que este pretende desarrollase en mayor medida sobre un camino existente.
	13	Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica.

Estrategia sectorial		Descripción	Vinculación con el proyecto
D. Restauración	14	Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios	El proyecto contempla el establecimiento de una reforestación y conservación de suelos como medida de compensación por los daños que pudiera causa la ejecución de la obra
E. Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15	Aplicación de los productos de la investigación en el sector minero al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables	No es aplicable para el proyecto objetivo, ya que no pertenece al sector minero.
	15 BIS	Coordinación entre los sectores minero y ambiental	No es aplicable para el proyecto objetivo, ya que no pertenece al sector minero.
2. Mejoramiento del Sistema Social e Infraestructura Urbana			
A. Suelo Urbano y Vivienda.	28	Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
	24	Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
B. Zonas de Riesgo y prevención de contingencias	25	Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	El proyecto consiste en la modernización de un camino que comprende las localidades de Ignacio Zaragoza y San Diego de Alcalá, por lo que este rubro se encuentra fuera de los alcances y objetivos del proyecto
	26	Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	
C. Agua y saneamiento	27	Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	El proyecto consiste en mejorar una vía de comunicación que facilitara el acceso a los servicios básicos. Por lo que puede considerarse como coadyuvante en el cumplimiento de este criterio ecológico.
	28	Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica

Estrategia sectorial		Descripción	Vinculación con el proyecto
	29	Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
E. Desarrollo Social	33	Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Mejora en la movilidad de las comunidades rurales, permitiendo que participen en proyectos económicos y sociales. Facilitará la llegada de programas gubernamentales y sociales, optimizando la aplicación de recursos. Incremento en las oportunidades de acceso a servicios básicos, reduciendo la pobreza.
	34	Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	Conexión a las comunidades más aisladas con mercados, servicios de salud, educación y programas federales. Reduciendo la marginación al integrar la economía local con la regional y nacional.
	35	Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	Un camino accesible permite la rápida atención en emergencias (sequías, inundaciones, plagas). Facilita el transporte de apoyos, insumos agrícolas y asistencia técnica para proteger la producción rural.
	36	Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	Al mejorar la conectividad, se amplían las oportunidades de comercialización de distintos productos. Facilita el traslado de tecnologías e insumos para diversificar la producción. Permite implementar una política alimentaria integral que mejore la nutrición en comunidades marginadas.
	37	Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica

Estrategia sectorial		Descripción	Vinculación con el proyecto
	38	Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
	40	Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
	41	Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	Mejora en la movilidad para que las personas vulnerables puedan tramitar y recibir apoyos sociales y de protección. Favorece que brigadas de asistencia lleguen a localidades aisladas.
3. Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			
A. Marco Jurídico	42	Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El promovente presenta la documentación legal pertinente, la cual ampara el uso destinado para la ejecución de este camino.
B. Planeación del ordenamiento territorial	43	Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos	El proyecto pretende la modernización geométrica de un camino existente, por lo que se considera que este criterio no le aplica
	44	Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	

Las estrategias de la unidad ambiental analizada no establecen restricciones para las obras y actividades propuestas. Por lo tanto, el proyecto no contradice este ordenamiento ecológico, ya

que su objetivo no es negar o autorizar la ejecución de actividades sectoriales, sino orientar a la administración pública federal.

Aun así, para contribuir a la conservación del patrimonio natural del país de forma integral y sostenible, se implementarán diversas acciones para evitar, reducir y compensar los posibles impactos en la zona del proyecto.

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED)

El POEED[2] se publicó el 21 de diciembre de 2008 y su última reforma en septiembre de 2016, en el Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del estado de Durango y contiene los objetivos, prioridades y acciones que regulan o inducen el uso del suelo y las actividades productivas de una región. En dicho documento se establece la regionalización a ordenar, los lineamientos ecológicos, estrategias, unidades de gestión ambiental y criterios de regulación ecológica. Se determinaron 312 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), en el que se establecieron las aptitudes sectoriales:

El Modelo representa una propuesta para la asignación de usos o actividades a cada una de las unidades de gestión ambiental, siguiendo criterios que permitan distribuir las actividades económicas y de conservación de forma balanceada, sin favorecer o afectar a un sector en particular.

La asignación de usos y actividades debe entenderse como una herramienta para orientar los programas y planes de la administración pública, para fomentar cada uno de los sectores que participan en el proceso. No debe entenderse como un medio para prohibir o permitir las actividades de los sectores participantes.

Cuadro III- 3 Aptitudes sectoriales POEED

Sector	Descripción
Explotación	EPC: Explotación Pecuaria de Caprinos, EPA: Explotación Pecuaria Avícola, EPB: Explotación Pecuaria de Bovinos.

[2] http://seigsrnyma.durango.gob.mx/bitacorama/doc/Act_OEE_Publicacion_POE.pdf Consultado el 11 de septiembre 2025.

Sector	Descripción
Agrícola	AT: Agricultura de Temporal, AR: Agricultura de Riego, AFM: Aprovechamiento Forestal Maderable.
Aprovechamiento	AFNMM: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Maguey, AFNML: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Lechuguilla, AFNMC: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Candelilla, AFNMO: Aprovechamiento Forestal No Maderable de Orégano.
Conservación	BIO: Conservación de la Biodiversidad.
Minera	MIN: Minería.

III.1.2.1 Políticas Territoriales

Las políticas territoriales que se establecen en el POEED son clasificadas como de: *Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento,* mismas que se describen a continuación:

- Protección: Se promueve el establecimiento de esquemas para preservación de ecosistemas. Por ejemplo, en áreas naturales protegidas.
- Conservación: Se promueve el uso y consumo de recursos renovables de forma sustentable. Por ejemplo, en el aprovechamiento forestal.
- Restauración: Se promueve la recuperación de la estructura y función de ecosistemas degradados. Por ejemplo, en zonas erosionadas.
- Aprovechamiento: Se acepta la transformación de los ecosistemas con fines productivos y sociales. Por ejemplo, en zonas agrícolas.

Conforme a la ficha técnica de la **UGA 123** (donde se encuentra inmerso el Proyecto) incluida en el texto del documento del POEED, se presenta las siguientes características:

De acuerdo con la ubicación del proyecto, la UGA estatal sobre la que se encuentra, es el número 123 denominada Valle Intermontano 3:

En la siguiente Figura III- 3 se aprecia lo antes descrito.

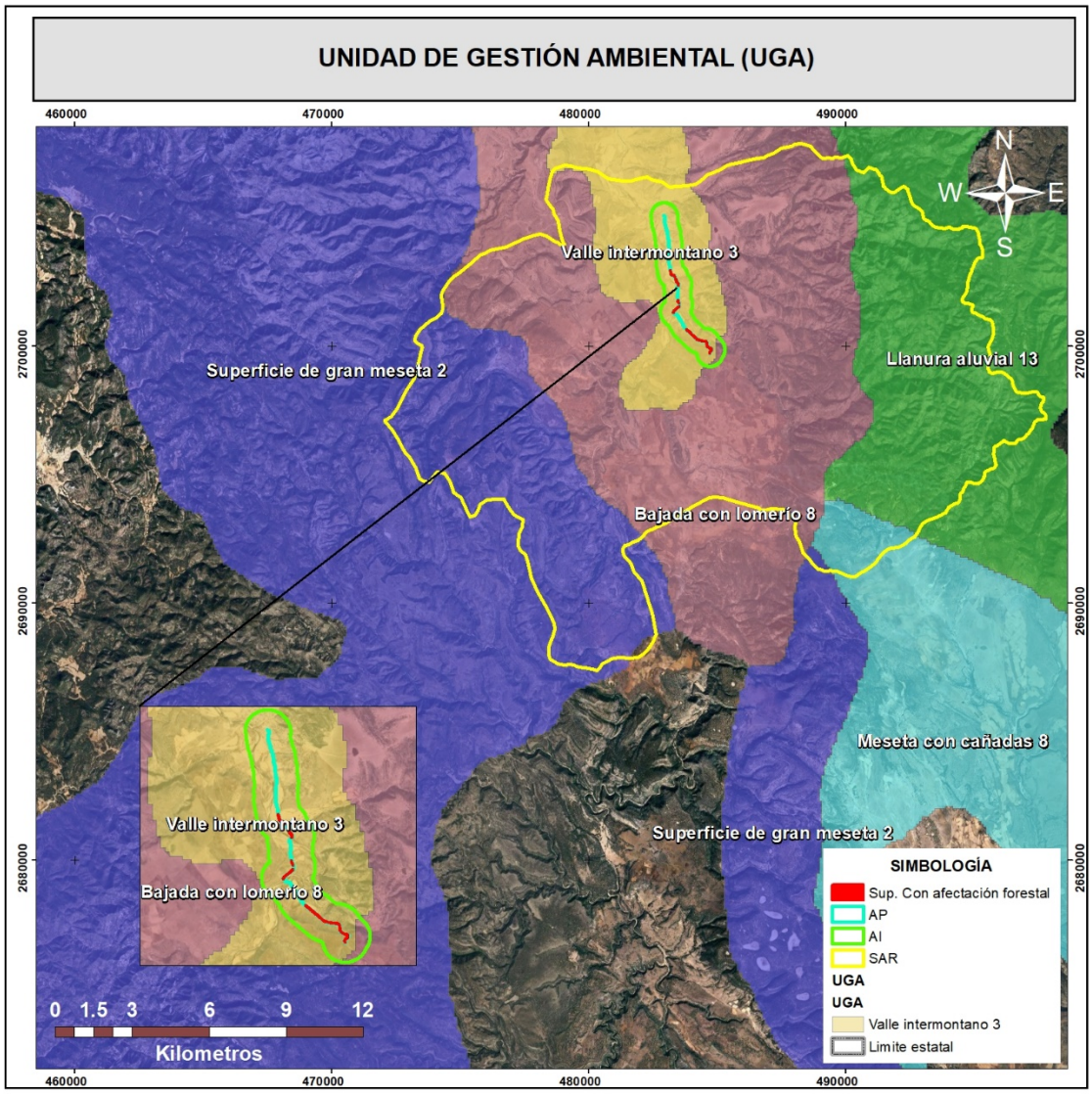

Figura III- 3 Ubicación del eje del proyecto en la UGA 123 Valle Intermontano 3

CLAVE UGA: 123

NOMBRE UGA: Valle Intermontano 3

Nombre de la Política Ambiental: Conservación

USOS A PROMOVER: Agricultura de Temporal; Conservación de la Biodiversidad; Explotación Pecuaria Bovina; Aprovechamiento Forestal Maderable; Minería

SUPERFICIE (ha): 58,725.555117

Lineamiento: Las actividades de aprovechamiento pecuario de bovinos consideran el mantenimiento de la integridad de la vegetación natural para la UGA

Los criterios aplicables para la UGA sobre la que se ubica el proyecto y su vinculación con el Proyecto, se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro III- 4 Criterios de regulación ecológica, estatal UGA 69

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
AGRO02	Desincentivar el uso de herbicidas y plaguicidas químicos, fomentando entre los productores el control biológico de plagas agrícolas.	No se usarán herbicidas, así como tampoco plaguicidas
AGRO03	En los proyectos agrícolas se debe fomentar el uso o implementación de ecotecnias agrícolas, que incluyan la implementación de agricultura orgánica y protegida, labranza cero y el uso de abonos orgánicos.	No aplica porque el proyecto no tiene fines agrícolas
AGRO04	Se deberán promover el establecimiento de barreras arbóreas, de especies nativas o de la región, en los límites perimetrales de las zonas agrícolas, las cuales preferentemente se ubicarán perpendicularmente a la dirección del viento.	No aplica por que el proyecto no tiene fines agrícolas
BIO01	Se deberán fomentar programas interinstitucionales enfocados a la reintroducción de flora y fauna nativa en aquellas áreas donde hayan sido desplazadas o afectadas por actividades previas.	Dentro de las actividades del proyecto se contemplan acciones de reforestación con especies nativas y el rescate y ahuyentamiento de fauna, con el propósito de no afectar estos componentes.
GAN01	Se deberá evitar el pastoreo en áreas que hayan estado sujetas a aprovechamiento forestal y que se encuentren en regeneración de acuerdo con el programa de manejo autorizado.	Dentro de las actividades del proyecto no se contemplan acciones ganaderas ni obras para beneficio de esta actividad, por lo tanto, no aplica este criterio.
GAN02	Las actividades ganaderas en zonas bajas inundables o cercanas a arroyos no podrán modificar los flujos naturales de agua mediante la construcción de brechas y cualquier otra actividad que compacte el suelo o interrumpa el flujo de agua	Dentro de las actividades del proyecto no se contemplan acciones ganaderas ni obras para beneficio de esta actividad, por lo tanto, no aplica este criterio.

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
GAN05	No se deberá fomentar el cultivo de especies exóticas invasoras de pastos (exóticas africanas *Eragrostis curvula, E. lehmanniana, E. superba, Melinum repens y Panicum coloratum*).	Dentro de las actividades propias del proyecto no se contempla la introducción de especies exóticas que pudieran perjudicar la estabilidad del ecosistema.
GAN06	La ganadería extensiva realizada en áreas forestales compatibles con la conservación o el mantenimiento de los servicios ambientales deberá implementar sistemas de manejo holístico o pastoreo con rotación de potreros y períodos de descanso que permitan el mantenimiento y recuperación de la estructura natural de la vegetación.	Dentro de las actividades del proyecto no se contemplan acciones ganaderas ni obras para beneficio de esta actividad, por lo tanto, no aplica este criterio.
GAN07	En los cuerpos de agua usados como abrevaderos, así como las corrientes de agua, se deberá fomentar la construcción de instalaciones adecuadas (puentes con mampostería, o depósitos de agua utilizando acero galvanizado revestido con mampostería) que garanticen un acceso controlado del ganado que evite la erosión, la compactación y que favorezca el mantenimiento de la vegetación del borde.	Dentro de las actividades del proyecto no se contemplan acciones ganaderas, por lo tanto, no aplica este criterio.
GAN08	En la infraestructura ganadera dedicada a la suplementación y disposición de agua, se deberá promover que en su diseño contemplen aspectos que eviten accidentes por ahogamiento de las especies de fauna menor (utilizando barreras como divisiones de madera	No aplica porque el proyecto no se realizará actividades ganaderas.
GAN09	Los cercados para delimitar propiedades o potreros deberán permitir el libre tránsito de la fauna silvestre, evitando utilizar materiales como malla ciclónica o borreguera. Se recomienda usar el menor número de hilos	Se permitirá el libre tránsito de la fauna nativa

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	posibles y alambres sin púas en las líneas superior e inferior.	
FORM01	Los aprovechamientos forestales deberán buscar la permanencia de corredores faunísticos.	Dentro del área del proyecto no se identificaron corredores faunísticos, motivo por el cual no se verán afectados.
FORM02	Se deberán fomentar viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal.	Se tiene contemplado la reproducción de especies nativas para la reforestación, las especies serán adquiridas en viveros.
FORM03	Para el óptimo desarrollo de aprovechamientos forestales es necesario prevenir los incendios mediante la apertura de guardarrayas entre predios colindantes, limpieza y control de material combustible y la integración de brigadas preventivas.	Dentro de las actividades del proyecto se contemplará la limpieza y control del material combustible, así como capacitación al personal sobre combate de incendios.
FORM04	En las zonas sujetas a aprovechamiento forestal se promoverá realizar labores de conservación de suelos.	Se tiene contemplado realizar acomodo del material vegetal en sentido perpendicular a la pendiente para la retención de suelo.
FORM05	En la apertura de caminos, durante los aprovechamientos forestales es necesario evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.	En la ampliación del camino, se tiene contemplado la instalación de alcantarillas y puentes para evitar la modificación u obstrucción de corrientes de aguas superficiales.
FORM06	En áreas con aptitud para recursos forestales y ganadería extensiva se deben establecer sistemas silvopastoriles (SSP), disminuyendo la carga animal para favorecer la regeneración y mantenimiento de la vegetación natural.	No aplica porque el proyecto no se realizará actividades ganaderas.
MIN01	En la realización de actividades mineras, se deberán observar las medidas compensatorias y de disminución de impacto ecológico específicas consideradas en la normatividad ambiente.	Se consideran en el presente documento las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales, consideradas en la normatividad.
MIN02	Durante la operación de actividades mineras con vehículos automotores en circulación que usen gas licuado del petróleo, gas	Todos los vehículos que se utilizarán en el proyecto contaran con su mantenimiento respectivo y se llevará una bitácora de

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
	natural u otros combustibles alternos, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	control, con esto se garantiza la emisión de gases y de ruido no rebase los límites permitidos por la normatividad aplicable.
MIN03	Durante la operación de actividades productivas con vehículos automotores en circulación que usen gasolina como combustible, se deberán tomar medidas que garanticen la emisión permisible en la normatividad respectiva.	Todos los vehículos que se utilizarán en el proyecto contaran con su mantenimiento respectivo y se llevará una bitácora de control, con esto se garantiza la emisión de gases y de ruido no rebase los límites permitidos por la normatividad aplicable.
MIN04	En las operaciones de actividad minera se deberán tomar en cuenta los aspectos de normatividad considerados en la identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	Los residuos considerados como peligrosos, como aceite lubricante gastado, filtros, mangueras, estopas, cartón, papel o artículos impregnados con grasa y aceite lubricante gastado, estos se dispondrán en contenedores que se colocarán en los frentes de obra cuando los trabajos se estén ejecutando y serán retirados del sitio para entregarse a una empresa autorizada por SEMARNAT, para la disposición de los mismos.
URB01	El desarrollo de las zonas de reserva urbana deberá ser acorde a la disponibilidad de servicios que garanticen la calidad de vida de los pobladores y la exclusión de riesgos al medio ambiente.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB02	No se deberán fomentar nuevos centros de población en áreas de protección y conservación y sus zonas aledañas, conforme al presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB03	Se deberá promover el aumento de densidad poblacional en las áreas ya urbanizadas mediante la construcción de vivienda en terrenos baldíos.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.

Clave	Criterio	Vinculación con el proyecto
URB04	Los asentamientos urbanos y las zonas naturales deberán protegerse de la contaminación y riesgo industrial, incorporando barreras naturales que conformen corredores con franjas anchas de especies vegetales nativas de amplia cobertura de copa y de tallas considerables, que funjan como filtros naturales de la contaminación urbana.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB05	Con el fin de evitar procesos de erosión del suelo y riesgos a la vivienda y espacios públicos, la construcción se deberá desarrollar preferentemente en terrenos con pendientes menores al 30%.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB06	Para la definición de nuevas reservas territoriales para los asentamientos humanos, se deberá tomar en cuenta los proyectos de desarrollo urbano y el presente Programa de Ordenamiento Ecológico, así como la infraestructura existente.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB07	No se fomentará el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas aledañas a parques industriales o zonas potencialmente expuestas a catástrofes naturales.	El proyecto, no contempla el desarrollo de zonas Urbanas, por lo tanto el criterio no aplica al proyecto.
URB09	Las poblaciones con menos de 1000 habitantes deberán contar, al menos, con sistemas de fosas sépticas para el manejo de las aguas residuales y/o letrinas para el manejo de excretas.	El proyecto contará con todos servicios públicos para su operación

Como se puede observar el proyecto es compatible con el Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango y no se contrapone con sus lineamientos, permitiendo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y dentro de la UGA sobre la que se encuentra.

Por consiguiente, el Proyecto tal y como está planteado es jurídica y técnicamente viable, es armónico, congruente y consistente con el MOEED, ya que las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, tienen el objetivo de minimizar los impactos ambientales que el Proyecto pudiera ocasionar en el sitio, ya que están encaminadas a incrementar la calidad ambiental, siendo congruente con los objetivos de las políticas de Conservación designados para la UGA donde el Proyecto pretende ubicarse.

Además, los lineamientos y criterios ecológicos establecidos en la UGA revisada son aplicables directamente al Proyecto, y no prohíben, ni restringen o limitan ninguna de las obras y/o actividades que se ejecutarán en el mismo.

III.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas

III.2.1 Programas de recuperación y restablecimiento de las zonas de restauración ecológica

En la zona del proyecto se tiene identificado un Sitio Terrestre Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad (SPT), estos se encuentran publicados por la CONABIO. Esta dependencia resume la creación de estos sitios de la siguiente manera.

"La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental ya que México pertenece a uno de los países llamados mega diversos. La excepcional biodiversidad de México se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y numerosas especies que se distribuyen en todo su territorio, albergando 12% de los organismos vivos del planeta. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra altamente amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies. Lo anterior indica que el país enfrenta grandes retos de conservación por lo que sin duda es necesaria una planeación a múltiples escalas para representar todos los elementos de la biodiversidad. La presente cartografía representa los primeros resultados principales de la identificación de sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre. Se evaluó el nivel de protección con unidades de análisis de 256 km^2 y datos de especies, comunidades y los principales factores que las amenazan. Se identificaron

sitios de extrema, alta y media prioridad. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad, 1145 unidades de alta prioridad y 176 de extrema prioridad."

Las prioridades de conservación para los diversos ecosistemas y grupos de especies deben utilizarse para optimizar los recursos dedicados a las acciones de conservación; es imperativo mantener los hábitats conservados, restaurar los que requieren acciones más urgentes y albergan elementos únicos de la diversidad biológica, fortalecer las áreas protegidas, ampliar el abanico de instrumentos que contribuyen a la conservación y promover y apoyar a quienes han innovado en el manejo sostenible de los recursos. Diversos actores deben sumarse a de manera coordinada a la magna tarea de conservar y usar sustentablemente el patrimonio natural de México. [https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/vaciosyom.html] consultado el 12 de septiembre del 2025.

En la siguiente Figura III- 4 se observa la ubicación de los STP, con respecto a la ubicación del proyecto.

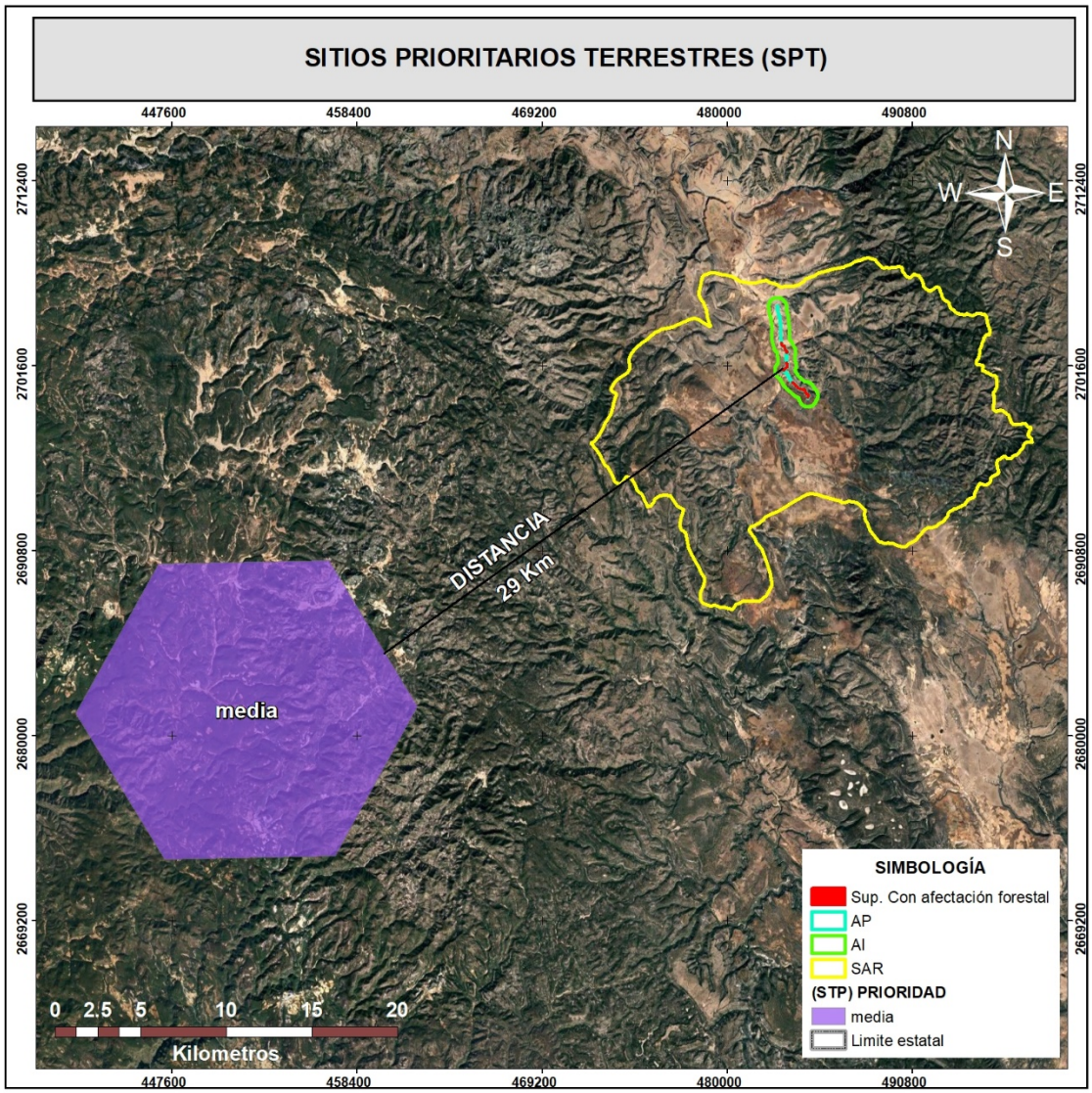

Figura III- 4 Ubicación de los STP, con respecto a la ubicación del camino

El proyecto se encuentra a una distancia de 29 Km del STP más cercano.

III.2.2 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas.

El instrumento de política ambiental con mayor definición jurídica para la conservación de la biodiversidad son las Áreas Protegidas. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido

esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley.

El ANP más cercana relativamente al área del proyecto es la denominada C.A.D.N.R 043 Estado de Nayarit, que se localiza a 68 km y a nivel Estatal es la llamada el Tecuán, que se localiza a 58 km, esto se puede ver en la Figura III- 5.

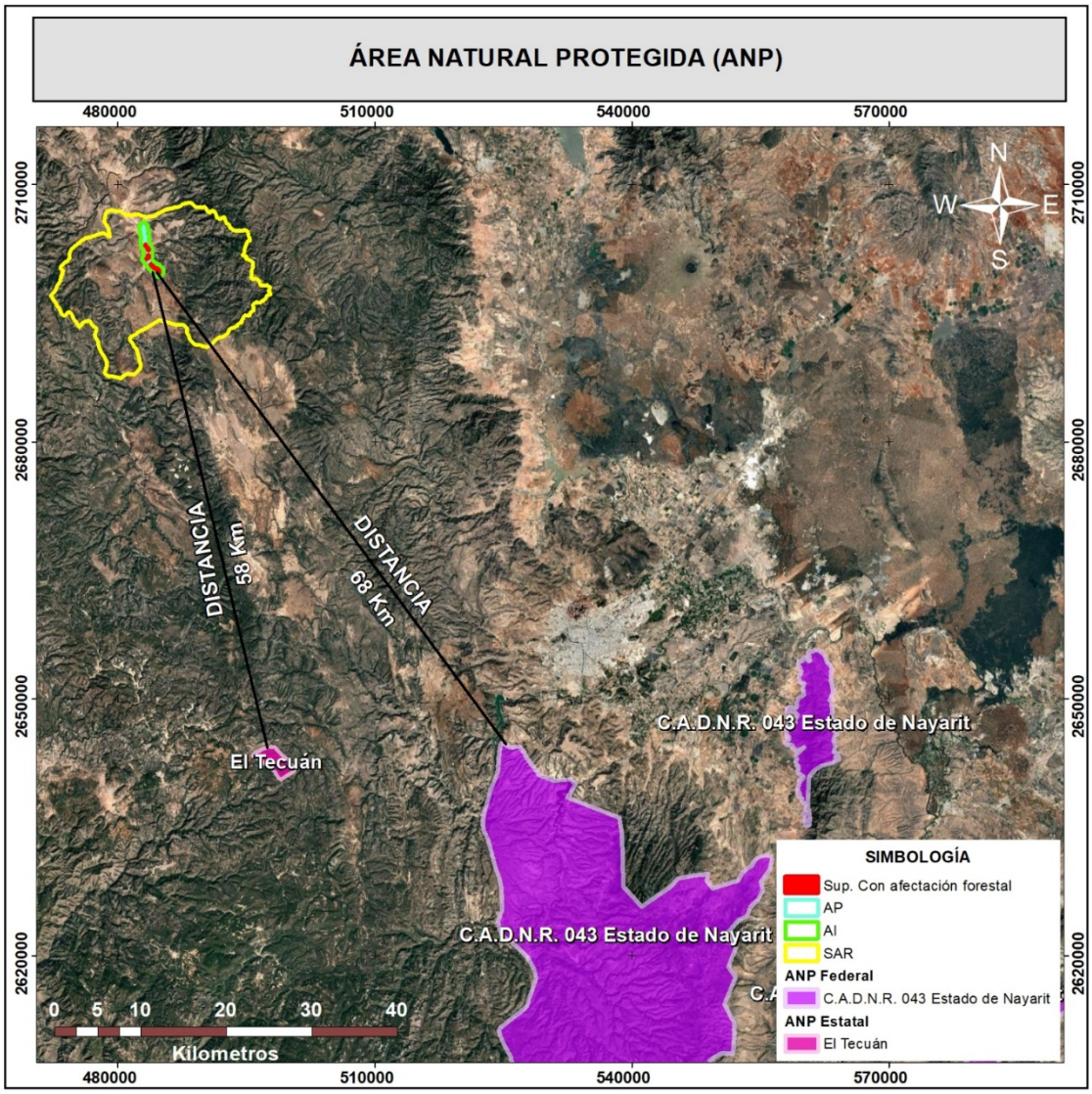

Figura III- 5 Ubicación del proyecto, respecto a la ANP más cercana

Vinculación: el proyecto no se ubica cerca o dentro de algún ANP ni de carácter federal ni estatal, sin embargo, se contempla realizar actividades en beneficio y mejoras del Sistema Ambiental.

III.2.3 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

En el caso de las Áreas de Interés para la Conservación de las Aves (AICA), el Proyecto no incide en ninguna de estas áreas, el AICA más cercana es la denominada Santiaguillo, que se localiza a 9 km.



Figura III- 6 Ubicación del proyecto, respecto a la AICA más cercana

III.2.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias

De acuerdo con la consulta en el geo portal de la CONABIO, el proyecto se ubica sobre la RHP denominada “Río Nazas”, en la Figura III- 7 se aprecia la ubicación con respecto a esta.

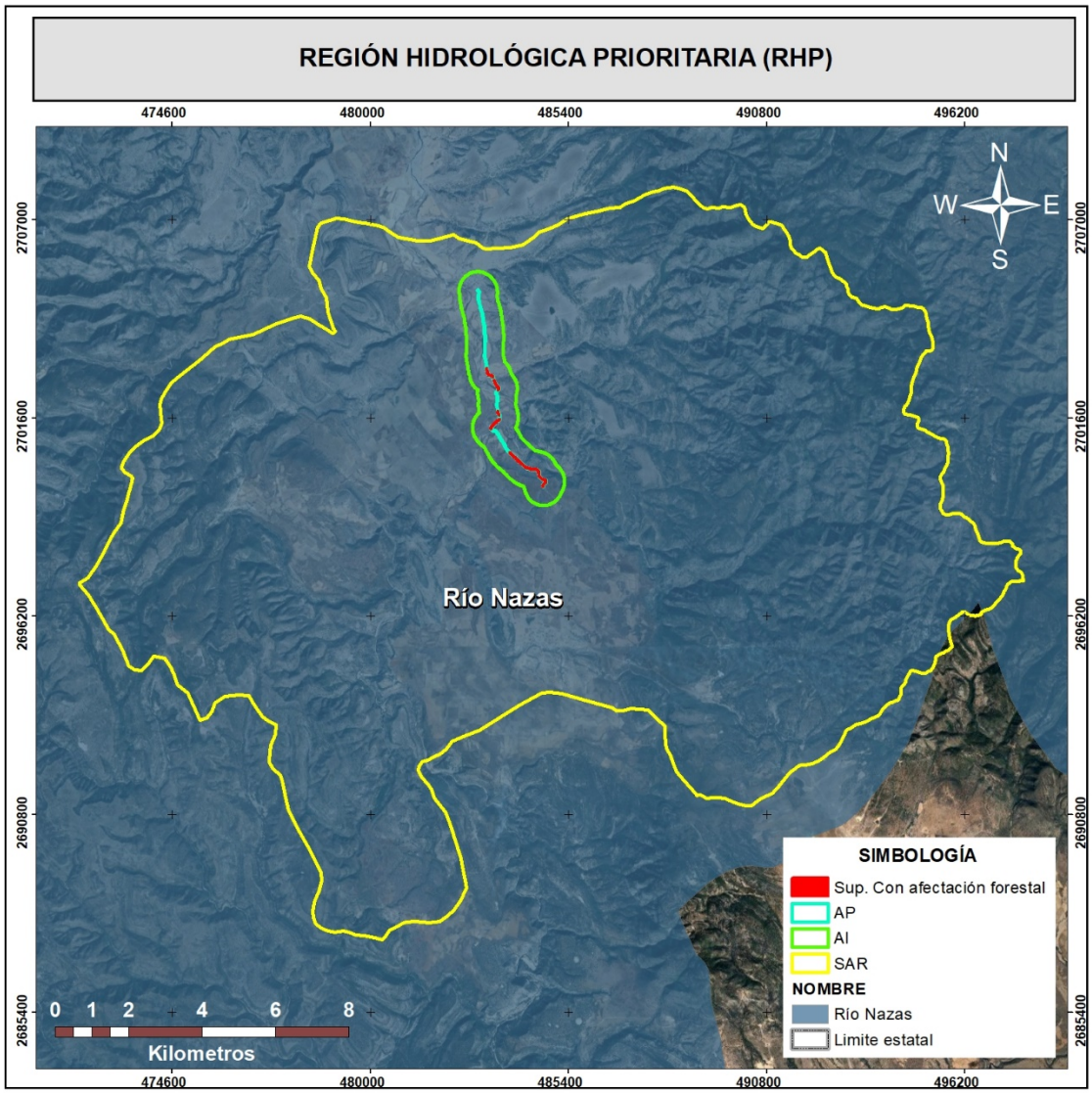

Figura III- 7 Ubicación del proyecto, respecto a la RHP

III.2.5 Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto no se ubica dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, la más cercanas se denominan Santiaguillo-Promontorio, ubicando a 40 kilómetros de distancia del área del proyecto, (Ver Figura III- 8).

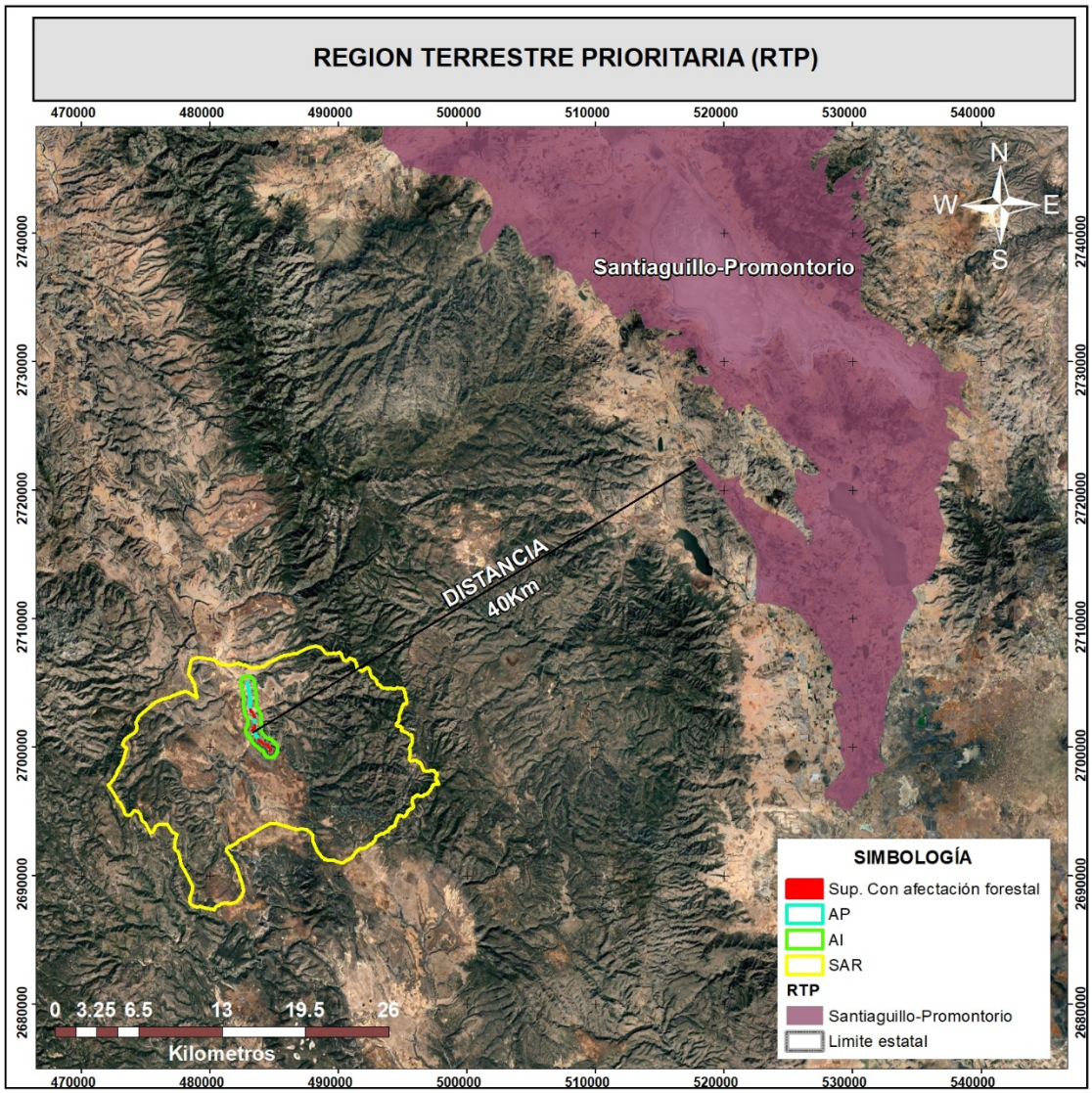

Figura III- 8 Ubicación del proyecto, respecto a la RTP más cercana

III.3 Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Canatlán 2022-2025.

Es importante indicar que se realizó la búsqueda del Plan Municipal de Desarrollo del municipio de Canatlán para llevar a cabo la vinculación del Proyecto con este instrumento, el mismo fue publicado el miércoles 30 de noviembre del 2022 en la Gaceta Municipal.

El Plan Municipal de Desarrollo 2022-2025 engloba las acciones, obras y proyectos que vendrán a mejorar las condiciones de vida de todos los canatlecos. Todos tenemos los mismos derechos y merecemos condiciones mínimas de bienestar; los servicios básicos serán prioridad en esta

administración: agua potable, drenaje y energía eléctrica para todos será una obligación para nosotros.

Son muchas las necesidades, pero también bastante nuestra voluntad para lograr mejor infraestructura y servicios públicos de calidad, buscaremos ser creativos y trabajar de manera coordinada entre los tres niveles de gobierno para lograr mejores vialidades, mejores caminos, alumbrado público eficiente y sostenible, un manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, espacios deportivos y recreativos dignos y seguros para todos.

En este sentido, el proyecto viene a contribuir con el Plan Municipal, al mejorar la infraestructura caminera dentro del municipio de Canatlán.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

De acuerdo con la revisión de las Normas Oficiales Mexicanas que existen, el proyecto tiene vinculación con las siguientes:

NOM-001-SEMARNAT-2021. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Vinculación: La forma en que se vincula esta norma con el proyecto está de manera implícita en su aplicación ya que norma las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales y el proyecto debido a la necesidad del personal para laborar en las diferentes obras y actividades genera aguas residuales que pueden ser vertidas en bienes nacionales por lo tanto deberá observarse la correcta aplicación de dicha norma.

NOM-041-SEMARNAT-2015, la cual establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible.

Vinculación: Se dará cumplimiento mediante las medidas de mitigación, en la cual se establece la verificación de emisiones para camiones ligeros, medianos y pesados que se utilicen en las diferentes etapas del proyecto.

NOM-042-SEMARNAT-2003. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel de estos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.

NOM-044-SEMARNAT-2017. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan Diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 Kg.

NOM-045-SEMARNAT-2017, referente al nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación, que usan Diésel como combustible.

NOM-047-SEMARNAT-2014. Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

NOM-050-SEMARNAT-2018. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-077-SEMARNAT-1995. Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan Diésel como combustible.

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición

NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.Especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental.

NOM-076-SEMARNAT-2012. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.

Vinculación: La forma de vinculación del proyecto o de sus actividades con las anteriores 10 normas oficiales es muy similar ya que todas norman niveles permisibles de emisión de cierto tipo de gases contaminantes provenientes de determinado tipo de vehículo y como se pretende el uso de estos esta actividad debe regirse por dichas normas.

NOM-059-SEMARNAT-2010, que determina la protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre, en categorías de riesgo y las especificaciones para su inclusión o exclusión o cambio de la lista de especies en categorías de riesgo. Modificación del anexo normativo III DOF 14 de noviembre de 2019

Vinculación: Se vincula de manera directa ya que si con alguna obra o actividad del proyecto en cualquiera de sus etapas pone en riesgo cualquier especie listada en esta norma deberá tomarse medidas más estrictas en la ejecución de las diferentes actividades del proyecto.

NOM-079-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.

NOM-080-SEMARNAT-1994, referente a los niveles máximos del ruido proveniente del escape de vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de enero de 1995.

Vinculación: El proyecto tiene vinculación con estas dos normas debido a que se pretende el uso de vehículos automotores que provocan cierta cantidad de decibeles los cuales tienen que ser controlados para que su emisión se la mínima posible dentro de los rangos especificados en la NOM.

III.5 Otros instrumentos a considerar

III.5.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

TÍTULO PRIMERO. Capítulo I. De los Derechos Humanos y sus Garantías.

ARTÍCULO 1 Párrafos Primero, Segundo y Tercero. En los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.

Las normas relativas a los derechos humanos se interpretarán de conformidad con esta Constitución y con los tratados internacionales de la materia favoreciendo en todo tiempo a las personas la protección más amplia.

Todas las autoridades, en el ámbito de sus competencias, tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos de conformidad con los principios de universalidad, interdependencia, indivisibilidad y progresividad. En consecuencia, el Estado deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones a los derechos humanos, en los términos que establezca la ley.

ARTÍCULO 2, fracciones B inciso VI y C. La Nación Mexicana es única e indivisible.

La Nación tiene una composición pluricultural sustentada originalmente en sus pueblos indígenas que son aquellos que descienden de poblaciones que habitaban en el territorio actual del país al iniciarse la colonización y que conservan sus propias instituciones sociales, económicas, culturales y políticas, o parte de ellas.

La conciencia de su identidad indígena deberá ser criterio fundamental para determinar a quiénes se aplican las disposiciones sobre pueblos indígenas.

Son comunidades integrantes de un pueblo indígena, aquellas que formen una unidad social, económica y cultural, asentada en un territorio y que reconocen autoridades propias de acuerdo con sus usos y costumbres.

El derecho de los pueblos indígenas a la libre determinación se ejercerá en un marco constitucional de autonomía que asegure la unidad nacional. El reconocimiento de los pueblos y comunidades indígenas se hará en las constituciones y leyes de las entidades federativas, las que deberán tomar en cuenta, además de los principios generales establecidos en los párrafos anteriores de este artículo, criterios etnolingüísticos y de asentamiento físico.

B. La Federación, las entidades federativas y los Municipios, para promover la igualdad de oportunidades de los indígenas y eliminar cualquier práctica discriminatoria, establecerán las instituciones y determinarán las políticas necesarias para garantizar la vigencia de los derechos de los indígenas y el desarrollo integral de sus pueblos y comunidades, las cuales deberán ser diseñadas y operadas conjuntamente con ellos.

Para abatir las carencias y rezagos que afectan a los pueblos y comunidades indígenas, dichas autoridades, tienen la obligación de:

VI. Extender la red de comunicaciones que permita la integración de las comunidades, mediante la construcción y ampliación de vías de comunicación y telecomunicación.

Establecer condiciones para que los pueblos y las comunidades indígenas puedan adquirir, operar y administrar medios de comunicación, en los términos que las leyes de la materia determinen.

C. Esta Constitución reconoce a los pueblos y comunidades afromexicanas, cualquiera que sea su auto denominación, como parte de la composición pluricultural de la Nación. Tendrán en lo conducente los derechos señalados en los apartados anteriores del presente artículo en los términos que establezcan las leyes, a fin de garantizar su libre determinación, autonomía, desarrollo e inclusión social.

ARTÍCULO 4, Párrafo Quinto. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizara el respeto a este derecho. El daño y deterioro

ambiental generara responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la Ley.

TÍTULO TERCERO. Capítulo II. Del Poder Legislativo. Sección III. De las Facultades del Congreso.

ARTÍCULO 73, fracciones XVII, XXIX-C y XXIX-G. El congreso tiene facultad:

- Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación (…), y sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal.
- Para expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de las entidades federativas, de los Municipios, y en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de asentamientos humanos, con objeto de cumplir los fines previstos en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución.
- Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

TÍTULO SÉPTIMO. Prevenciones Generales.

ARTÍCULO 133. Esta Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. Los jueces de cada entidad federativa se arreglarán a dicha Constitución, leyes y tratados, a pesar de las disposiciones en contrario que pueda haber en las Constituciones o leyes de las entidades federativas.

Vinculación: La Ley Suprema en nuestro país es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. A esta Norma Fundamental se someten todas aquellas leyes secundarias, reglamentos, decretos y disposiciones de observancia general y obligatoria en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su Soberanía, para los poderes públicos y para los particulares; de ella emanan leyes ambientales que protegen, regulan y vigilan

el aprovechamiento de los recursos naturales, la preservación y restauración del equilibrio ecológico; la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; y la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Es así que, el presente proyecto vigila que las disposiciones de esta Norma Suprema, los Convenios Internacionales y las leyes secundarias que de ella emanan, ya sean federales, estatales o locales sean acatadas, que los trabajos que son necesarios para el cumplimiento de los objetivos del propio proyecto sean dirigidos a la satisfacción de las disposiciones que son aplicables y que se garantice el respeto de los derechos humanos y las garantías de todos los habitantes de este país para alcanzar el bien común y la satisfacción de sus necesidades.

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

Es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos relativas a la protección y restauración del equilibrio ecológico y la protección del ambiente en el territorio Nacional.

Entre otros asuntos esta ley marca criterios que deberán aplicarse en la protección y conservación de áreas naturales protegidas y flora y fauna silvestre, algunos de estos criterios son:

Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar.

Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación.

La preservación, la restauración y el mejoramiento del hábitat natural de las especies silvestres, tanto faunísticos como florísticos.

La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

La protección y desarrollo de las especies endémicas, amenazadas o en peligro de extinción.

El combate del tráfico ilegal de especies.

Garantizar la participación de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico, conservación de las especies y la protección al ambiente.

CAPÍTULO IV

Instrumentos de la Política Ambiental

SECCIÓN V

Evaluación del Impacto Ambiental

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

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

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

Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas

que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 35.- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.

Vinculación: El presente proyecto se desarrolla con lo descrito en los artículos 28, 30 y 35, pues pertenece al sector de Vías de generales, por lo cual se realiza el proyecto en estricto apego al "GUÍA MIA PARTICULAR 2022".

CAPÍTULO V

TITULO SEGUNDO:
Biodiversidad

CAPITULO III: Flora y Fauna Silvestre

Artículo 79.- Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios

I.- La preservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.
II.- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.
III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
VIII: - El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar crueldad en contra de éstas.

Vinculación: Tanto el Contratista como su personal deberán:

Proteger la flora y la fauna del área del proyecto
Proteger al máximo las especies vegetales nativas, de cualquier daño o destrucción innecesarias y como se ha establecido, estará prohibido dar muerte o capturar ejemplares de la fauna terrestre y acuática.

Artículo 83.- El aprovechamiento de los recursos naturales en áreas que sean el hábitat de especies de flora o fauna silvestres, especialmente de las endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, deberá hacerse de manera que no se alteren las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de dichas especies.

Vinculación: Tanto el Contratista como su personal deberán:

Contribuir a mantener las condiciones ecológicas de la zona y del área de Influencia.

TÍTULO TERCERO
Aprovechamiento Sustentable de los Elementos Naturales

CAPÍTULO II
Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos

Artículo 98: Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
II. El uso del suelo debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;
III. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y establecimiento de su vocación natural.

Vinculación: El proyecto se desarrolla con apego al tercer párrafo del artículo 98 puesto que en el presente documento es con el fin de realizar una ampliación y modernización de un camino ya existente el cual es de terracería, se causará daño severo al suelo, sin embargo, se presentarán las acciones equivalentes de restauración para poder realizar el daño.

III.5.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio y la Protección al Ambiente en Materia de Impacto ambiental

CAPÍTULO II

DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES

Artículo 5o. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente;

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente, y

c) Las carreteras que se construyan, sobre caminos ya existentes, para un tránsito promedio diario de hasta un máximo de 500 vehículos, en las cuales la velocidad no exceda de 70 kilómetros por hora, el ancho de calzada y de corona no exceda los 6 metros y no tenga acotamientos, quedando exceptuadas aquellas a las que les resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley.

Vinculación: El inciso B del artículo 5 es vinculante debido ampliación y modernización de un camino que se pretende realizar en una zona con vegetación forestal, la cual se removerá en su

totalidad, sin embargo, se plantean las medias de restauración pertinentes para tener equivalencia con el daño que se realizará.

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;
II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más de veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y

III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas o pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas.

Vinculación: El inciso O del artículo 5 del reglamento es vinculante debido a que se hará un cambio de uso de suelo en el área indicada en el documento para la ampliación y modernización de un camino de terracería ya existente, y por lo cual se plantean las medidas necesarias para la restauración equivalentes al daño causado.

CAPÍTULO III
DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Artículo 9o. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:

I. Regional.
II. Particular.

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

El presente proyecto no tiene las características para que se evalúe con una MIA-R, ya que es un camino tipo D, que pretende ejecutarse sobre un camino en operación y con recursos municipales y estatales.

III.5.4 Ley de Vías generales de comunicación

Última reforma publicada DOF 16-07-2025

CAPITULO II
Jurisdicción Artículo

Artículo 3o.- Las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. El Ejecutivo ejercitará sus facultades por conducto de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes en los siguientes casos y sin perjuicio de las facultades expresas que otros ordenamientos legales concedan a otras dependencias del Ejecutivo Federal:

I.- Construcción, mejoramiento, conservación y explotación de vías generales de comunicación;
II.- Vigilancia, verificación e inspección de sus aspectos técnicos y normativos;

Artículo 7o.- Las vías generales de comunicación, los servicios públicos que en ellas se establezcan, los capitales y empréstitos empleados en ellos, las acciones, bonos y obligaciones emitidos por las empresas, no podrán ser objeto de contribuciones de los Estados, Distrito Federal o Municipios.

CAPITULO III

Concesiones, permisos y contratos

Artículo 8o.- Para construir, establecer y explotar vías generales de comunicación, o cualquiera clase de servicios conexos a éstas, será necesario el tener concesión o permiso del Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y con sujeción a los preceptos de esta Ley y sus Reglamentos.

Artículo 10.- El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.

CAPITULO VI

Construcción y establecimiento vías generales de comunicación

Artículo 40. Las vías generales de comunicación se construirán y establecerán con sujeción a lo dispuesto en el artículo 8o. de esta Ley y a las prevenciones de los reglamentos sobre la materia. La Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes fijará en cada caso, las condiciones técnicas relacionadas con la seguridad, utilidad especial y eficiencia del servicio que deben satisfacer dichas vías.

Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes.

Artículo 45. Para llevar a cabo el corte de árboles, desmontes, rozas, quemas, en las fajas colindantes con los caminos, vías férreas, líneas telegráficas, telefónicas, aeródromos, ríos y canales navegables y flotables, en una extensión de un kilómetro a cada lado del límite del derecho de vía o de los márgenes de los ríos y canales, las empresas de vías generales de comunicación necesitarán, además de llenar los requisitos que establezcan las leyes y reglamentos forestales respectivos, la autorización expresa de la autoridad competente.

Vinculación: Para el caso de los artículos de la Ley de vías generales de comunicación se define los casos en que los caminos y puentes son considerados vías generales de comunicación; así como las partes integrantes de las vías generales de comunicación, como tal la SICT define la construcción, mejoramiento, conservación; inspección, vigilancia; otorgamiento, interpretación y cumplimiento de concesiones; celebración de contratos y revocación de permisos; expropiaciones; aprobación, revisión o modificación de tarifas; venta de vías generales e infracciones de esta ley

.Para a efectos de dar cumplimiento a estas disposiciones legales y reglamentarias, el promovente presenta ante la SEMARNAT, la manifestación de impacto ambiental particular de "Ampliación y Modernización del Camino Zaragoza-San Diego de Alcalá, tramo 4+400 al Km 12+000, municipio de Canatlán, Durango" considerada como vía general de comunicación, en virtud de que el origen de los recursos es federal.

Se presenta este documento como MIA-P, dado que el proyecto tiene como fuente principal de recursos al estado y municipio, adicionalmente, se tiene como sustento el antecedente: del trámite denominado "Construcción del Camino E. C (Tamazula-Chapotan-Amacuable, Subtramo del 7 + 200 al km 7+800…" del que se obtuvo respuesta de la DGIRA mediante oficio SGPA/DGIRA/DG/W0071/21, en el que textualmente indica: "*Derivado de lo anterior, el proyecto ingresado a esta DGIRA corresponde a obras y actividades contempladas por los artículos: 8, primer párrafo, fracciones 1,VII Y X de la LGEEPAy 5, incisos B), O), fracción I y R), fracción I del REIA, al tratarse del cambio de uso de suelo de áreas forestales, para la construcción de un camino con fondos estatales, el cual no puede ser considerado como una vía general de comunicación, así como la construcción de un puente para cruzar el río "Tamazula", así que se debe observar lo establecido por el último párrafo del artículo 11 del REIA y ser evaluado a través de una Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Particular (MIA-P)*"

Se anexa, como fuente de consulta, el referido oficio.

III.5.5 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal

Última reforma publicada DOF 16-07-2025

TITULO PRIMERO
DEL RÉGIMEN ADMINISTRATIVO DE LOS CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL
CAPITULO I
DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN DE LA LEY

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

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

I. Caminos o carreteras:
a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.
c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.

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

TITULO SEGUNDO
DE LOS CAMINOS Y PUENTES
CAPITULO ÚNICO

DE LA CONSTRUCCIÓN, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS CAMINOS Y PUENTES

Artículo 22.- Es de utilidad pública la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes. La Secretaría por sí, o a petición de los interesados, efectuará la compraventa o promoverá la expropiación de los terrenos, construcciones y bancos de material necesarios para tal fin. La compraventa o expropiación se llevará a cabo conforme a la legislación aplicable. En el caso de compra venta, ésta podrá llevarse a cabo a través de los interesados, por cuenta de la Secretaría. Los terrenos y aguas nacionales así como los materiales existentes en ellos, podrán ser utilizados para la construcción, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes conforme a las disposiciones legales.

Artículo 30.- La Secretaría podrá otorgar concesiones para construir, mantener, conservar y explotar caminos y puentes a los particulares, estados o municipios, conforme al procedimiento establecido en la presente Ley; así como para mantener, conservar y explorar caminos federales construidos o adquiridos por cualquier título por el Gobierno Federal. En este último caso, las concesiones no podrán ser por plazos mayores a 20 años. La Secretaría garantizará, cuando haya vías alternas, la operación de una libre de peaje.

Excepcionalmente la Secretaría podrá otorgar concesión a los gobiernos de los estados o a entidades paraestatales sin sujetarse al procedimiento de concurso a que se refiere esta Ley. Cuando la construcción u operación de la vía la contrate con terceros deberá obtener previamente la aprobación de la Secretaría y aplicar el procedimiento de concurso previsto en el artículo 7 de esta Ley.

La construcción, mantenimiento, conservación y explotación de los caminos y puentes estarán sujetos a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos, y a las condiciones impuestas en la concesión respectiva.

Vinculación: el presente proyecto fue planificado de acuerdo y conforme a cada uno de los artículos de esta Ley expuestos en el presente documento y cumplir con el objetivo esencial que es el de mejorarla calidad de vida de las localidades adyacente al proyecto.

III.5.6 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

De acuerdo con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable publicada en el Diario Oficial de la Federación de fecha 01 de abril de 2024, para el proyecto en estudio se indica lo siguiente:

En su Título Primero de las Disposiciones Generales, y de acuerdo al Desarrollo del Proyecto en comento, los siguientes artículos se hacen aplicables para las obras y actividades que pretende el Proyecto, específicamente para el caso de utilización de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal, en aquellas áreas que requieran la modificación de trazo, y en las que sea inevitable la remoción de vegetación por la naturaleza misma de las actividades de modernización de camino, de los cuales se tienen los siguientes:

Artículo 1. La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Vinculación. La construcción del proyecto se vincula con esta Ley, debido a que para el cambio de uso de suelo se procurará la conservación, protección y restauración de especies de interés forestal.

Artículo 93. La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se

mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.

En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.

Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.

Vinculación: El promovente de esta MIA-P ingresará para su evaluación a las autoridades competentes, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) referente al cambio de uso de suelo, ya que se refiere a la construcción del tramo carretero, cuya superficie se encuentra provista de vegetación forestal.

III.5.7 Reglamento Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

CAPÍTULO II
AUTORIZACIONES, AVISOS Y REGISTROS
SECCIÓN VI
CAMBIO DE USO DE SUELO EN TERRENOS FORESTALES

Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría.

Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley.

Vinculación: Estos artículos son vinculantes debido a que en trámite paralelo se esta llevando por medio de la presente se solicita el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales y se cumple con lo solicitado en el artículo 139 del reglamento. Además de la elaboración del ETJ requerido conforme el artículo 93 de la presente Ley.

III.5.8 Ley de Aguas Nacionales

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales, en el Capítulo II se especifica que:

Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Vinculación: Para el proyecto se están tomando las medidas necesarias para la preservación del agua en su calidad y cantidad, por lo cual el promovente se obliga a cumplir con las actividades y normas para lograr este objetivo.

Artículo 2.- Las disposiciones de esta ley son aplicables a todas las aguas nacionales, sean superficiales o del subsuelo. Estas disposiciones también son aplicables a los bienes nacionales que la presente ley señala. Las disposiciones de esta ley son aplicables a las aguas de zonas marinas mexicanas en tanto a la conservación y control de su calidad, sin menoscabo de la jurisdicción o concesión que las pudiere regir.

Vinculación: En el presente proyecto se enlistan las actividades que se realizaran para evitar contaminar las aguas con la ejecución del mismo.

Artículo 3.- Para los efectos de esta ley se entenderá por:
I.- “Aguas Nacionales": son aquellas referidas en el párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos;
III.-"Aguas claras" o "aguas de primer uso": aquellas provenientes de distintas fuentes naturales y de almacenamientos artificiales que no han sido objeto de uso previo alguno;
VII.-"Aprovechamiento": aplicación del agua en actividades que no impliquen consumo de la misma;
XVI.-"Cuenca hidrológica": es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas

formas, y esta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica esta a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.

XX.-"Delimitación de cauce y zona federal": trabajos y estudios topográficos, batimétricos, fotogramétricos, hidrológicos e hidráulicos, necesarios para la determinación de los límites del cauce y la zona federal;

XLIX.-"Servicios ambientales": los beneficios de interés social que se generan o se derivan de las cuencas hidrológicas y sus componentes, tales como regulación climática, conservación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión, control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escurrimientos en calidad y cantidad, formación de suelo, captura de carbono, purificación de cuerpos de agua, así como conservación y protección de la biodiversidad; para la aplicación de este concepto en esta ley se consideran primordialmente los recursos hídricos y su vínculo con los forestales.

Vinculación: La construcción del presente proyecto implica efectuar previamente acciones de remoción de vegetación forestal, lo que en términos de los presentes preceptos significa un cambio de uso de suelo de terrenos forestales por la modificación de la superficie a intervenir para ser destinada de forma definitiva a actividades no forestales; por lo que, en observancia a estas disposiciones jurídicas, el promovente del proyecto solicitará en su momento el permiso correspondiente de cambio de uso del suelo en terrenos forestales a la Dirección General de Gestión forestal y de Suelos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales mediante el formato que expide para ello, y junto a ésta deberá presentarse el estudio técnico justificativo (ETJ) correspondiente, el cual para ser autorizado en materia forestal deberá dar cumplimiento a lo que establece los artículos 93 de la Nueva Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, 139 y 141 del Nuevo Reglamento en materia forestal.

III.5.9 Ley General de Vida Silvestre

TÍTULO V

DISPOSICIONES COMUNES PARA LA CONSERVACIÓN Y EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES PRELIMINARES

Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.
Así como las del Título VI que define los preceptos básicos para la movilidad y dispersión de especies silvestres nativas. Sobre todo, considerando que en la zona se reportan especies de fauna consideradas en alguna categoría de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que las vías generales de comunicación se constituyen en una barrera lineal que afecta dicha movilidad y dispersión.

Vinculación: El presente proyecto requiere de la oportuna observancia de esta Ley adjetiva como sustantiva, por ello, mediante el estudio en campo de la zona a intervenir se pudo tener un conocimiento claro de las condiciones del ecosistema de la zona, de las especies locales, de la cantidad de individuos, así como, de las estrategias a seguir para el manejo de la vida silvestre y de su hábitat; de ahí que, en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-P se proponen medidas de mitigación con la finalidad de evitar, atenuar o compensar las afectaciones que el proyecto pudiese ocasionar durante su realización.

III.5.10 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Fundamento legal.

TÍTULO PRIMERO. De la Responsabilidad Ambiental. Capítulo Primero. Disposiciones Generales.

ARTÍCULO 1. La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea

exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.

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

El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales.

ARTÍCULO 2, fracciones III, XIV y XVI. Para los efectos de esta Ley, se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:

- Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley.
- Sanción económica: El pago impuesto por la autoridad judicial para penalizar una conducta ilícita dañosa, dolosa con la finalidad de lograr una prevención general y especial e inhibir en el futuro comportamientos prohibidos.
- Servicios ambientales: las funciones que desempeña un elemento o recurso natural en beneficio de otro elemento o recurso natural, los hábitat, ecosistema o sociedad.

ARTÍCULO 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.

ARTÍCULO 6, fracciones I y II. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:

- Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,
- No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.

CAPÍTULO SEGUNDO. Obligaciones Derivadas de los Daños Ocasionados al Ambiente.

ARTÍCULO 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.

De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.

ARTÍCULO 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.

En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.

Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.

ARTÍCULO 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación.

La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño.

Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda.

Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen.

ARTÍCULO 14, fracciones I y II, incisos a), b) y c). La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:

Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o

Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes:

Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales;

Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y

Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental (…)
En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables.

Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal.

ARTÍCULO 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados.

ARTÍCULO 16. Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstas en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas

disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base.

ARTÍCULO 17. La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño.

Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto por la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título. El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros.

ARTÍCULO 24. Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.

Las personas que se valgan de un tercero, lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.

No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.

Vinculación: En cumplimiento a las disposiciones contenidas en esta Ley, se exhibe a la Dirección de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT el contenido de la MIA-P del presente proyecto para ser sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, y obtener la autorización correspondiente por la ejecución de las obras y actividades que se proponen para la

modernización de una vía general de comunicación que involucra trabajos de cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la construcción de obra civil.

La resolución que al respecto emita la autoridad competente la deberá de acatar el promovente del proyecto, conforme a los Términos y Condicionantes establecidos en ella, y serán la pauta a seguir para el promovente a fin de no incurrir en una conducta que pudiera derivar a una responsabilidad en materia ambiental y sus consecuencias.

Las acciones u omisiones que ocasionen daños en el ambiente conforme a la Ley en estudio, deberán ser reparadas, o en su caso, compensadas cuando la reparación no sea posible, y se estará obligado a la realización de acciones para evitar que el daño se incremente, y serán responsabilidad del promovente o de quién de manera directa voluntaria o involuntariamente cometa la conducta a sancionar

III.5.11 Ley de Obras Públicas

Se aplicará en todas las etapas del proyecto, que incluye: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

En dos de sus artículos hay referencia sobre la definición de los bienes de uso común y a su uso.

Artículo 12. Menciona las disposiciones legales a tomar en cuenta en la realización de obras públicas.

Artículo 13. Menciona las disposiciones a tomar en cuenta en la planeación de cada obra pública.

Vinculación: El proyecto está hecho con base y en apego a las disposiciones a tomar en cuenta para la planeación y realización la ampliación y modernización de un camino de terracería ya existente puesto que se consideran como obras públicas.

III.6 Plan Estatal de Desarrollo 2023 - 2028

El presente Plan Estatal de Desarrollo es la herramienta de gestión que establece la visión y un conjunto de objetivos a mediano y largo plazo para lograr un Durango más próspero; con ello, se

busca promover el crecimiento económico, la equidad social, la sostenibilidad ambiental y el bienestar general de todas y todos los duranguenses. Este Plan define estrategias y políticas específicas para alcanzar los objetivos, establece indicadores y metas concretas para medir el progreso y el éxito de la gestión. En resumen, el Plan es el marco de referencia que guiará el quehacer de las dependencias y entidades estatales, así como la óptima asignación de recursos para construir un futuro mejor, con mayor equidad para todos los ciudadanos.

Este Plan se estructura en 6 Ejes Rectores encaminados a transformar a Durango en un lugar inclusivo, próspero y seguro, para lograr una sociedad con un mejor futuro, con infraestructura y servicios de calidad, respaldado por un gobierno responsable y comprometido.

Los seis Ejes Rectores son:

Eje 1. Durango Solidario, Inclusivo y con Bienestar Social.
Eje 2. Durango Competitivo, Próspero y de Oportunidades.
Eje 3. Durango Seguro, Respetuoso y en Paz.
Eje 4. Durango Sostenible, Ordenado y con Calidad de Vida.
Eje 5. Durango Integrado, con Infraestructura y Servicios de Calidad.
Eje 6. Gobierno Responsable, Comprometido y de Resultados.

Dentro del Eje 5 Durango Integrado, con Infraestructura y Servicios de Calidad en el rubro de Infraestructura de Comunicaciones. Se considera el objetivo siguiente:

Objetivo 5.1. Incrementar la cobertura y conservación de la Red Carretera Estatal para impulsar el desarrollo sostenible de las regiones.
Estrategia 5.1.1. Construir nuevos caminos y carreteras que mejoren la integración regional.
Líneas de Acción:
5.1.1.1. Actualizar el inventario de la Red Estatal Carretera en conjunto con el Gobierno Federal.
5.1.1.2. Definir el trazo de rutas con criterios económicos, sociales y ambientales.
5.1.1.3. Construir nuevos caminos y mejorar los existentes que cumplan con la Normativa para la Infraestructura del Transporte (NIT-SICT).
5.1.1.4. Proyectar y construir obras de drenaje menor y mayor, priorizando las zonas con base en sus características hidrográficas.

5.1.1.5. Mantener una supervisión constante para garantizar la calidad de la infraestructura carretera.

Por lo tanto el proyecto viene a contribuir con el objetivo del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, al incrementar la cobertura caminera, al construir nuevos caminos y mejorar el existente en este caso.

III.7 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025-2030

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

Se trata de un cambio de régimen político, al separar el poder político del poder económico; acabando con la captura del gobierno por parte de intereses privados y extranjeros. Asimismo, el establecimiento de un gobierno democrático al servicio del pueblo y del interés público, recuperando la rectoría del Estado y la procuración del progreso general, cambiando la subordinación al exterior con la defensa firme de la soberanía nacional, sin descartar el diálogo y la coordinación internacional.

En materia de infraestructura, se ampliará el Tren Maya a Puerto Progreso, en Yucatán, y en sus más de mil 500 kilómetros será también tren de carga. Se terminará la Línea K del Tren Interoceánico, que va de Ixtepec a Ciudad Hidalgo, frontera con Guatemala. Construiremos más de 3 mil kilómetros de trenes de pasajeros, de Ciudad de México a Pachuca, de Ciudad de México a Nuevo Laredo, de Ciudad de México a Nogales, así como Ciudad de México a Veracruz. Los trenes de pasajeros significan desarrollo regional, empleos, turismo y prosperidad compartida. Seguiremos con caminos artesanales para conectar comunidades y con la construcción de puertos, aeropuertos y carreteras que generen desarrollo con bienestar y al mismo tiempo fortalezcan la infraestructura y conectividad en nuestro país y potencien la inversión.

El Plan Nacional de Desarrollo Contempla 4 Ejes Generales y 3 Ejes transversales

Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana

Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo

Eje general 3: Economía moral y trabajo

Eje general 4: Desarrollo sustentable

Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres

Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional

Eje transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas

Dentro de los 100 compromisos adquiridos en esté PND, se agrupan 14 Republicas, y en la Republica XI República próspera y conectada considera en su compromiso 83 la construcción y ampliación de carreteras, caminos y puentes. Considerando que el proyecto vendrá a contribuir con el cumplimiento de este compromiso adquirido por la Presidencia de la República Mexicana, no contraviniendo su Plan Nacional de Desarrollo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN IV-1

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto IV-4

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental.....IV-12

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA IV-14

IV.3.1 Medio abiótico.....IV-14

IV.3.1.1 Clima.....IV-14

IV.3.1.1.1 Temperatura.....IV-17

IV.3.1.1.2 Temperatura promedio anual.....IV-17

IV.3.1.1.3 Temperaturas Máximas IV-18

IV.3.1.1.4 Temperaturas Mínimas.....IV-18

IV.3.1.1.5 Precipitación.....IV-19

IV.3.1.1.6 Heladas, granizadas y vientos.....IV-20

IV.3.1.1.7 Tormentas eléctricas.....IV-21

IV.3.1.2 Geología y morfología IV-21

IV.3.1.2.1 Características litológicas IV-21

IV.3.1.2.2 Características de relieve IV-24

IV.3.1.2.3 Presencia de fallas y fracturamientos.....IV-26

IV.3.1.2.4 Susceptibilidad de la zona: IV-29

IV.3.1.3 Suelos.....IV-33

Descripción resumida de Luvisoles.....IV-36

III.1.1 Estimación de la pérdida de suelo por erosión eólica.....IV-64

IV.3.1.4 Hidrología superficial y subterránea.....IV-73

IV.3.2 Medio biótico.....IV-83

III.1.1.1 Composición florística del SA y AI.....IV-94

III.1.2 Método no paramétrico.....IV-102

III.1.2.1 Estrato herbáceas.....IV-109

IV.3.3 Medio socioeconómico.....IV-163

IV.3.4 Paisaje.....IV-169

IV.4 Diagnóstico ambiental IV-187

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro IV-1 Coordenadas UTM de ubicación de los sitios de muestreo flora en el SA y AI IV-2
Cuadro IV-2 Unidades de clima presentes en el SA.....IV-15
Cuadro IV-3 Ubicación de las estaciones meteorológicas.....IV-16
Cuadro IV-4 Temperaturas promedio.....IV-17
Cuadro IV-5 Temperaturas máximas IV-18
Cuadro IV-6 Temperaturas mínimas.....IV-18
Cuadro IV-7 Precipitación promedio anual.....IV-19
Cuadro IV-8 Granizadas.....IV-21
Cuadro IV-9 Tormentas eléctricas.....IV-21
Cuadro IV-10 Geología del SA.....IV-21
Cuadro IV-11 Geología del AI. IV-22
Cuadro IV-12 Pendientes en porcentaje en el SA IV-24
Cuadro IV-13 Pendientes en porcentaje en el AI.....IV-25
Cuadro IV-14 Fallas y fracturas presentes en la del SA IV-27
Cuadro IV- 15. Tipos de suelo en el SA.....IV-33
Cuadro IV- 16 Tipos de suelo en el SA (Segunda parte).....IV-34
Cuadro IV-17 Tipos de suelo en el AI IV-35
Cuadro IV-18 Tipos de suelo en el AI (segunda parte).....IV-35
Cuadro IV- 19 Descripción de los tipos de suelos presentes en el SA.....IV-35
Cuadro IV- 20 Ecuaciones para estimar el factor R.....IV-45
Cuadro IV-21 Textura y porcentaje de materia orgánica IV-50
Cuadro IV-22 Grados de erosión potencial en el SA IV-59
Cuadro IV- 23 Valor del factor C IV-61
Cuadro IV-24 Grado de erosión actual.....IV-62
Cuadro IV-25 Valores de la erosión eólica.....IV-65
Cuadro IV-26 Tipo de suelo y textura.....IV-69
Cuadro IV-27 Clasificación de suelos no calcáreos.....IV-70
Cuadro IV- 28 Clasificación de CAUSO.....IV-70
Cuadro IV-29 Grados de erosión eólica en el SA IV-71
Cuadro IV-30 Suma de erosión hídrica y eólica actual en la del SA IV-72
Cuadro IV-31 Pérdida de suelo, erosión hídrica en el área del proyecto IV-72
Cuadro IV-32 Pérdida de suelo, erosión eólica.....IV-72
Cuadro IV-33 Resumen de erosión hídrica y eólica.....IV-73
Cuadro IV-34 Regiones Hidrológicas.....IV-73
Cuadro IV- 35 Corrientes superficiales en el SA.....IV-74
Cuadro IV-36 Descripción de los acuíferos.....IV-76
Cuadro IV-37 Precipitación y temperatura promedio.....IV-78
Cuadro IV-38 Valores de K en función del tipo de suelo (NOM-011-CNA-2015) IV-80
Cuadro IV-39 Infiltración que se pierde con el cambio de uso de suelo.....IV-83
Cuadro IV-40 Comparación de infiltración SA/PROY IV-83
Cuadro IV-41 Uso de suelo y vegetación en las áreas sujetas del SA.....IV-85
Cuadro IV-42 Descripción del Uso de suelo y vegetación en el SA IV-85
Cuadro IV-43 Coordenadas UTM 13 de ubicación de los sitios de muestreo flora del SA y AI IV-91
Cuadro IV-44 Resultados de datos para estrato arbóreo en el SA Y AI.....IV-96
Cuadro IV-45 Resultados de datos para estrato arbustivo en el SA y AI IV-98
Cuadro IV-46 Resultados de datos para estrato de herbáceas en el SA y AI.....IV-99

Cuadro IV-47 Resultados de datos para estrato de suculentas en el SA y AI.....IV-101
Cuadro IV-48 Resumen de especies encontradas por estrato IV-103
Cuadro IV-49 Modelo logarítmico árboles.....IV-108
Cuadro IV- 50 Modelo logarítmico arbustos.....IV-109
Cuadro IV-51 Modelo logarítmico herbáceas.....IV-110
Cuadro IV-52 Modelo potencial suculentas.....IV-111
Cuadro IV- 53 Riqueza por estrato.....IV-112
Cuadro IV- 54 Listado de flora SA.....IV-112
Cuadro IV-55 Índice de Shannon del SA y AI para árboles IV-115
Cuadro IV-56 Índice de Shannon del SA y AI para arbustos IV-116
Cuadro IV-57 Índice de Shannon SA herbáceas IV-117
Cuadro IV- 58 Índice de Shannon SA suculentas.....IV-119
Cuadro IV- 59 Resumen de índice de Shannon SA y AI por tipo de vegetación.....IV-119
Cuadro IV-60 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA árboles IV-121
Cuadro IV-61 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA arbustos IV-121
Cuadro IV-62 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA herbáceas IV-122
Cuadro IV-63 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA suculentas.....IV-123
Cuadro IV-64 Listado potencial de anfibios, peces, mamíferos y reptiles en el SA y AI IV-124
Cuadro IV-65 Coordenadas UTM Z 13 (WGS-84) de los transectos de muestreo de aves, mamíferos y herpetofauna en el SA.....IV-128
Cuadro IV-66 Resultados de datos para el componente faunístico aves SA y AI IV-132
Cuadro IV-67 Resultados de datos para el componente faunístico herpetofauna en el SA y AI IV-132
Cuadro IV-68 Resultados de datos para el componente faunístico mamíferos en el SA y AI.....IV-133
Cuadro IV-69 Modelo logarítmico aves IV-137
Cuadro IV-70 Modelo logarítmico mamíferos.....IV-138
Cuadro IV-71 Modelo logarítmico herpetofauna IV-139
Cuadro IV-72 Número de especies de fauna encontradas IV-140
Cuadro IV-73 Herpetofauna identificada en el SA IV-140
Cuadro IV-74 Aves registradas en el SA.....IV-141
Cuadro IV-75 Mamíferos registrados en el SA.....IV-143
Cuadro IV-76 Índice de Shannon SA aves.....IV-144
Cuadro IV-77 Índice de Shannon SA herpetofauna.....IV-146
Cuadro IV-78 Índice de Shannon SA mamíferos IV-147
Cuadro IV-79 Resumen índice de Shannon SA Fauna IV-147
Cuadro IV-80 Parámetros para la curva de acumulación de especies (aves), fauna del área del proyecto IV-149
Cuadro IV-81 Parámetros para la curva de acumulación de especies (mamíferos), fauna área del proyecto IV-149
Cuadro IV- 82 Parámetros para la curva de acumulación de especies (herpetofauna), fauna área del proyecto.....IV-150
Cuadro IV-83 Modelo logarítmico Proyecto aves.....IV-153
Cuadro IV-84 Modelo logarítmico CUSTF mamíferos IV-154
Cuadro IV-85 Modelo potencial Proyecto herpetofauna IV-155
Cuadro IV-86 Índice de Shannon para avifauna presente en el área del proyecto IV-156
Cuadro IV-87 Índice de Shannon para mastofauna presente en el área del proyecto.....IV-157
Cuadro IV-88 Índice de Shannon para herpetofauna presente en el área del proyecto IV-157
Cuadro IV- 89 Resumen Shannon Proyecto Fauna.....IV-158
Cuadro IV- 90 Características propias de la fauna en el SA, AI y el área del proyecto IV-159
Cuadro IV-91 Habitantes de las poblaciones beneficiadas.....IV-163

Cuadro IV-92 Población total en los municipios de Canatlán y Durango IV-163
Cuadro IV-93 Coordenadas UTM de los transectos de evaluación del paisaje.....IV-175
Cuadro IV-94 Cuencas visuales y sus características más sobresalientes.....IV-178
Cuadro IV-95 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje BLM IV-181
Cuadro IV-96 Clasificación de la calidad del paisaje IV-185
Cuadro IV-97 Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje IV-185
Cuadro IV-98 Tabla de evaluación de la calidad ambiental.....IV-188
Cuadro IV-99 Escala de calidad ambiental IV-189
Cuadro IV-100 Tabla de resultados de la evaluación de la calidad ambiental IV-190

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV-1 Diseño del sitio de muestreo IV-2
Figura IV-2 Ubicación del esfuerzo de muestreo flora IV-4
Figura IV-3 Modulo de ArcSwat para generar la delimitación del SA IV-7
Figura IV-4 Ejemplificación de la conformación del área de influencia. Fuente: ANLA, 2018.....IV-10
Figura IV-5 Delimitación del área de influencia.....IV-11
Figura IV-6 Clima en el SA.....IV-16
Figura IV-7 Geología del SA.....IV-24
Figura IV-8 Pendientes del SA IV-26
Figura IV - 9 Fallas y fracturas existentes en el SA IV-28
Figura IV - 10 Regionalización sísmica donde se ubica el SA.....IV-30
Figura IV-11 Regiones potenciales de deslizamiento de laderas IV-31
Figura IV-12 Riesgo por inundación.....IV-32
Figura IV-13 Tipos de suelos presentes en el SA.....IV-38
Figura IV-14 Regiones del factor R (Becerra, 1997).....IV-44
Figura IV-15 Ubicación de las estaciones meteorológicas IV-46
Figura IV-16 Ráster de precipitación promedio anual para el SA.....IV-47
Figura IV-17 Estimación del factor R para el SA.....IV-48
Figura IV-18 Estimación del factor K para el SA.....IV-51
Figura IV-19 Estimación del factor F para el SA IV-54
Figura IV - 20 Estimación del factor M para el SA IV-55
Figura IV - 21 Estimación del factor L para el SA IV-56
Figura IV - 22 Estimación del factor S para el SA.....IV-57
Figura IV - 23 Estimación del factor LS para el SA.....IV-58
Figura IV - 24 Erosión potencial en el SA IV-60
Figura IV-25 Estimación del factor C en el SA.....IV-62
Figura IV-26 Erosión actual en el SA IV-64
Figura IV-27 Ráster PECRE.....IV-67
Figura IV-28 Ráster IAVIE.....IV-68
Figura IV-29 Hidrología del SA.....IV-75
Figura IV-30 Acuífero del SA.....IV-77
Figura IV - 31 Usos de suelo y tipo de vegetación presente en el SA de acuerdo con INEGI serie VII.IV-88
Figura IV-32 Ejemplo de forma y dimensiones de los sitios de muestreo IV-90
Figura IV-33 Esquematización de estratos IV-91
Figura IV - 34 Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el SA IV-93
Figura IV - 35 a) *Agelaius phoeniceus*; b)*Anas diazi*; c) *Ardea alba*; d) *Cathartes aura* IV-128
Figura IV - 36 Unidades de Muestreo de fauna SA IV-130

Figura IV-37 Metodología de evaluación de calidad del paisaje.....IV-171
Figura IV-38 Fotografías de paisaje, se aprecia la topografía predominante, las localidades y el uso principal del área.....IV-173
Figura IV-39 Mapa de ubicación de los transectos de observación para la evaluación del paisaje.....IV-177
Figura IV-40 Zona con desarrollo agrícola.....IV-187
Figura IV-41 Laterales del camino con Vegetación VSa/BPQ.....IV-191

OTROS ANEXOS

IV_1 Censo de flora y fauna

IV_2 Tipo de clima

IV_3 Geología

IV_4 Pendiente

IV_5 Fallas y fracturas

IV_6 Regionalización sísmica

IV_7 Edafología

IV_8 Área de influencia

IV_9 Estaciones meteorológicas

IV_10 Precipitación

IV_11 Factor “R”

IV_12 Factor “K”

IV_13 Factor “F”

IV_14 Factor “M”

IV_15 Factor “LS”

Iv_16 Erosión potencial

IV_17 Ubicación del SA

IV_18 Erosión hídrica

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA) Y SEÑALAMIENTO DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus factores bióticos, abióticos y socioeconómicos; describiendo y analizando, en forma integral, los componentes naturales y artificiales del sistema ambiental en donde se encuentra inserto el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales previas al desarrollo del proyecto, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro y de la interacción que tendrá el proyecto con dichas tendencias.

Inventario Ambiental.

Para la descripción de las diversas comunidades vegetales presentes en el área del proyecto y el sistema ambiental, se emplearon métodos que permitieran una evaluación acertada y que consistieron en tres etapas:

1. Trabajo de gabinete: consistió en la consulta y recopilación bibliográfica previa al trabajo de campo, así como la identificación de uso de suelo y vegetación presente en el área estudio.
2. Trabajo de campo: correspondió al esfuerzo de muestreo en el área del proyecto y el Sistema Ambiental (SA), con la finalidad de corroborar que la información reportada de manera bibliográfica correspondiera con lo observado en campo, así como para determinar la estructura de cada tipo de vegetación y conocer la diversidad de especies.
3. Análisis de resultados: se llevó a cabo la reclasificación de la vegetación y análisis de parámetros ecológicos.

Una vez considerada la superficie ocupada por cada tipo de vegetación identificado para el área sujeta del proyecto se realizó censo por conteo directo en el área del proyecto, para los estratos superiores excepto las herbáceas, de las cuales debido a su abundancia se decidió realizar 40 sitios de muestreo de 1 m^2; en tanto al SA se decidió hacer un esfuerzo de muestreo de 40 sitios circulares de 400 m^2, anotando en hoja de campo todos los elementos vegetales por polígono impactado.

El diseño del sitio para el esfuerzo de muestreo es como se muestra en la Figura IV-1.

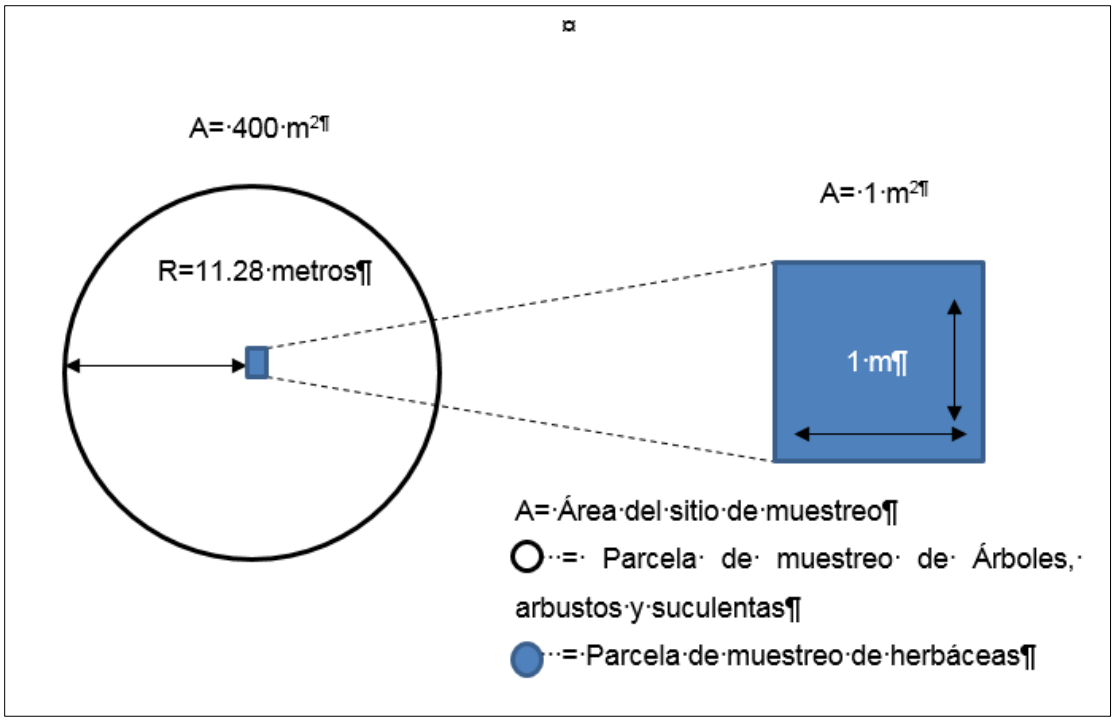

Figura IV-1 Diseño del sitio de muestreo

En el Cuadro IV-1 Coordenadas UTM de ubicación de los sitios de muestreo flora en el SA y AI presentan las coordenadas centrales de los 40 sitios levantados para los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en UTM zona 13, Datum WGS-84.

Cuadro IV-1 Coordenadas UTM de ubicación de los sitios de muestreo flora en el SA y AI

Sitio	Coordenada X	Coordenada Y
AI-11	483951	2701208
AI-09	484033	2700921
AI-10	484284	2700855
AI-13	483788	2702185
AI-14	483677	2702416
AI-06	483066	2702682
AI-15	483750	2702637
AI-16	483465	2703527
AI-17	483447	2704012
AI-18	483531	2704418
AI-19	483483	2704761
AI-20	483225	2705064
M-13	484152	2702016
M-14	484295	2701728
M-15	484562	2701321
M-16	484718	2701666
M-17	485198	2701764

Sitio	Coordenada X	Coordenada Y
M-18	484662	2702002
M-19	484072	2702875
M-20	484437	2703018
M-21	484407	2703387
M-22	483745	2703404
M-23	483718	2704192
M-24	483952	2704557
M-25	482615	2705866
AI-01	483119	2701463
AI-02	483024	2701791
AI-03	482953	2702151
AI-04	482848	2702466
AI-05	482857	2702622
M-31	482609	2703165
M-32	482599	2703349
M-33	482390	2703643
M-34	482298	2703773
M-35	482129	2703825
M-36	481942	2703842
M-37	481795	2704067
AI-12	483123	2701076
AI-08	483743	2700352
AI-07	484221	2699977

En la Figura IV-2 se puede apreciar la ubicación del esfuerzo de muestreo.

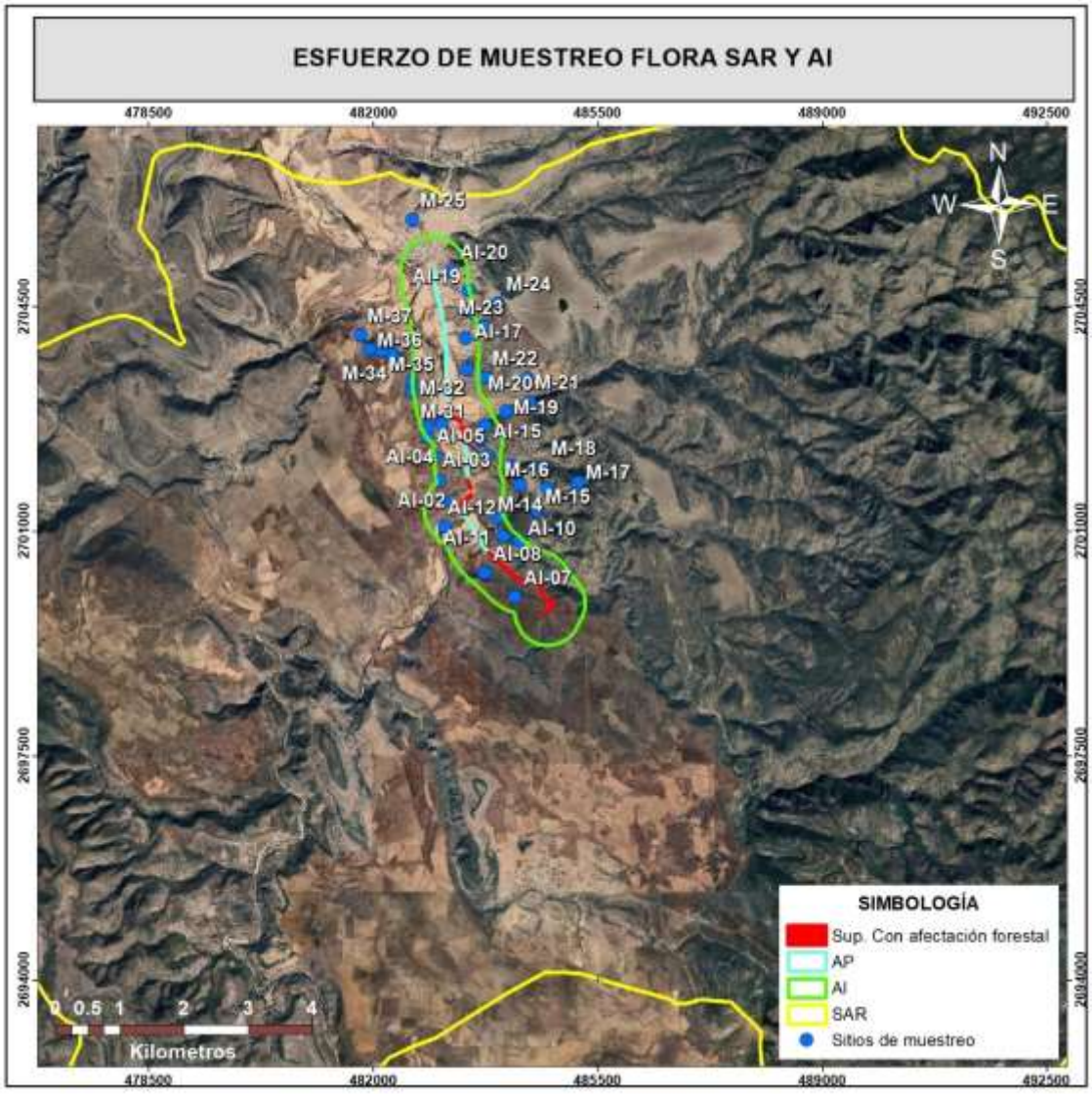

Figura IV-2 Ubicación del esfuerzo de muestreo flora

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental (SA) donde pretende establecerse el proyecto

La justificación de la unidad de análisis delimitada en este caso el SA, es bajo los siguientes criterios:

La delimitación del Sistema Ambiental (SA) es la base para entender la relación que guarda el proyecto que se pretende construir, con su entorno ambiental, el SA nos sirve para realizar un diagnóstico integral que permite conocer las condiciones actuales, sus tendencias de desarrollo

y deterioro, así como establecer los pronósticos derivados de los posibles efectos del proyecto sobre dichas condiciones.

El objetivo de la delimitación de un SA, es básicamente la integración de diversa información del lugar a diagnosticar y su traducción en un sistema de unidades ambientales homogéneas, donde cada "área debe guardar cierta homogeneidad interna de caracteres bióticos y físicos en que se divide el territorio pretendiendo efectuar una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas" (González y Díaz, 1974).

La delimitación del SA, debe incluir unidades territoriales homogéneas y completas en las que se integra, se toma en cuenta información de cada tipo de información con criterios dominantes y las bases legales existentes.

De acuerdo con criterios ambientales para de carreteras de la SICT, dice que se "examinarán los componentes del ambiente que permitan definir una región relativamente homogénea, con interacciones tales que configure un sistema ambiental por sus propiedades de uniformidad y continuidad en sus componentes ambientales (geoforma, cuencas y subcuencas, cuerpos y corrientes de agua, tipo de suelo, flora, fauna, población humana, paisaje, u otros debidamente fundamentados).

Para realizar el análisis de las diferentes capas de las fuentes de información, es necesario seguir un proceso metodológico, (Galocho,1988:135) menciona que "existen dos caminos metodológicos que se pueden usar, el método de cartografía directa y el de sobreposición digital", se considera al segundo método, como el más apropiado de acuerdo a los insumos con los que se cuentan, además de que permite apoyarse en tecnologías como los *Sistemas de Información Geográfica*.

Una vez que se cuenta con las diferentes capas de información y ArcGIS como herramienta de tecnología SIG, se analizarán cada uno de las componentes, se establecerá la delimitación definitiva del sistema ambiental, tomando en cuenta cada uno de los criterios que se marcan dentro de los términos de referencia de la SICT.

Finalmente, el SA será entendido como el espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su

continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas.

De acuerdo a los párrafos anteriores se delimita el SA, siguiendo lo descrito posteriores.

Para delimitar el Sistema Ambienta, en lo sucesivo SA, se utilizó la extensión ARCSWAT, para el software cartográfico ARC GIS 10.8, la cual fue desarrollada por el Instituto Texano de Recursos del Agua (Texas Water Resources Institute).

El cual, para delimitar el SA requiere como insumos un modelo de elevación digital y la red de drenajes; el modelo de elevación digital fue obtenido de la página del INEGI, con un tamaño de píxel de 15 metros, para el caso las dos redes hidrográficas esta se descargó de igual manera de la página del INEGI, para la RH 36 (Nazas Aguanaval) y RH 10 (Sinaloa) escala 1:50,000.

Teniendo los insumos se procedió con la metodología que marca la extensión ARCSWAT, misma que se describe a continuación.

Delimitación del SA.

Esta opción se centra en la delimitación de la subcuenca y microcuencas de acuerdo con los parámetros que se le indiquen a la extensión. Una vez creado el proyecto, se procedió a introducir los archivos que son necesarios para la delimitación del SA.

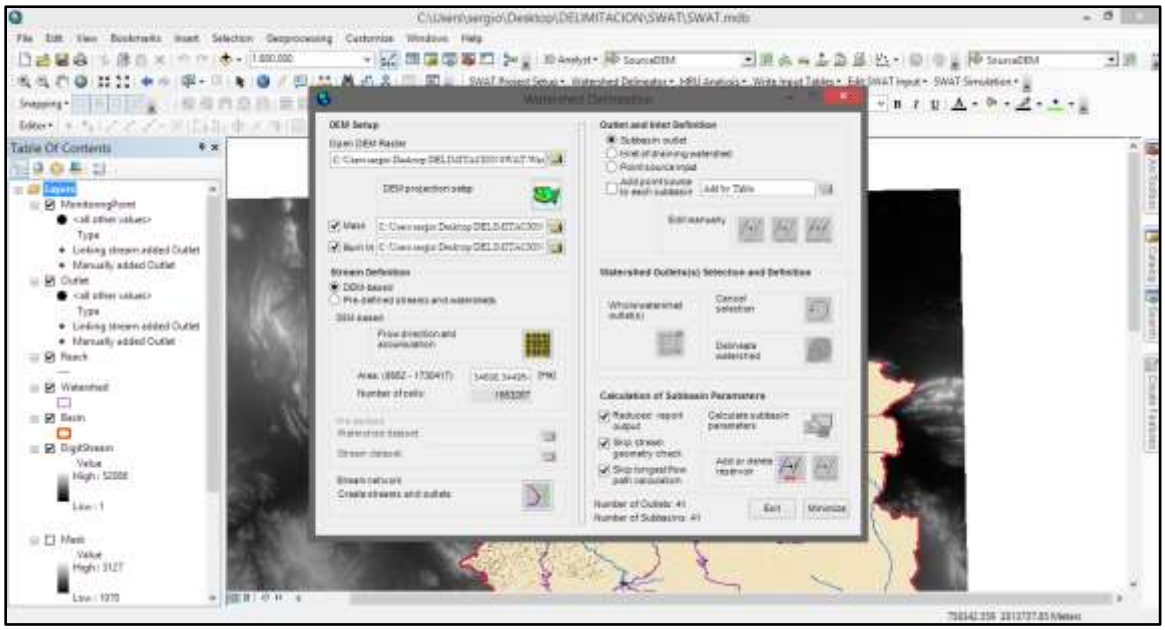

Figura IV-3 Modulo de ArcSwat para generar la delimitación del SA

La ventana está dividida en cuatro secciones:

Información del DEM.
Definición del flujo.
Definición de subcuencas.
Definición de Salidas y cálculos de parámetros de las subcuencas.

En la sección del DEM, existen cajas de texto para cargar tres mapas diferentes como capas. La primera caja es utilizada para cargar el DEM utilizado para calcular todas las microcuencas y propiedades topográficas. La segunda caja es utilizada para seleccionar la máscara y la tercera caja es utilizada para cargar la red hídrica en formato shape. (Uribe N., 2010).

En la opción *Open DEM Raster* se direccionó el Modelo Digital de Elevación, el cual anteriormente se proyectó en UTM con Datum WGS84 de la Zona 13 Norte.

Con el siguiente recuadro *Mask* fue posible direccionar una máscara, que significa delimitar el área de interés a analizar y que ArcSWAT trabaje dentro de ella y no en todo el Modelo Digital ahorrando tiempo y excluyendo datos innecesarios. La siguiente opción *Burn* permitió introducir al programa un archivo con la red hidrológica de la zona en archivo shape con la misma

proyección que el DEM. Este archivo se descargó de la página de internet de INEGI en el apartado de red hidrográfica para la RH 10 y para la RH 36.

Una vez que se realizó el procedimiento anterior, se procedió a determinar la dirección y acumulación de flujo. Esta opción permite al programa determinar, mediante la topografía del terreno, la dirección de corrientes de la red hídrica o flujo de la corriente. Como paso siguiente, se determina el área mínima que se considerará para el cálculo de la red de drenaje. Al seleccionar el comando *Stream Definition*, automáticamente el programa genera la red de drenaje y puntos de salida de la subcuenca.

Uribe N. (2010) menciona que la red de drenaje y los puntos de unión entre flujos, son utilizados para definir las salidas de las microcuencas, que posteriormente son mostrados sobre el mapa DEM.

En la sección siguiente *Outlet and Inlet Definition* se crean las microcuencas mediante los puntos de salida; el programa permite editar estos puntos, eliminándolos o moviéndolos dentro del espacio de trabajo. Lo siguiente es definir el punto de salida de la subcuenca. Con el comando *Delinate Watershed* el programa delimita la subcuenca y microcuencas automáticamente.

La interfaz permite seleccionar más de una salida. Esta característica permite simular cuencas adyacentes al mismo tiempo. Mínimo una salida debe ser seleccionada. Si existen múltiples salidas seleccionadas, cada una no debe ser escogida aguas arriba de las otras salidas. (Uribe N. 2010).

Con la opción *Calculate subbasin parameters* se genera información de características geomorfológicas de las microcuencas y el tramo de río principal la cual se pude observar mediante la opción *Whatershed Reports* ubicada en *Watershed Delineator*, dentro de la barra de herramientas inicial.

Una vez que se han corrido todos los procesos descritos, el paso siguiente es la revisión del resultado, para lo cual se cargan las capas vectoriales de curvas de nivel y se verifica que la delimitación se haya efectuado por el parteaguas.

Finalmente, por medio de la metodología expuesta se obtuvo un SA de 30,412.80 hectáreas, el cual se considera adecuado para realizar la cartografía correspondiente al presente proyecto, ya que contiene los elementos bióticos y abióticos esenciales de la región

Se anexa el shape del Sistema Ambiental delimitado en el Ad_2.

Delimitación del área de influencia.

El Área de Influencia del proyecto, es el ámbito espacial donde se manifestarán los posibles impactos ambientales y sociales ocasionados por las actividades del proyecto; dentro de esta área se evaluará la magnitud e intensidad de los distintos impactos para poder definir medidas de prevención o mitigación a través de un Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

El objetivo es básicamente la integración de diversa información del lugar a diagnosticar y su traducción en un sistema de unidades ambientales homogéneas, donde cada "área debe guardar cierta homogeneidad interna de caracteres bióticos y físicos pretendiendo efectuar una síntesis de los caracteres más notables de cada una de las observaciones temáticas".

Para efecto de la delimitación del área de estudio donde se desarrollarán las modificaciones, se consideraron diversos criterios aplicados para su limitación tales como:

Definir un área de influencia preliminar por componente, grupo de componentes, o medios, sobre la cual se identifiquen y evalúen los impactos ambientales proyectados.

Realizar un proceso iterativo en relación con el análisis de los impactos presentes actualmente (Sin proyecto).

Ajustar el área de influencia preliminar con la información obtenida en campo, delimitando el área de influencia definitiva por componente, grupo de componentes o medios.

Ensamblar las áreas de influencia definitivas obtenidas para cada componente, grupo de componentes o medios, las cuales deben estar debidamente sustentadas y cartografiadas.

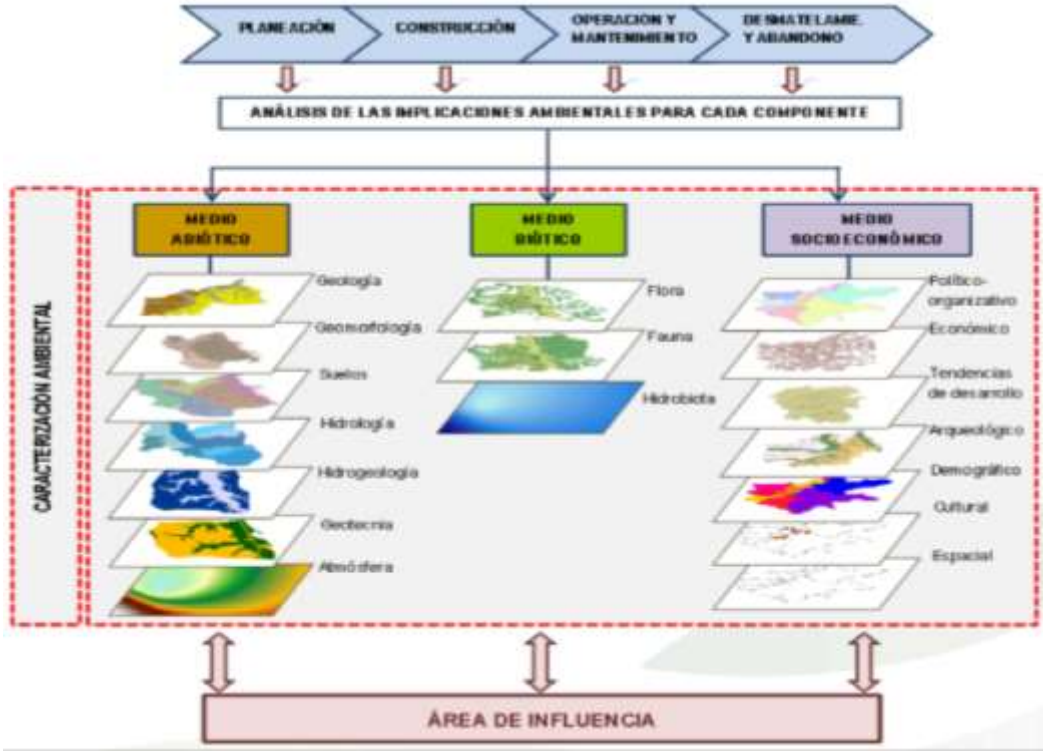

Figura IV-4 Ejemplificación de la conformación del área de influencia. Fuente: ANLA, 2018

Para la delimitación del AI del proyecto, se llevó a cabo localizando el trazo del proyecto en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) utilizando el software Arc Gis 10.8, y delimitando el polígono a través de la sobre posición de capas vectoriales disponibles como: el uso de suelo y vegetación, el límite inferior tomando como referencia la zona más baja correspondiente a los escurrimientos, los cuales hay que destacar que son intermitentes, la edafología, degradación y erosión del suelo. Estos criterios fueron los principales modeladores del área como primer paso.

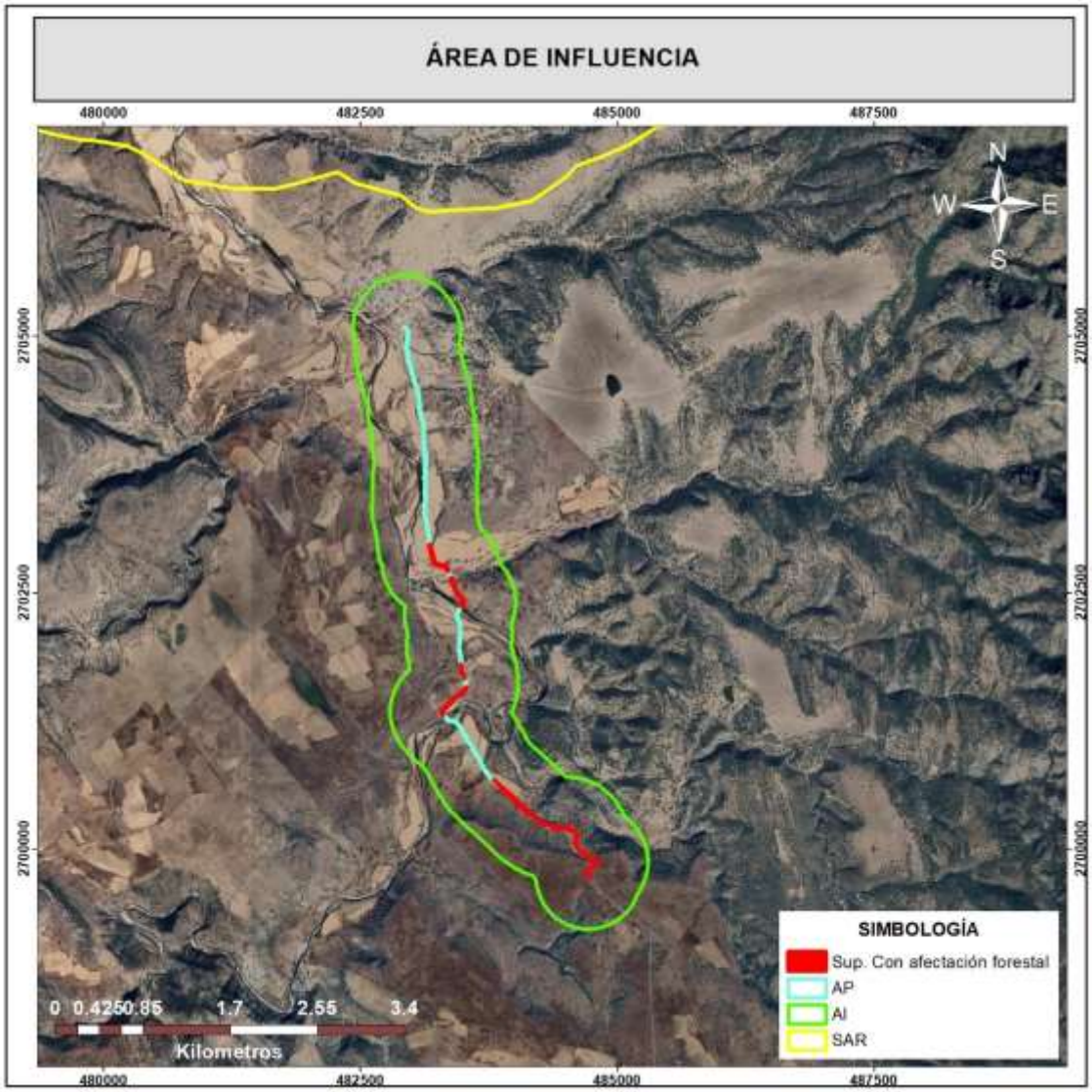

Figura IV-5 Delimitación del área de influencia

Como segundo paso para determinar un área definitiva, el polígono también fue procesado en el programa ArcMap, por medio de la generación de un buffer de acuerdo a las extensiones de afectación definidas por Forman y Alexander (1998), entre las cuales se encuentran los efectos hidrológicos por arrastre de sedimentos, así como la afectación a los grupos faunísticos (aves, mamíferos y reptiles). Ésta delimitación se tomó como criterio de los efectos ecológicos que ocasionan las carreteras a través del ruido hacía las comunidades de fauna, ya que con la modernización de esta vía de comunicación hacía San Diego de Alcalá se esperará un incremento del aforó vehicular, siendo que con base en lo que definen Forman y Alexander (1998) se detecta una disminución en las densidades de población de la fauna por la operación de una carretera, ya que puede causar efectos ambientales en las comunidades de especies más sensibles (y no

para todas las especies combinadas) en una distancia de 100 m para un ecosistema de vegetación secundaria de bosque de pino-encino, donde la cobertura vegetal es poco cerrada lo que provoca que el ruido tenga un mayor efecto para ahuyentar a la fauna, siendo que éste efecto-distancia es causada por una densidad de tráfico de vehículos por día de acuerdo a las características de la carretera tipo “D”.

Dicha distancia se tomó como referencia máxima para determinar el área de influencia, teniendo en cuenta que el proyecto el tipo de vegetación Vsa/BPQ; se presenta una cobertura dominada por vegetación herbácea; concluyendo de esta forma que al tomar el máximo del efecto-distancia; para el caso particular de la zona de estudio se tomó una distancia de 100 metros como el límite del área de influencia donde llegarán los efectos del impacto ocasionado por el ruido del proyecto, siendo mayor su amplitud justo donde se localizan las áreas urbanas y actividades agrícolas, por lo que, se engloba esta parte dentro del área de influencia final; teniendo finalmente una superficie de 713.7015 hectáreas.

IV.2 Caracterización y análisis del Sistema Ambiental

Se caracterizó y se analizó el Sistema Ambientall, tomando en cuenta la variabilidad, distribución y amplitud de los componentes. Además, se identifican los fenómenos ambientales que pudieran afectarse por el desarrollo del Proyecto.

Con este contacto se logró tener una visión clara de las condiciones naturales que conforman el entorno del AI donde se ubicará el Proyecto, lo cual permitirá efectuará una evaluación ambiental con estimaciones de desarrollo y deterioro.

El área del proyecto se localiza en una zona rural y presenta un grado moderado de vulnerabilidad ante el cambio climático, pero presenta un grado de resiliencias medio, lo cual ocurre cuando los proyectos son de magnitud considerable y generan una relativa cantidad de gases de efecto invernadero.

El proyecto requiere del cambio de suelo de forestal a infraestructura caminera, sin embargo, es importante mencionar que el área propuesta está cubierta por vegetación que de acuerdo a la serie VII y las muestras de campo corresponde al Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino, el desarrollo del proyecto no pone en riesgo la composición de este componente, puesto

que este se distribuye ampliamente de manera natural y hay efectos que se han presentado por las actividades antropogénicas que han causado un grado de disminución de la vegetación, aunado a los procesos de erosión que se han dado en este lugar.

El uso del agua es principalmente para el uso agrícola y consumo humano, específicamente en el área del proyecto existen cauces de tipo intermitente, no existe un grado de contaminación alto de los cauces, puesto que, por encontrarse en una zona rural, el acceso a estos es mínimo, por lo que con el desarrollo del proyecto se aplicarán las medidas necesarias para mantener la calidad del agua.

El componente aire para la región se encuentra estable, pues no existen generadores de contaminantes en grandes cantidades, solo por las viviendas que se encuentran en los poblados aledaños al proyecto, por lo que la afectación a este componente se mantiene estable, además, al ser una zona alejada de las grandes concentraciones urbanas, los gases y polvos que se generan durante las jornadas laborales se pueden disipar por la vegetación encontrada en esta área.

La fauna que existe en el área tiene la libertad para desplazarse a nivel regional, sin embargo, se observa su preferencia de hábitats como las zonas más alejadas de las áreas ocupadas por actividades humanas, principalmente en las topoformas que se tienen en las inmediaciones del proyecto, lo cual les permite protegerse tanto de los depredadores como de factores ambientales, aunque también existen especies que prefieren una mayor exposición por lo que se localizan en áreas abiertas. No existen barreras que limiten el paso libre de fauna a nivel regional o local. El proyecto implica el establecimiento de ciertas barreras en beneficio de la fauna ya que se impedirá el acceso a las áreas de construcción del proyecto evitando accidentes y muerte de fauna, así, en términos generales no se tiene un grado de perturbación alto, ya que existe una gran extensión de zonas naturales sin afectación, ya sea por acciones del proyecto o cualquier otra actividad ajena a este.

El relieve de la región es muy variable y, por sus condiciones de clima Semiseco-Templado y gran diversidad de suelos, son aptos para las actividades agrícolas, estas actividades se llevan a cabo en poca superficie que implica al proyecto según la Serie VII del INEGI en la carta de uso de suelo y vegetación.

El desarrollo del proyecto tendrá un impacto muy puntual, por lo que no se considera que se verán afectados los componentes ambientales como suelo, agua, aire y fauna en gran medida, puesto que se llevaran a cabo actividades de prevención y mitigación para minimizar los impactos que pudiesen llegar a generarse, además se aplicarán medidas de compensación con lo cual se puede mejorar algunas áreas ya afectadas desde antes del proyecto dentro del SA, dado que el sitio donde se propone el establecimiento del proyecto, cuenta con poca vegetación y existe ya un grado de modificación antrópica.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SA

IV.3.1 Medio abiótico

IV.3.1.1 Clima

Por clima debemos de entender como el estado más frecuente de la atmósfera en un lugar específico, abarca los valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico (temperatura, humedad, presión, vientos y precipitación) de una determinada región durante un cierto periodo de tiempo.

Para la determinación de este hecho se recurrió a la consulta, interpretación y análisis de diferentes fuentes de información con el fin de explicar la relación de los factores y elementos climáticos que inciden en la zona de estudio y para finalmente caracterizar los tipos de clima presentes.

Por ello y con la finalidad de contar con información más precisa se trató de localizar estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que se ubiquen en las cercanías del área de estudio además de utilizar la información contenida en las cartas de climas editadas por el INEGI. Consultando las cartas de Climas editadas por el INEGI, y de acuerdo con la clasificación establecida por Köppen y modificada por Enriqueta García de Miranda (1981), se observa que, a nivel del SA, donde se ubica el Proyecto, se tienen la presencia de las siguientes unidades climáticas:

Cuadro IV-2 Unidades de clima presentes en el SA

Clave	Tipo de Clima	Descripción	Sup. (ha)	%
C(w0)	Templado subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	15003.2428	49
BS1kw(w)	Semiseco templado	Con lluvias en verano manifestándose en los meses de julio y agosto. Sus temperaturas medias anuales van de 12.0° a más de 22.0°C y su precipitación total al año es del orden de 400 a 700 mm. Son considerados climas de transición entre los secos y los templados, y en función de su temperatura media anual se dividen en cálidos, semicálidos y templados, por lo que en los alrededores del área del acuífero se tienen zonas de clima seco en la parte noroeste, y algunas zonas pequeñas de clima sub-húmedo en la parte suroeste.	4897.1499	16
C(E)(w2)	Semifrío subhúmedo	Temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del 28% mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano del 5 al 10.2% anual.	7899.7064	26
C(w1)	Templado subhúmedo	Temperatura media anual mayor de 18°C, 7% temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual entre 500 y 2,500 mm y precipitación del mes más seco de 0 a 60 mm; lluvias de verano del 5% al 10.2% anual.	2612.7042	9
Total			**30,412.80**	**100.00**

El tipo de clima presente en el SA se muestra en la siguiente Figura IV-6.

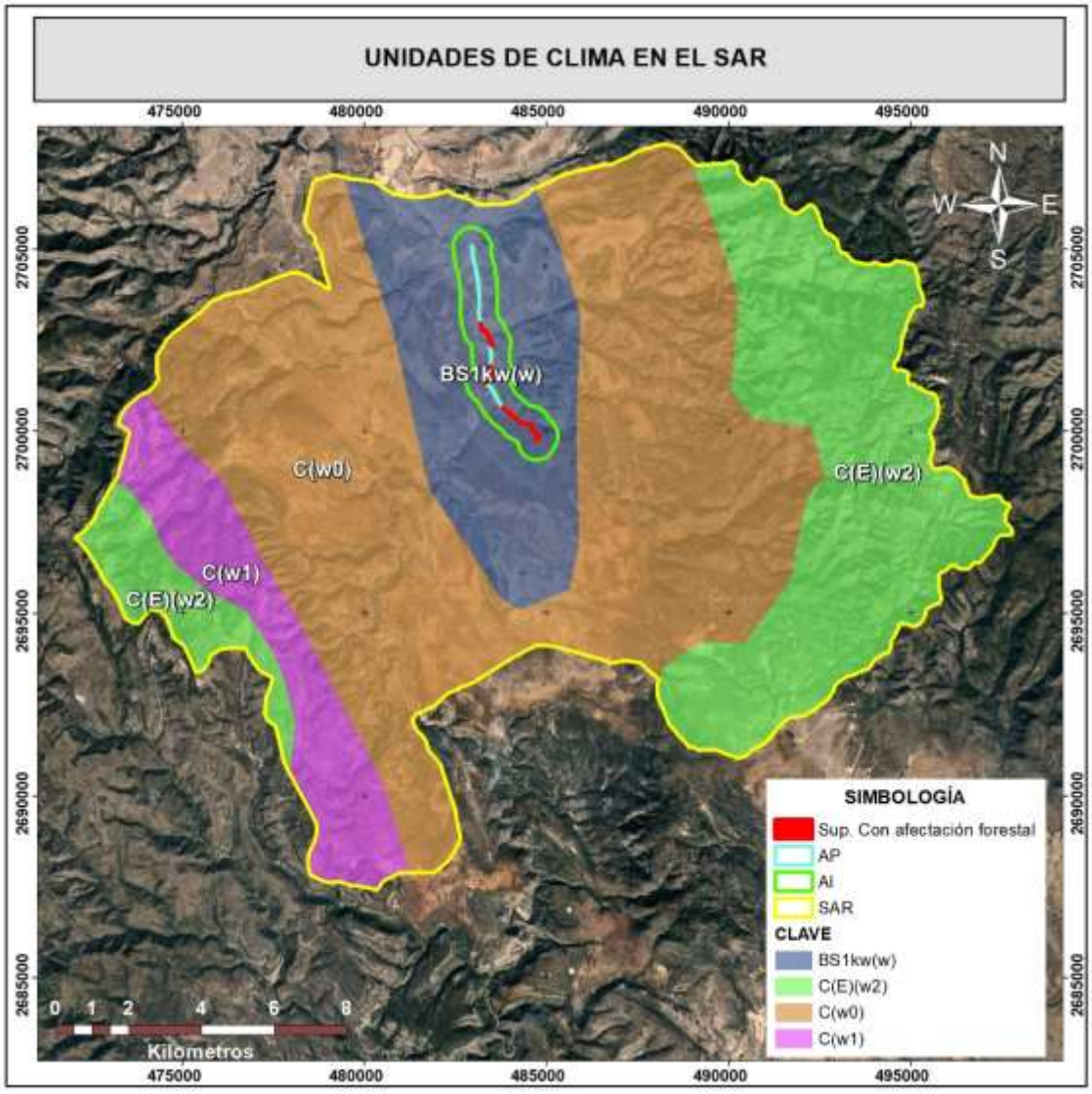

Figura IV-6 Clima en el SA

Las estaciones meteorológicas existentes y más cercanas al área del Proyecto son las que se enlistan en el Cuadro IV-3 mismas que se usarán para la descripción de este factor físico.

Cuadro IV-3 Ubicación de las estaciones meteorológicas

NOMBRE DE LA ESTACIÓN	CLAVE	COORD. GEOGRÁFICAS		ALTITUD
		LATITUD N.	LONGITUD W.	MSNM
Otinapa	10051	24.0536111	-105.0086111	2,400
Tejamen	10083	24.8083333	-105.1338889	2,100
Canatlán	10090	24.5180556	-104.7833333	2,000

Estas estaciones meteorológicas reportan información desde 1991 al 2020, y de las cuales se consultó la información más relevante, y que da una idea de las condiciones climáticas dentro de la zona donde se ubica en el SA.

IV.3.1.1.1 Temperatura

En el siguiente cuadro, se muestran las temperaturas promedio anual de las estaciones más cercanas de donde se obtuvo la información climatológica correspondiente.

Cuadro IV-4 Temperaturas promedio

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Promedio
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Otinapa	6.7	8.3	9.9	12.4	14.3	15.5	14.4	13.9	13.2	11.7	9.6	7.7	11.5
Tejamen	11.2	12.7	14.8	17.6	20.5	22.1	20.4	19.6	18.4	16.9	13.7	11.4	16.6
Canatlán	10.7	12.4	14.6	17.4	19.9	21.2	20	19.8	18.8	16.9	13.8	11.2	16.4

Fuente. SMN-CONAGUA. Estaciones Meteorológicas Normales.

IV.3.1.1.2 Temperatura promedio anual

A continuación, se muestra en el Gráfico IV-1 Temperaturas promedio anual de las estaciones Meteorológicas distribuidas en el área del SA, siendo la temperatura promedio de 14.8 °C.

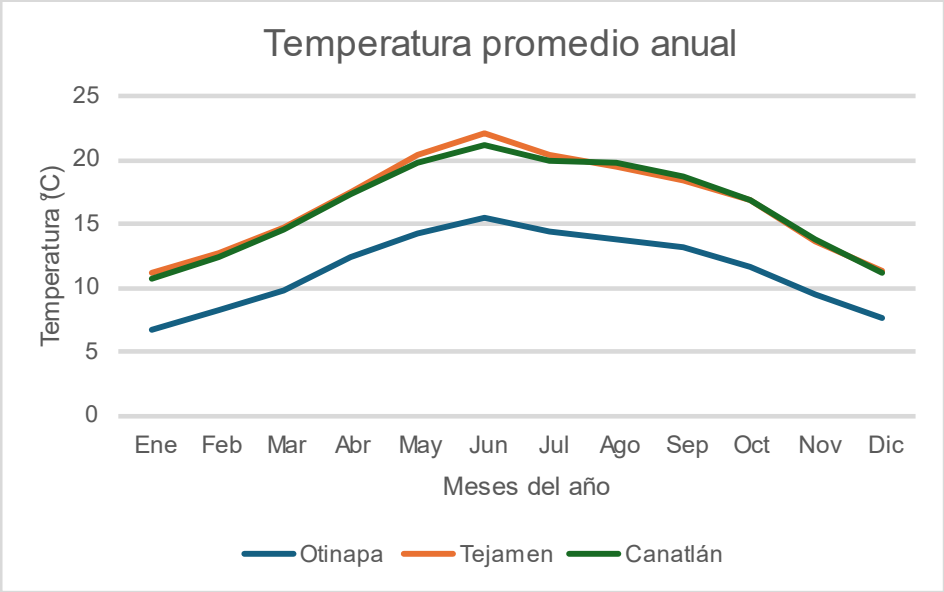

Gráfico IV-1 Temperaturas promedio anual

IV.3.1.1.3 Temperaturas Máximas

De acuerdo con la información consultada en las normales climatológicas por estación meteorológica, la temperatura máxima mensual registrada es de 31.2 °C en el mes de junio, en la estación Tejamen-10083. Asimismo, se presenta una temperatura máxima promedio anual de 25.3 °C contemplando todas las estaciones.

Cuadro IV-5 Temperaturas máximas

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Otinapa	16.7	17.9	19.9	22.4	24	23.4	21.1	20.6	19.5	19.9	19	17.2	20.1
Tejamen	20.3	22.3	24.7	28.1	30.9	31.2	28	26.6	24.7	24.9	22.8	20.3	25.4
Canatlán	20.3	22.1	24.7	28	29.9	29.6	27.2	26.6	25.5	25.1	22.7	20.7	25.2

Fuente. SMN-CONAGUA. Estaciones Meteorológicas Normales.

En general, los valores máximos de temperatura se registran en el periodo de cinco meses, que comprende los meses de: abril a agosto.

IV.3.1.1.4 Temperaturas Mínimas

De acuerdo con la información proporcionada por las estaciones meteorológicas consultadas, se reportan valores promedio mínimos anuales de temperatura a partir de los -3.2°C.

Cuadro IV-6 Temperaturas mínimas

Nombre de la estación	Meses del Año												Temp. Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Otinapa	-3.2	-1.4	0	2.4	4.6	7.5	7.7	7.2	6.9	3.5	0.2	-1.8	2.8
Tejamen	2.2	3.2	4.8	7.2	10	12.9	12.8	12.6	12	8.9	4.5	2.5	7.8
Canatlán	1.1	2.8	4.5	6.8	9.8	12.7	12.9	13	12.1	8.7	4.8	1.8	7.6

Fuente. SMN-CONAGUA. Estaciones Meteorológicas Normales.

En general, los valores mínimos de temperatura se registran en el periodo de seis meses, que son de noviembre a abril.

IV.3.1.1.5 Precipitación

Las estaciones meteorológicas analizadas registran una precipitación promedio anual de 645.3 mm, con un valor promedio mensual de hasta 53.8 mm. Los registros indican una precipitación mínima de 3.9 mm y una máxima de 189.7 mm.

El Cuadro IV-7, muestra la frecuencia y distribución de la precipitación en las estaciones meteorológicas consultadas:

Cuadro IV-7 Precipitación promedio anual

Nombre de la estación	Meses del Año												PP
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Otinapa	17.4	16.1	8.9	4.3	9.4	91.6	162.9	156.1	132.7	43.3	17.4	21.5	681.6
Tejamen	17	9.5	11.9	4.9	16.4	69.3	179.7	140.9	155.1	46.9	22.8	11.9	686.3
Canatlán	11.5	6.2	9	3.9	13.3	78.5	132.2	123	126.6	40.8	16.7	6.2	567.9

Fuente. SMN-CONAGUA. Estaciones Meteorológicas Normales.

De acuerdo con los valores registrados en la estación meteorológica, los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre.

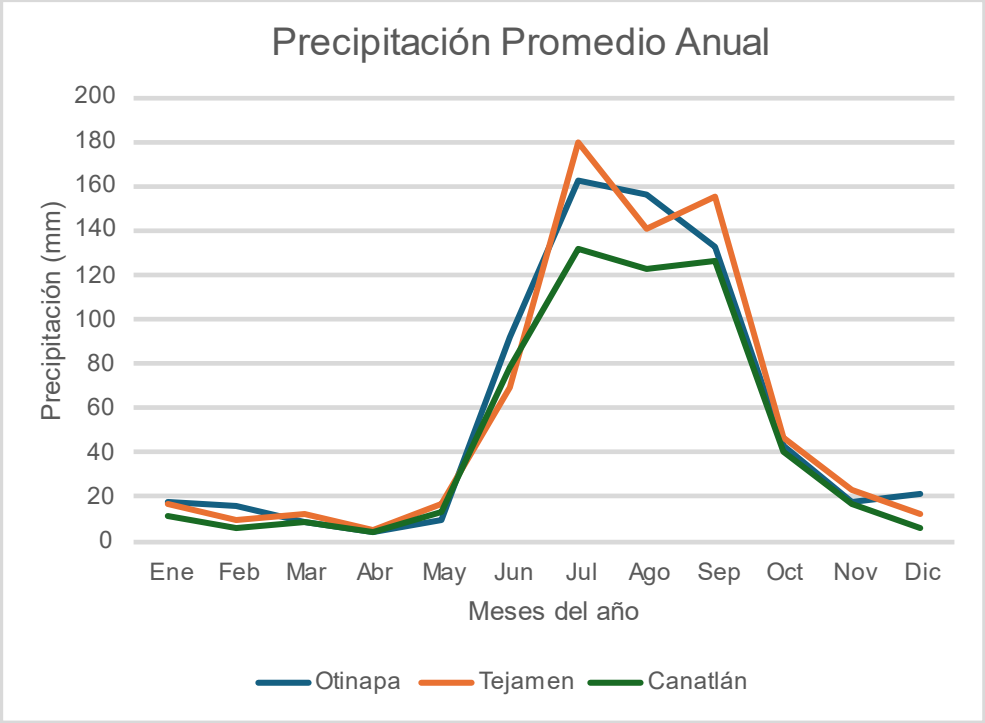

Gráfico IV- 2 Precipitaciones anuales

IV.3.1.1.6 Heladas, granizadas y vientos

Heladas.

Las heladas son fenómenos meteorológicos provocados por la disminución de la temperatura del aire a valores iguales o inferiores al punto de congelación del agua (0 °C) y se producen cuando el aire frio se acumula en la superficie del suelo, provocando una rápida pérdida de calor.

La llegada a territorio mexicano de masas de aire polar continental, generalmente seco, provenientes del sur de Canadá y el norte de los Estados Unidos, provoca un descenso de las temperaturas en las áreas que atraviesa y favorece la formación de heladas.

Las condiciones para que ocurra dicho meteoro son: cielo despejado, noches largas, viento débil o en calma y atmósfera relativamente seca. Como resultado, el aire más cercano a la superficie también se enfría, y si su temperatura desciende por debajo de los 0ºC, alcanzando el punto de saturación, se produce la helada. Este fenómeno se presenta principalmente en invierno, con su máxima incidencia en diciembre o enero, aunque las heladas más peligrosas suelen ocurrir fuera del periodo habitual: las tempranas en octubre y las tardías en junio.

De acuerdo con la información obtenida de la estación meteorológica de Canatlán, no reportan estos valores para la estación consultada.

Granizadas.

El Granizo es un tipo de precipitación que consiste en partículas irregulares de hielo. Se forma durante tormentas intensas, cuando las gotas de agua se enfrían por debajo de los 0 °C sin llegar a congelarse de inmediato, un fenómeno conocido como sobre enfriamiento. Aunque puede presentarse tanto en invierno como en verano, es más frecuente durante los días de canícula, cuando las temperaturas son especialmente elevadas.

De la información reportada para las 3 estaciones meteorológicas consultadas, no se reporta la presencia de este fenómeno en el área.

Cuadro IV-8 Granizadas

Nombre de la estación	Meses del Año												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Otinapa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tejamen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canatlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Nota: Cuadro de días con precipitación de granizo reportadas en la Estación Meteorológica consultada. Fuente. - SMN-CONAGUA-DGE. Estaciones Meteorológicas Normales

IV.3.1.1.7 Tormentas eléctricas

Las 3 estaciones meteorológicas consultadas, no reportan información sobre la presencia de dicho fenómeno en el área.

Cuadro IV-9 Tormentas eléctricas

Nombre de la estación	Meses del Año												TOTAL
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Otinapa	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tejamen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Canatlán	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

IV.3.1.2 Geología y morfología

IV.3.1.2.1 Características litológicas

De acuerdo con las cartas de geología de INEGI escala 1:250,000, la del SA delimitada, presenta en su territorio litología del Cenozoico de los sistemas terciario, cuaternario y neógeno. En la zona predominan rocas ígneas extrusivas, principalmente de tipo Riolita-Toba ácida, así como algunas áreas con presencia de basalto y andesita. También se identifican formaciones sedimentarias, representadas por conglomerados y depósitos aluviales.

Cuadro IV-10 Geología del SA.

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sup (ha)	%
Tom(R-Ta	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Neógeno	19907.30	65
Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	3178.13	10
Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	5233.70	17
Ts(A)	Ígnea extrusiva	Andesita	Cenozoico	Neógeno	1721.10	6
Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Neógeno	372.58	1
					30,412.80	**100**

Área de Influencia.

En el área de influencia del proyecto se mantienen las mismas características litológicas descritas en el **Cuadro IV-10**, con excepción de los depósitos aluviales, los cuales han sido excluidos de la clasificación. A continuación, se presenta la descripción y superficie correspondiente a los tipos litológicos considerados.

Cuadro IV-11 Geología del AI.

Clave	Clase	Tipo	Era	Sistema	Sup (ha)	%
Tom(R-Ta)	Ígnea extrusiva	Riolita-Toba ácida	Cenozoico	Terciario	57.3	8.0
Ts(cg)	Sedimentaria	Conglomerado	Cenozoico	Neógeno	335.3	47.0
Q(al)	N/A	Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	199.54	28.0
Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	Neógeno	121.56	17.0
					713.70	**100**

Descripción de los tipos de roca presentes.

Rolita-Toba ácida: La forma una secuencia irregular de riolita fluidal y esferulítica, ignimbrita, toba riolítica y brecha volcánica ácida. La riolita fluidal es de color rojizo con estructura compacta y textura microcristalina; la riolita esferulítica de color rosa a gris con intemperismo ocre; la ignimbrita es de color gris con textura fluidal y textura microcristalina; contiene en su composición minerales de cuarzo, sanidino, oligoclasa, biotita, clorita, apatito y zircón. La toba y la brecha son rosadas, de textura merocristalina; estructura compacta porfídica. La primera tiene minerales de cuarzo, oligoclasa, andesina, sanidino, biotita y hematita; la segunda está formada por fragmentos angulosos de rocas volcánicas ácidas e intermedias englobados en una matriz areno tobácea. Su morfología es de sierras y mesetas disectadas y sobreyacen discordantemente a rocas intrusivas, volcánicas y a rocas más antiguas.

Conglomerado: Roca de grano grueso mayores a los 2 mm a más de 250 mm (gravilla 2-4 mm, matatena 4-6 mm, guijarro 64 - 256 mm y peñasco > 256 mm); de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeados. Por la presencia de arcillas (matriz y/o cementante) se diferencian los siguientes tipos de conglomerados: ortoconglomerados (matriz 15%) y paraconglomerados (matriz > 15%).

Basalto: Son rocas volcánicas básicas, subalcalinas o alcalinas, generalmente de color negro, con textura microcristalina o porfídica, que contiene plagioclasa cálcica y piroxeno, normalmente augita, con o sin olivino; frecuentemente presenta magnetita o ilmenita accesorias y, más raramente, cuarzo o feldespatoides. Se clasifica como una roca ígnea extrusiva básica ya que se forma a partir de lavas ricas en hierro y magnesio y pobres en sílice que las hace poco viscosas, en consecuencia, fluyen con facilidad y cubren porciones considerables de los terrenos adyacentes a los volcanes o fisuras donde se producen.

Aluvial: son suelos de origen fluvial, poco evolucionados, aunque profundos. Aparecen en las vegas de los principales ríos. Se incluyen dentro de los fluvisoles calcáricos y eútricos, así como antosoles áricos y cumúlicos. Los suelos aluviales son suelos con perfil poco desarrollado formados de materiales transportados por corrientes de agua, Sobre su superficie se ha acumulado algo de materia orgánica. Son suelos que tienen mala filtración y oscuros.

Andesita: Roca volcánica generalmente porfídica que consta de plagioclasa sódica.

Respecto al origen geomorfológico y basamento que permite conocer el flujo de corrientes en el subsuelo, es posible apreciar que la circulación del agua en el subsuelo se realiza en direcciones preferenciales de norte a sur en la porción norte del SA; de este-oeste y oeste-este de manera concéntrica hasta confluir con el Río Tepehuanes-Santiago.

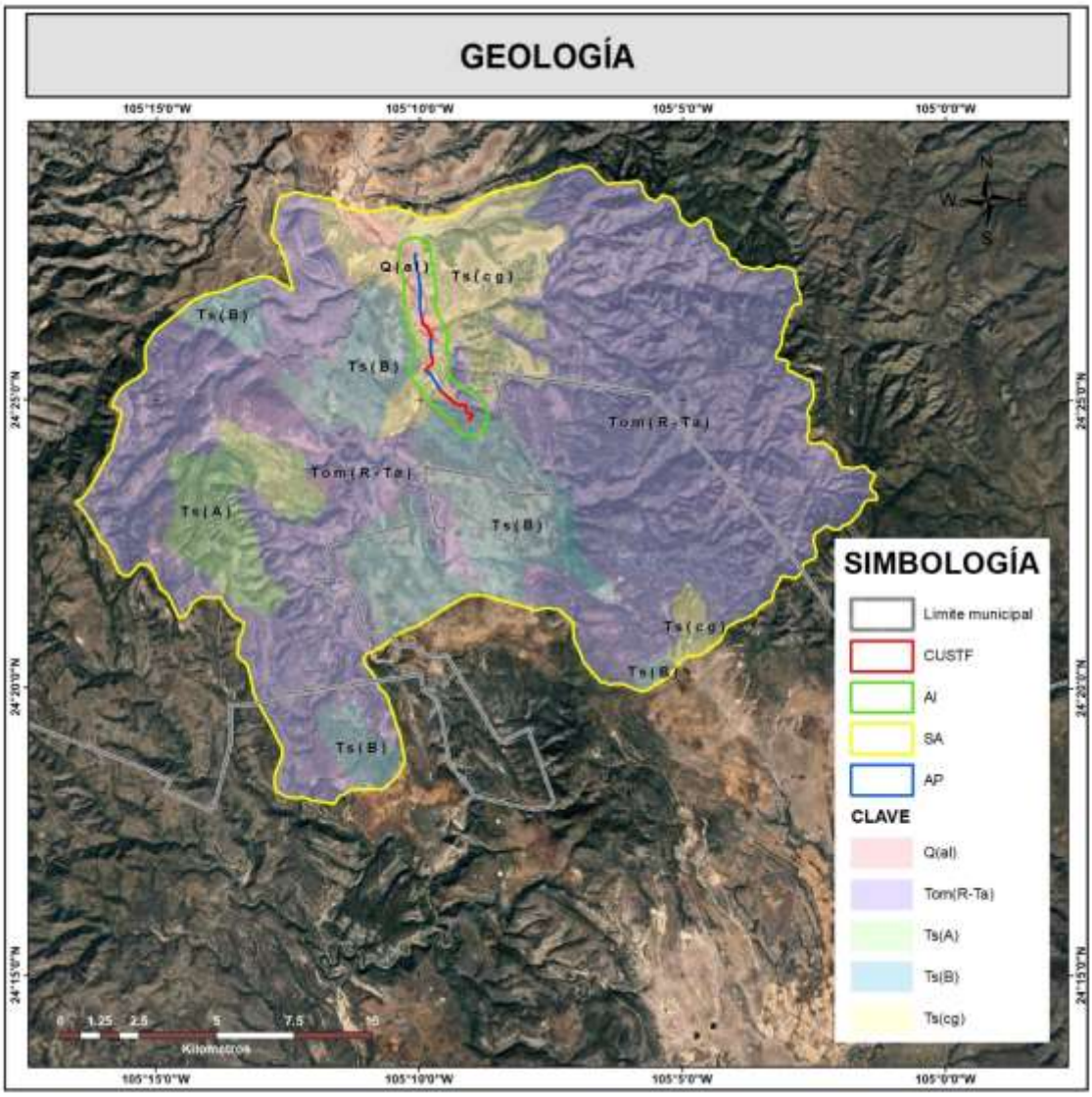

Figura IV-7 Geología del SA

IV.3.1.2.2 Características de relieve

De acuerdo con el análisis del modelo digital de exposiciones generado a partir de datos vectoriales editados por INEGI, y obtenidos del Modelo Continuo de Elevaciones Mexicano, se determinan los siguientes valores porcentuales de cada rango de pendiente presente en el SA del Proyecto.

Cuadro IV-12 Pendientes en porcentaje en el SA

Rangos (%)	Sup. (ha)	%
0-6%	6881.59	22.63

Rangos (%)	Sup. (ha)	%
6-14%	6998.61	23.01
14-22%	4173.69	13.72
22-31%	3950.24	12.99
31-40%	3067.47	10.09
40-48%	2119.37	6.97
48-58%	1668.34	5.49
58-70%	1028.04	3.38
70-85%	395.84	1.3
85-135%	129.62	0.43
Total	**30412.8**	**100**

Como se observa en las estadísticas del cuadro anterior, la mayor parte de la superficie del SA se localiza del 0 al 14% de pendiente, con una pendiente mínima de 5% y una máxima de 135%.

En cuanto al área de influencia del proyecto, se puede observar en el **Cuadro IV-13 Pendientes** en porcentaje en el AI, que la mayor parte del área del proyecto se localiza en un rango de pendiente del 6 al 14%, con una pendiente mínima de 0% y una máxima de 135%.

Cuadro IV-13 Pendientes en porcentaje en el AI

Rangos (%)	Sup. (ha)	%
0-6 %	205.44	28.78
6-14%	250.77	35.14
14-22%	106.11	14.87
22-31%	67.30	9.43
31-40%	38.87	5.45
40-48%	22.34	3.13
48-58%	14.64	2.05
58-70%	6.93	0.97
70-85%	1.23	0.17
85-135%	0.07	0.01
Total	**713.70**	**100**

A continuación, en la Figura IV-8 se observa la distribución de los rangos de pendiente predominantes.

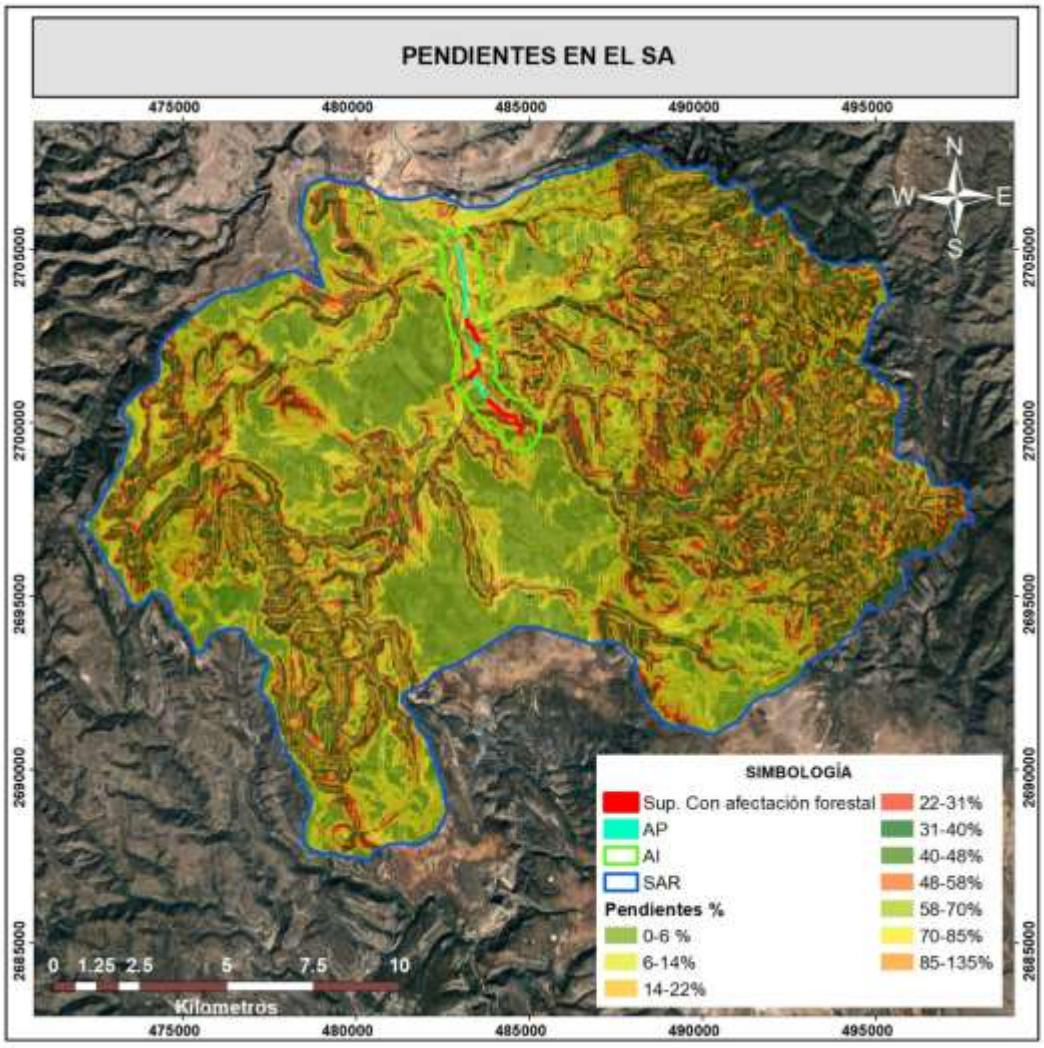

Figura IV-8 Pendientes del SA

IV.3.1.2.3 Presencia de fallas y fracturamientos

Con base en la Carta Geológica Ignacio Zaragoza G13C79 del SGM, dentro del SA inciden 28 fracturas con una representación geométrica Definida, con longitudes que van de 90 metros a 7.89 km, se ubican distribuidas a lo largo de la superficie. Asimismo, respecto a las fallas geológicas, se presentan 8 en total dentro del SA. Figura IV - 9.

Cuadro IV-14 Fallas y fracturas presentes en la del SA

Entidad	Tipo	Movimiento Horizontal	Movimiento Vertical	Inclinación	Buzamiento	Representación Geométrica	Longitud (Km)
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	3.384
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	3.575
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	5.420
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	7.913
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	8.715
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	13.309
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	13.580
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	13.687
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	20.201
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	20.444
Falla	Normal	N/A	Derecha	N/A	N/A	Definida	30.372
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.090
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.111
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.143
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.167
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.524
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.552
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.645
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	0.773
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	1.243
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	1.544
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	1.552
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	1.645
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	1.736
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	2.023
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	2.027
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	2.092
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	2.112
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	3.125
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	3.560
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	4.153
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	4.736
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	4.855
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	5.305
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	5.535
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	5.981
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	7.148
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	7.193

Entidad	Tipo	Movimiento Horizontal	Movimiento Vertical	Inclinación	Buzamiento	Representación Geométrica	Longitud (Km)
Fractura	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Definida	7.892

Por su parte, en el área de influencia no se presentan fracturas ni fallas geológicas, como se muestra en la Figura IV-9.

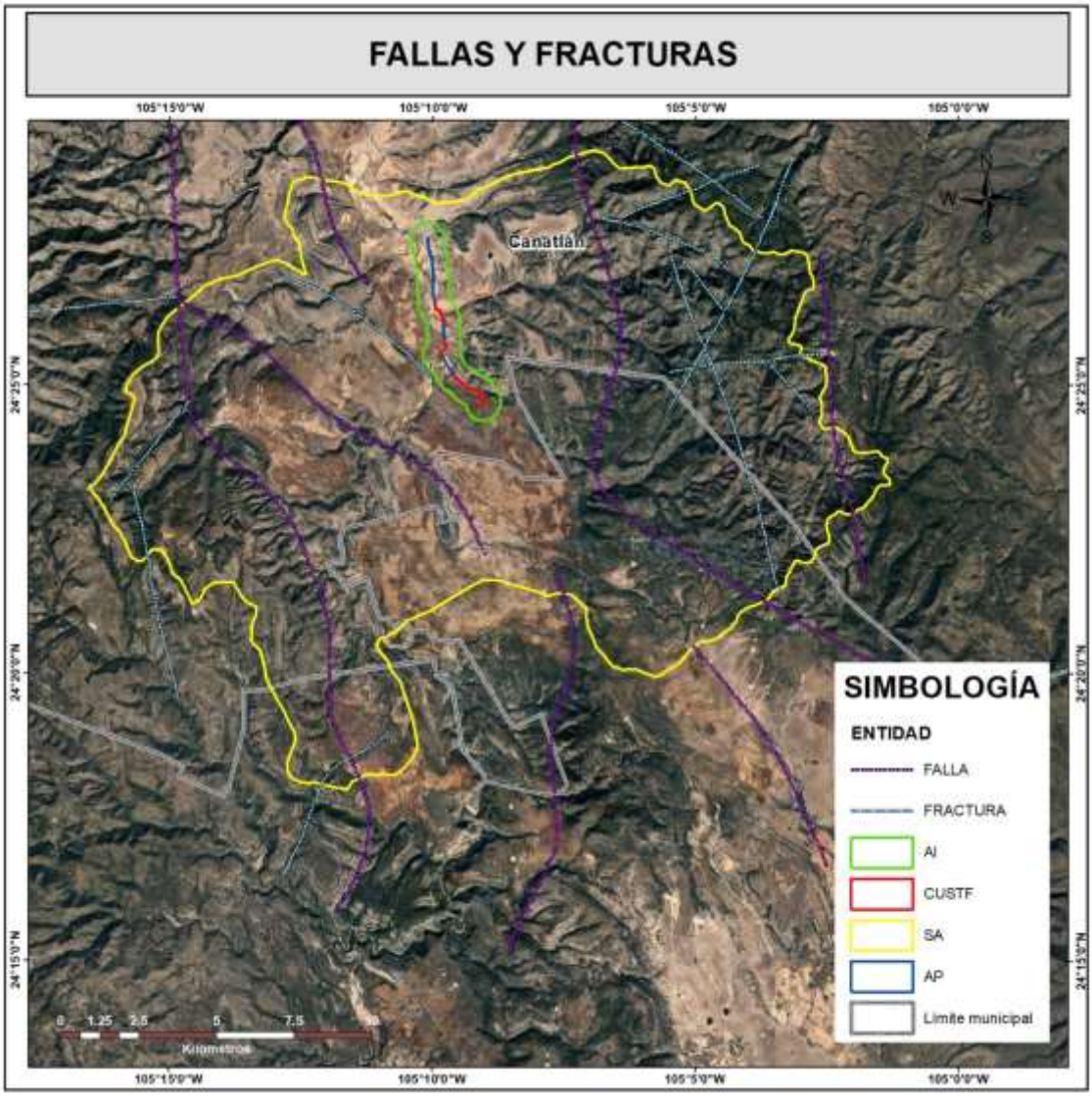

Figura IV - 9 Fallas y fracturas existentes en el SA

IV.3.1.2.4 Susceptibilidad de la zona:

A. Sismicidad

Empleando los registros históricos de grandes sismos en México, los catálogos de sismicidad y datos de aceleración del terreno como consecuencia de sismos de gran magnitud, se ha definido la Regionalización Sísmica de México. Ésta cuenta con cuatro zonas:

La **zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.

Las **zonas B y C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Que es donde se ubica el SA del Proyecto (Figura IV - 10).

La **zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

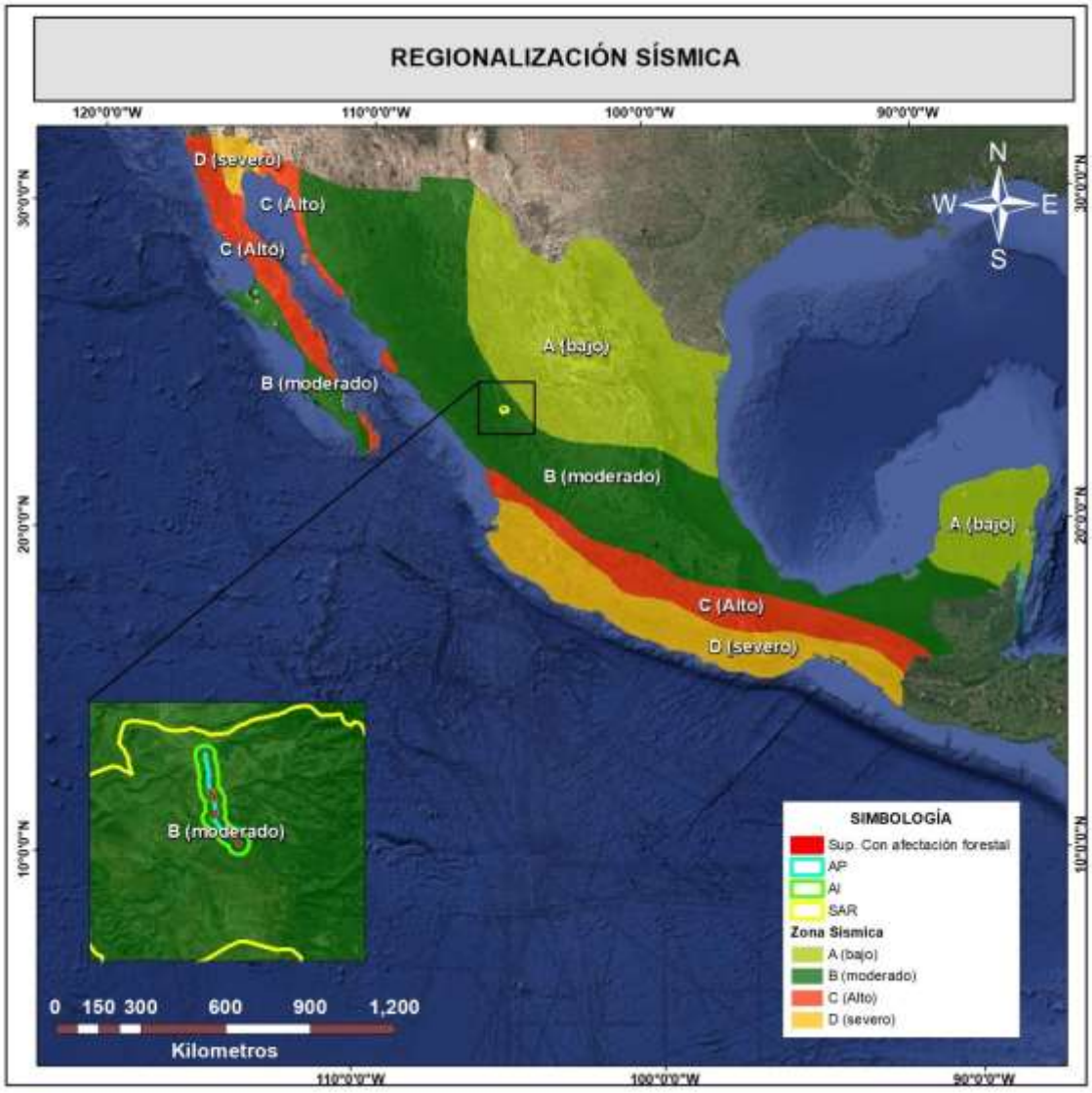

Figura IV - 10 Regionalización sísmica donde se ubica el SA

B. Deslizamiento, derrumbes e inundaciones

La ocurrencia de deslizamientos es resultado de la interacción entre factores geológicos, hidrológicos y geomorfológicos, los cuales pueden ser alterados por procesos geodinámicos, la cobertura vegetal, el uso del suelo, las actividades humanas, así como por la frecuencia e intensidad de las precipitaciones y la actividad sísmica.

La presencia de deslizamientos es un fenómeno sujeto a muchos grados de incertidumbre ya que éstos incluyen diferentes tipos de movimientos, velocidades, modos de falla, materiales, restricciones geológicas, etc.

Con base en la información recabada en la página oficial del CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) la superficie del SA se encuentra dentro de un área susceptible a deslizamiento de laderas con riesgo de **bajo a medio** Figura IV-11.

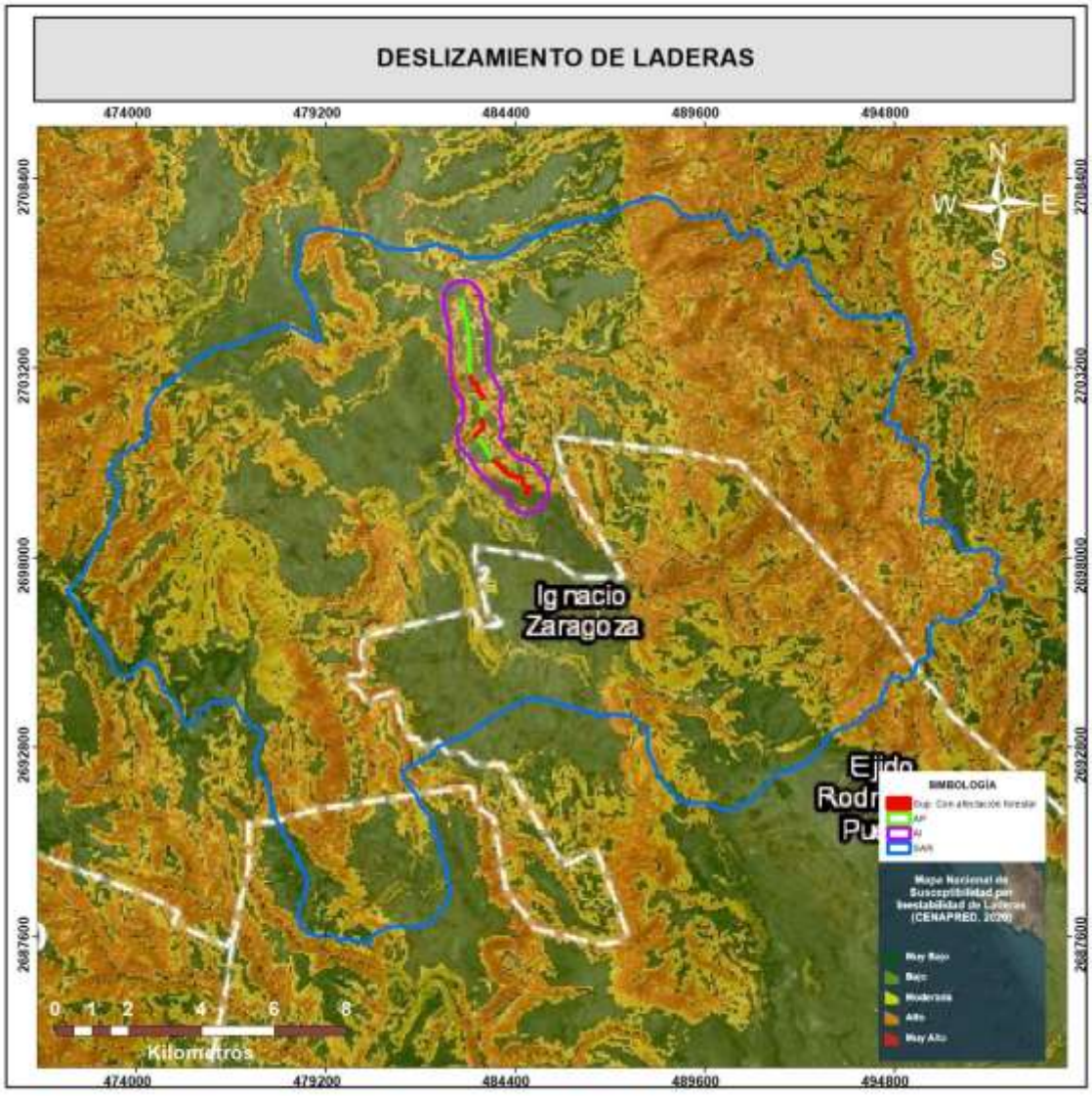

Figura IV-11 Regiones potenciales de deslizamiento de laderas

Inundaciones.

Se definen las inundaciones como un fenómeno que se produce cuando a causa de la precipitación, oleaje, la marea de tormenta o la falla de una estructura hidráulica, se incrementa el nivel de la superficie libre del agua en ríos o en el mar, provocando invasión o penetración del

agua en áreas que normalmente permanecen secas. Estos eventos suelen ocasionar afectaciones a la población, la agricultura, la ganadería e infraestructura[1].

Se consultó la página de oficial de CENAPRED, donde se identificó que el riesgo por inundaciones no está registrado, pero se encuentra cerca del nivel de riesgo Medio, en la siguiente figura se puede apreciar la ubicación.

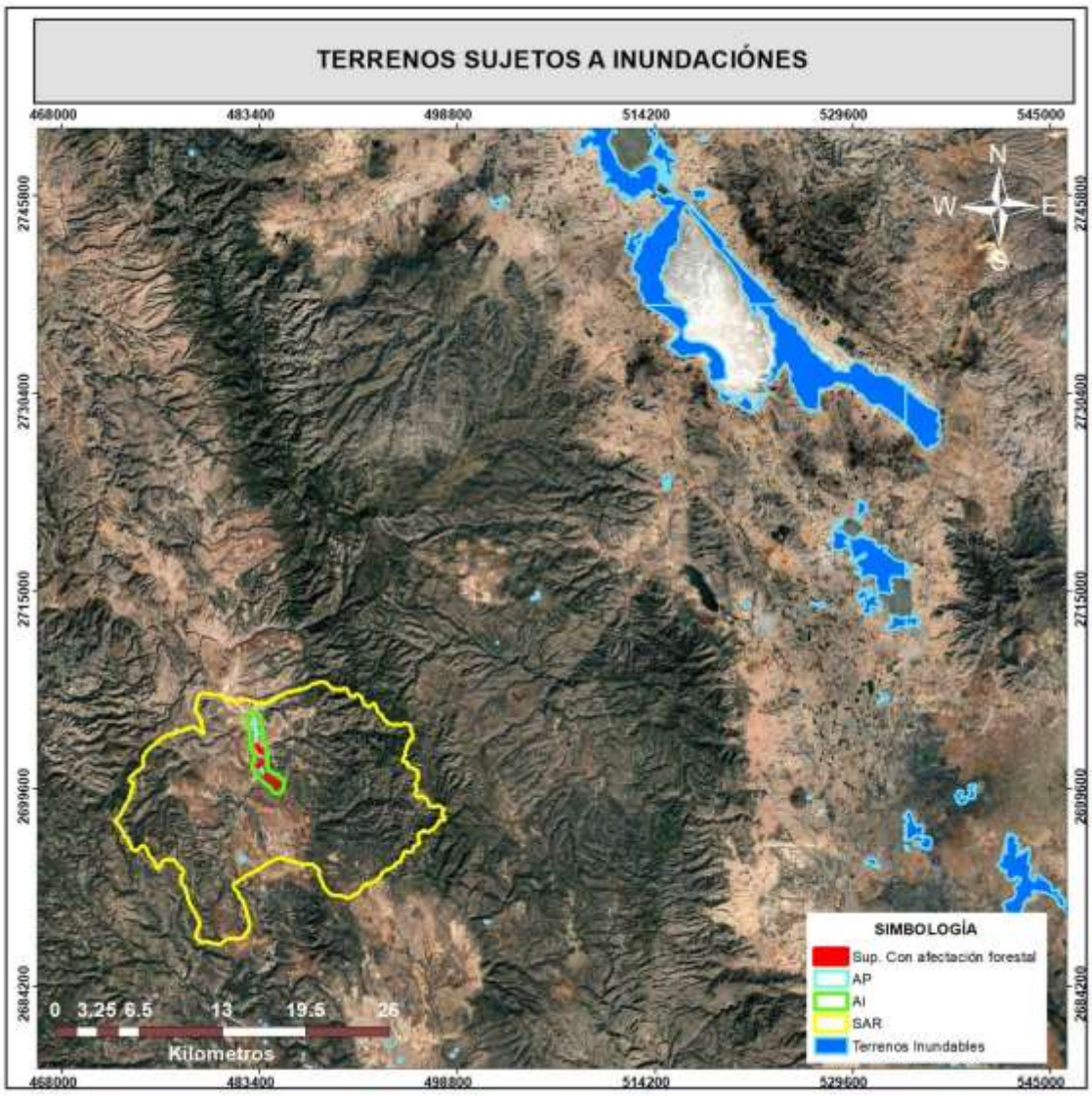

Figura IV-12 Riesgo por inundación

[1] http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF

IV.3.1.3 Suelos

El suelo es la capa superficial de la corteza terrestre que se forma por el intemperismo de las rocas a lo largo del tiempo.

La siguiente información se presenta con base a la consulta de la Carta de Edafología Esc. 1:250,000 editada por INEGI. Además, para los datos de calificadores y especificadores se recurrió a la Base de Referencia Mundial del Recurso Suelo, editado por la FAO/UNESCO (2006).

Considerando la condiciones climatológicas y geográficas de la región en la que se ubica el SA, el desarrollo de los suelos es muy limitado, mismos que pueden ser clasificados como primarios, secundarios y terciarios:

- **Suelo Primario**: Suelo que ocupa la mayor extensión dentro de la unidad edafológica, que está integrado por una asociación de Suelos. Se estima que ocupa el 60% o más en extensión,
- **Suelo Secundario**: Grupo de suelo, que se estima, ocupa al menos un 20% de extensión de la unidad edafológica.
- **Suelo Terciario**: Grupo de suelo que se estima, ocupa un 20% como máximo de extensión de la unidad edafológica, se indica al final de la clave de la unidad edafológica.

Las asociaciones de suelos, presentes dentro del SA en la que se encuentra el proyecto para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, se muestran en el Cuadro IV- 16 y 15.

Cuadro IV- 15. Tipos de suelo en el SA

Clave WRB	Suelo primario			Suelo secundario		
FLsk-eu+PHsk-cr/2P	FLUVISOL	Esquelético	Éutrico	PHAEOZEM	Esquelético	Crómico
LPsk-eu/2P	LEPTOSOL	Esquelético	Éutrico	N/A	N/A	N/A
LVlen-oh+PHlv-sk/2P	LUVISOL	Endoléptico	Ócrico	PHAEOZEM	Lúvico	Esquelético
LVlen-skp+PHlv-skp/2	LUVISOL	Endoléptico	Epiesquelético	PHAEOZEM	Lúvico	Epiesquelético
LVlen-so+PHlen-skp/2	LUVISOL	Endoléptico	Sódico	PHAEOZEM	Endoléptico	Epiesquelético
LVlep-sk+RGlep-sk/2P	LUVISOL	Endoléptico	Esquelético	REGOSOL	Léptico	Esquelético
LVvr-sk+DUptp-lv/3G	LUVISOL	Vértico	Esquelético	DURISOL	Epipétrico	Lúvico
LVvr-sk+PHlen-skp/3G	LUVISOL	Vértico	Esquelético	PHAEOZEM	Endoléptico	Epiesquelético
PHlen-skp+RGlen-skp/2G	PHAEOZEM	Endoléptico	Epiesquelético	REGOSOL	Endoléptico	Epiesquelético

Clave WRB	Suelo primario			Suelo secundario		
PHlep-sk+LPsk-mo/2P	PHAEOZEM	Léptico	Esquelético	LEPTOSOL	Esquelético	Mólico
PLlen-sk+DUha-lv/2G	PLANASOL	Endoléptico	Esquelético	DURISOL	Háplico	Lúvico
RGlep-eu+PHsk-lo/2P	REGOSOL	Léptico	Éutrico	PHAEOZEM	Esquelético	Loámico
UMlep-sk+LPsk-um/2P	UMBRISOL	Léptico	Esquelético	LEPTOSOL	Esquelético	Úmbrico
UMlep-sk+LVlep-um/2P	UMBRISOL	Léptico	Esquelético	LUVISOL	Léptico	Úmbrico
UMlep-sk+LVsk-dy/2P	UMBRISOL	Léptico	Esquelético	LUVISOL	Esquelético	Dístrico
VRsk-mz+LVlen-vr/3P	VERTISOL	Esquelético	Mázico	LUVISOL	Endoléptico	Vértico
PLlen-sk+DUha-lv/2G	PLANASOL	Endoléptico	Esquelético	DURISOL	Háplico	Lúvico

Cuadro IV- 16 Tipos de suelo en el SA (Segunda parte)

Clave WRB	Suelo terciario			Clase Tex.	Frudica	Sup. (Ha)
FLsk-eu+PHsk-cr/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	655.91
LPsk-eu/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	0.33
LVlen-oh+PHlv-sk/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	727.22
LVlen-skp+PHlv-skp/2	N/A	N/A	N/A	Mediana	N/A	236.36
LVlen-so+PHlen-skp/2	N/A	N/A	N/A	Mediana	N/A	4430.90
LVlep-sk+RGlep-sk/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	2054.24
LVvr-sk+DUptp-lv/3G	N/A	N/A	N/A	Fina	Gravosa	1356.49
LVvr-sk+PHlen-skp/3G	N/A	N/A	N/A	Fina	Gravosa	566.49
PHlen-skp+RGlen-skp/2G	N/A	N/A	N/A	Mediana	Gravosa	1246.70
PHlep-sk+LPsk-mo/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	2551.34
PLlen-sk+DUha-lv/2G	N/A	N/A	N/A	Mediana	Gravosa	296.46
RGlep-eu+PHsk-lo/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	4952.12
UMlep-sk+LPsk-um/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	6373.34
UMlep-sk+LVlep-um/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	154.47
UMlep-sk+LVsk-dy/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	1116.13
VRsk-mz+LVlen-vr/3P	N/A	N/A	N/A	Fina	Pedregosa	3278.26
PLlen-sk+DUha-lv/2G	N/A	N/A	N/A	Mediana	Gravosa	416.03

De acuerdo con los datos del INEGI (2003) y de la Carta Edafológica Serie III, los suelos que se encuentran en la superficie del SA son: (1) Fluvisol, (2) Leptosol, (3) Phaeozem, (4) Planasol, (5) Regosol, (6) Umbrisol y (7) Regosol.

Por su parte, en el área de influencia del proyecto se encuentran solamente los suelos que se muestran a continuación en el **Cuadro IV-17** y **Cuadro IV-18**:

Cuadro IV-17 Tipos de suelo en el AI

CLAVE_WRB	Suelo Primario			Suelo Secundario		
FLsk-eu+PHsk-cr/2P	FLUVISOL	Esquelético	Éutrico	PHAEOZEM	Esquelético	Crómico
LVlen-so+PHlen-skp/2	LUVISOL	Endoléptico	Sódico	PHAEOZEM	Endoléptico	Epiesquelético
LVvr-sk+DUptp-lv/3G	LUVISOL	Vértico	Esquelético	DURISOL	Epipétrico	Lúvico
PHlen-skp+RGlen-skp/2G	PHAEOZEM	Endoléptico	Epiesquelético	REGOSOL	Endoléptico	Epiesquelético
PLlen-sk+DUha-lv/2G	PLANASOL	Endoléptico	Esquelético	DURISOL	Háplico	Lúvico
VRsk-mz+LVlen-vr/3P	VERTISOL	Esquelético	Mázico	LUVISOL	Endoléptico	Vértico

Cuadro IV-18 Tipos de suelo en el AI (segunda parte).

Clave WRB	Suelo terciario			Clase Tex.	Frudica	Sup. (Ha)
FLsk-eu+PHsk-cr/2P	N/A	N/A	N/A	Mediana	Pedregosa	270.82
LVlen-so+PHlen-skp/2	N/A	N/A	N/A	Mediana	N/A	119.32
LVvr-sk+DUptp-lv/3G	N/A	N/A	N/A	Fina	Gravosa	6.24
PHlen-skp+RGlen-skp/2G	N/A	N/A	N/A	Mediana	Gravosa	87.84
PLlen-sk+DUha-lv/2G	N/A	N/A	N/A	Mediana	Gravosa	3.29
VRsk-mz+LVlen-vr/3P	N/A	N/A	N/A	Fina	Pedregosa	219.17

Las condiciones ecológicas contrastantes en el estado han favorecido un mosaico edáfico variado en el que es posible encontrar una diversidad de unidades de suelos. De acuerdo con la carta Edafológica Serie VII, se enlistan a continuación las características edafológicas del área del proyecto y su sistema ambiental:

Cuadro IV- 19 Descripción de los tipos de suelos presentes en el SA

Suelo	Descripción
Durisol (DU)	Los Durisoles están principalmente asociados con superficies antiguas en ambientes áridos y semiáridos y acomodan suelos muy someros a moderadamente profundos, moderadamente bien a bien drenados que contienen sílice (SiO2) secundaria dentro de 100 cm de la superficie del suelo. Descripción resumida de Durisoles Connotación: Suelos con sílice secundaria endurecida; del latín durus, duro. Material parental: Materiales ricos en sílice, principalmente depósitos aluviales y coluviales de cualquier clase de textura. Ambiente: Planicies aluviales llanas a suavemente inclinadas, terrazas y planicies de piedemonte suavemente inclinadas en regiones áridas, semiáridas y mediterráneas. Desarrollo del perfil: Suelos fuertemente meteorizados con una capa dura de sílice secundaria (horizonte petrodúrico) o nódulos de sílice secundaria (horizonte dúrico); los Durisoles erosionados con horizontes petrodúricos expuestos son comunes en terrenos con pendientes suaves.

Suelo	Descripción
Leptosol (LP)	Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas. Descripción resumida de Leptosoles Connotación: Suelos someros; del griego leptos, fino. Material parental: Varios tipos de roca continua o de materiales no consolidados con menos de 20 porciento (en volumen) de tierra fina. Ambiente: Principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada. Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas. Desarrollo del perfil: Los Leptosoles tienen roca continua en o muy cerca de la superficie o son extremadamente gravillosos. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.
Luvisol (LV)	Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficiaL como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial *árgico*. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el *horizonte árgico* y alta saturación con bases a ciertas profundidades. **Descripción resumida de Luvisoles** *Connotación:* Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad; del latín *luere*, lavar. *Material parental*: Una amplia variedad de materiales no consolidados incluyendo till glaciario, y depósitos eólicos, aluviales y coluviales. *Ambiente*: Principalmente tierras llanas o suavemente inclinadas en regiones templadas frescas y cálidas (e.g. Mediterráneas) con estación seca y húmeda marcadas. *Desarrollo del perfil*: Diferenciación pedogenética del contenido de arcilla con un bajo contenido en el suelo superficial y un contenido mayor en el subsuelo sin lixiviación marcada de cationes básicos o meteorización avanzada de arcillas de alta actividad; los Luvisoles muy lixiviados pueden tener un horizonte eluvial *álbico* entre el horizonte superficial y el horizonte subsuperficial *árgico*, pero no tienen las *lenguas albelúvicas* de los Albeluvisoles.
Phaeozem (PH)	Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastañozem pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastañozem, son menos ricos en bases. Descripción resumida de Phaeozems Connotación: Suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra. Material parental: Materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros. Ambiente: Cálido a fresco (e.g. tierras altas tropicales) regiones moderadamente continentales, suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también con períodos en los cuales el suelo se seca; tierras llanas a onduladas; la vegetación natural es pastizal como la estepa de pastos altos y/o bosque.

Suelo	Descripción
	Desarrollo del perfil: Un horizonte mólico (más fino y en muchos suelos menos oscuro que en los Chernozems), principalmente sobre horizonte subsuperficial cámbico o árgico.
Planosol (PL)	Los Planosoles son suelos con un horizonte superficial de color claro que muestra signos de estancamiento de agua periódico y suprayace abruptamente un subsuelo denso, lentamente permeable con significativo incremento de arcilla respecto del horizonte superficial. Descripción resumida de Planosoles Connotación: Suelos con un horizonte superficial de textura gruesa abruptamente sobre un subsuelo denso y de textura más fina, típicamente en tierras planas estacionalmente anegadas; del latín planus, plano.
Fluvisol (FL)	Los Fluvisoles acomodan suelos azonales genéticamente jóvenes, en depósitos aluviales. El nombre *Fluvisoles* puede ser confuso en el sentido de que estos suelos no están confinados sólo a los sedimentos de *ríos* (latín *fluvius*, río); también pueden ocurrir en depósitos lacustres y marinos. Descripción resumida de Fluvisoles *Connotación:* Suelos desarrollados en depósitos aluviales; del latín *fluvius*, río. *Material parental*: Predominantemente depósitos recientes, fluviales, lacustres y marinos. *Ambiente*: Planicies aluviales, abanicos de ríos, valles y marismas costeras en todos los continentes y en todas las zonas climáticas; muchos Fluvisoles bajo condiciones naturales se inundan periódicamente. *Desarrollo del perfil*: Perfiles con evidencia de estratificación; débil diferenciación de horizontes pero puede haber presente un horizonte superficial diferente. Los rasgos *redoximórficos* son comunes, en particular en la parte inferior del perfil.
Regosol (RG)	En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Descripción resumida de Regosoles Connotación: Suelos débilmente desarrollados en material no consolidado; del griego rhegos, manta. Material parental: material no consolidado de grano fino. Ambiente: Todas las zonas climáticas sin permafrost y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. Desarrollo del perfil: Sin horizontes de diagnóstico. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo, e.g. debido a la aridez.
Umbrisol (UM)	Los Umbrisoles acomodan suelos en los cuales se ha acumulado materia orgánica dentro del suelo superficial mineral (en la mayoría de los casos con baja saturación con bases) hasta el punto en que afecta significativamente el comportamiento y la utilización del suelo Descripción resumida de Umbrisoles Connotación: Suelos con suelo superficial oscuro; del latín umbra, sombra. Material parental: Material meteorizado de rocas silíceas. Ambiente: Climas húmedos; comunes en regiones montañosas con poco o sin déficit de humedad, principalmente en áreas frescas, pero incluyendo montañas tropicales y subtropicales. Desarrollo del perfil: Horizonte superficial úmbrico (raramente: Mólico) pardo oscuro, en muchos casos sobre un horizonte subsuperficial cámbico con baja saturación con bases.

Suelo	Descripción
Vertisol (VR)	Los Vertisoles suelos muy arcillosos, que se mezclan, con alta proporción de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. Connotación: Suelos pesados arcillosos, que se mezclan; del latín vertere, dar vuelta. Material parental: Sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas. Ambiente: Depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación climax es sabana, pastizal natural y/o bosque. Desarrollo del perfil: La expansión y contracción alternada de arcillas expandibles resulta en grietas profundas en la estación seca, y formación de slickensides y agregados estructurales cuneiformes en el suelo subsuperficial. El micro relieve gilgai es peculiar de los Vertisoles aunque no se encuentra comúnmente.

FUENTE. Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, FAO/UNESCO (2006).

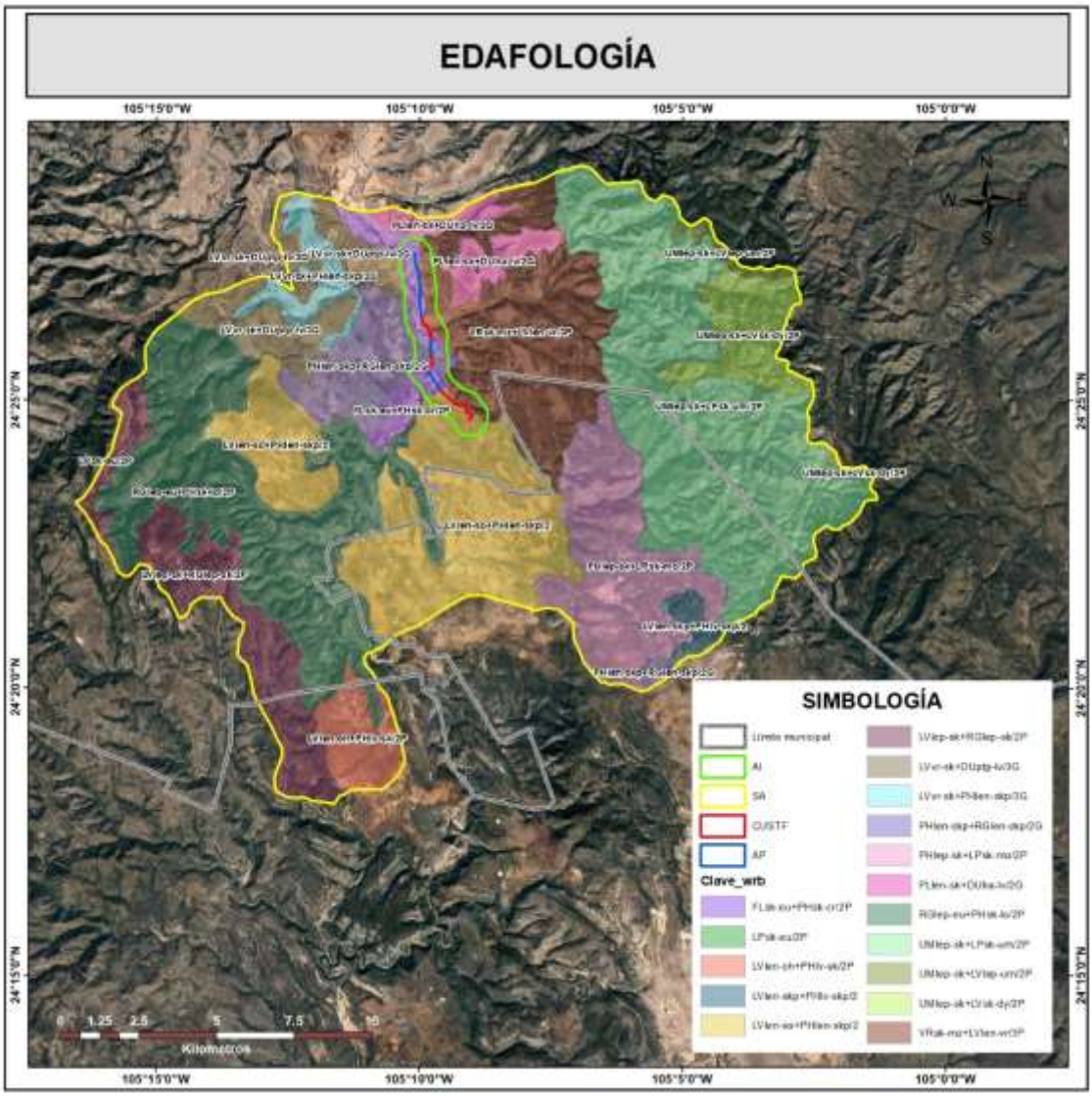

Figura IV-13 Tipos de suelos presentes en el SA

Calificadores de grupos de suelos:

Para complementar la descripción de los suelos presentes en la DEL SA, a continuación, se describen los calificadores de los suelos primarios, secundarios y terciarios.

Crómico (cr): que tiene dentro de 150 cm de la superficie del suelo una capa subsuperficial, de 30 cm o más de espesor, que tiene un hue Munsell más rojo que 7.5 YR o que tiene ambos, un hue de 7.5 YR y un croma, húmedo, de más de 4.

Endoléptico (nl): que tiene *roca continua* que comienza entre 50 y 100 cm de la superficie del suelo.

Epiesquelético (skp): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 50 cm de la superficie del suelo.

Epipétrico (ptp): que tiene una capa fuertemente cementada o endurecida que comienza dentro de 50 cm de la superficie del suelo.

Esqueletico (sk): que tiene 40 por ciento o más (en volumen) de gravas u otros fragmentos gruesos promediado en una profundidad de 100 cm de la superficie del suelo o hasta roca continua o una capa cementada o endurecida, lo que esté a menor profundidad.

Éutrico (eu): que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y roca continua o una capa cementada o endurecida, o en una capa de 5 cm o más de espesor, directamente encima de roca continua si la roca continua comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

Háplico (ha): que tiene una expresión típica de ciertos rasgos (típica en el sentido de que no hay una caracterización adicional o significativa) y sólo se usa si no aplica ninguno de los calificadores previos.

Dístrico (dy): que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) menor de 50 por ciento en la mayor parte entre 20 y 100 cm de la superficie del suelo o entre 20 cm y *roca continua* o una capa cementada o endurecida, o, en *Leptosoles*, en una capa, de 5 cm o más de espesor, directamente encima de *roca continua,* si la *roca continua* comienza dentro de 25 cm de la superficie del suelo.

Léptico (le): que tiene *roca continua* que comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

Loamic (lo): (del inglés loam, franco): que tiene una clase textural franca, franco-arenoso, franco arcillo-arenosa, franco-arcillosa o franco arcillo-limosa

»» en una capa, de ≥ 30 cm de espesor, dentro de ≤ 100 cm de la superficie del suelo mineral, o

»» en la mayor parte entre la superficie del suelo mineral y roca continua, material duro técnico o una capa cementada o endurecida que comienza a < 60 cm de la superficie del suelo mineral (2; no se puede usar un subcalificador si roca continua o material duro técnico comienzan a < 60 cm de la superficie del suelo mineral).

Lúvico (lv): que tiene an *horizonte árgico* que tiene una CIC (por NH4OAc 1 *M*) de 24 $cmol_c$ kg^{-1} arcilla o más en todo su espesor o hasta una profundidad de 50 cm debajo de su límite superior, lo que esté a menor profundidad, ya sea comienza dentro de 100 cm de la superficie del suelo o dentro de 200 cm de la superficie del suelo si el *horizonte árgico* tiene por encima textura de arenoso franco o más gruesa en todo su espesor, y que tiene una saturación con bases (por NH4OAc 1 M) de 50 por ciento o más en la mayor parte entre 50 and 100 cm de la superficie del suelo.

Mázico (mz): masivo y duro o muy duro en los primeros 20 cm del suelo (*sólo en Vertisoles*).

Mólico (mo): El horizonte mólico (del latín ***mollis***, blando) es un horizonte superficial grueso, bien estructurado, oscuro, con alta saturación con bases y moderado a alto contenido de materia orgánica.

Úmbrico (um): El horizonte úmbrico (del L. umbra, sombra) es un horizonte superficial grueso, oscuro, desaturado de bases y rico en materia orgánica.

Sódico (so): que tiene 15 por ciento o más Na más Mg intercambiables en el complejo de intercambio dentro de 50 cm de la superficie del suelo en todo el espesor.

Ócrico (oh): El horizonte ócrico (del Gr. ochros, pálido) es un horizonte superficial que no tiene estratificación fina y que o bien es de color claro, o delgado, o tiene un bajo contenido de carbono orgánico, o es masivo y (muy) duro en seco.

Vértico (vr): que tiene un horizonte *vértico* o propiedades *vérticas* que comienzan dentro de 100 cm de la superficie del suelo.

TEXTURA.

La textura está en función, del tamaño general de las partículas que forman el suelo. Puede ser de **textura gruesa (1)** (con más de 65% de arena), **textura media (2)** (equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo), o **textura fina (3)** (con más de 35% de arcilla).

Por lo tanto, el 82.9% de la superficie del SA presenta una textura media y el 17.1% es de textura fina.

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

Fase física del suelo.

Sin presencia de fase física por ser suelos sedimentarios.

Grado de susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica en el SA.

En la degradación de los suelos se reconocen dos procesos, el que implica el desplazamiento del suelo es conocido como **erosión** y el que se refleja en un detrimento de su calidad. En el caso de la erosión, se reconocen dos tipos, la que provoca el agua (**erosión hídrica**) y la originada por el viento (**erosión eólica**), mientras que en el caso de la degradación se reconocen la química (en la que se pierden o modifican sus propiedades químicas, como en el caso de la pérdida de fertilidad y la salinización) y la física (asociada principalmente con la pérdida de la capacidad del sustrato para absorber y almacenar agua, como ocurre en el caso de la compactación y el encostramiento).

La erosión hídrica es el proceso por el cual el suelo se desplaza de su sitio original por la acción del agua. Presenta dos modalidades: **1)** aquélla en la que se pierde la capa superficial del suelo cuando el agua fluye de manera más o menos homogénea por el terreno y, **2)** la que, además de producir la pérdida de la capa superficial resulta en el deterioro de otros estratos por la concentración del cauce de agua, lo que al paso del tiempo abre zanjas cada vez más profundas conocidas como cárcavas, en cuyo caso se dice que hay deformación del terreno.

De acuerdo con la fuente de información del Atlas, en el área del SA, **NO** se tiene la presencia de procesos de degradación por erosión eólica, en cuanto a la erosión hídrica se tiene la presencia de esta con pérdida del suelo superficial, con un incremento ligero y moderado y la causa que la provoca es la deforestación y remoción de la vegetación.

- **Estimación de la pérdida de suelo por erosión hídrica.**

La erosión hídrica se define como la remoción laminar o en masa de los materiales del suelo por medio de las corrientes de agua, por acción de éstas se puede deformar el terreno hasta formar cárcavas que es el grado de erosión más alto, difícil y costoso de recuperar. La erosión potencial es la susceptibilidad a la pérdida máxima de suelo que se prevé va a tener lugar en un futuro determinado sitio. El valor de importancia recae sobre lo que pueda ocurrir o va a ocurrir y no de lo que actualmente existe. Para la determinación de este indicador se evalúan factores del medio físico conocidos que ayudan a predecir este fenómeno.

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión potencial hídrica (*Ep*) fue realizada a partir del modelo matemático desarrollado por Wischmeier y Smith (1978) basado en los patrones que establecen la influencia de los factores físicos del lugar incluyendo la protección del suelo que ofrece la cubierta vegetal.

Para la estimación de la perdida de suelo por erosión hídrica para el SA, se realizó con base en la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE, por sus siglas en inglés) (Wischmeier y Smith 1965, 1978), que ha demostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial además se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión (10 t/ha).

A continuación, se describe la USLE y la forma de evaluar sus distintas variables:

$$\boldsymbol{E = R * K * LS * C}$$

Ecuación IV-1 Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo

Donde:

E = Pérdida de suelo promedio anual (ton/ha/año),
R = Factor del potencial erosivo de la lluvia (MJ mm/ha h),
K = Factor de erodabilidad del suelo (ton ha h/MJ mm ha),
LS = Factor topográfico, longitud y grado de la pendiente (adimensional),
C= Factor de la cobertura vegetal (adimensional),

El riesgo de erosión o erosión potencial se define como el efecto combinado de los factores causales de la erosión (lluvia, escurrimiento, suelo y topografía) y aunque existen mapas diversos de erosión potencial en el ámbito nacional, se desconoce la metodología e información utilizada para su elaboración; por lo anterior, se trabajó en el desarrollo de un nuevo mapa con base en la EUPS (Wischmeier y Smith 1965, 1978).

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$Ep = R.K.LS$$

Ecuación IV-2 Ecuación para la estimación del riesgo de erosión potencial

Donde los factores se consideran inmodificables.

La metodología para el cálculo de cada una de estas variables se presenta a continuación, mismas que, integran la descripción de las características de los factores existentes en el SA que serán utilizados para determinar la EUPS.

- **Metodología y obtención de variables**

La metodología para el cálculo de cada una de estas variables se presenta a continuación, mismas que, integran la descripción de las características de los factores existentes en el SAR que serán utilizados para determinar la USLE se describen a continuación:

a) *Factor R*

El **factor R** representa, para un área específica, la energía potencial de la lluvia y su escurrimiento asociado; es el factor de tipo climático que indica el potencial erosivo de las precipitaciones. Normalmente, este factor es determinado con los datos de lluvia, es decir, se obtiene la intensidad máxima de lluvia en treinta minutos consecutivos (I*30*) y se determina la **energía cinética** asociada (*EC*). El producto de ambas es la erosividad de la lluvia.

Para calcular la energía cinética es necesario contar con la intensidad de lluvia, la cual se obtiene a través de registros pluviográficos. Para el caso de México, hay limitadas estaciones

meteorológicas con pluviógrafos, por lo que Cortés-Torres (1991) regionalizó el país en 14 zonas, de acuerdo con patrones similares de precipitación (Figura IV-14).

Para cada una de las regiones, se generaron ecuaciones que permiten estimar el factor R en función de la precipitación anual de cada región, tales ecuaciones están basadas en análisis de regresión (Cuadro IV- 20).

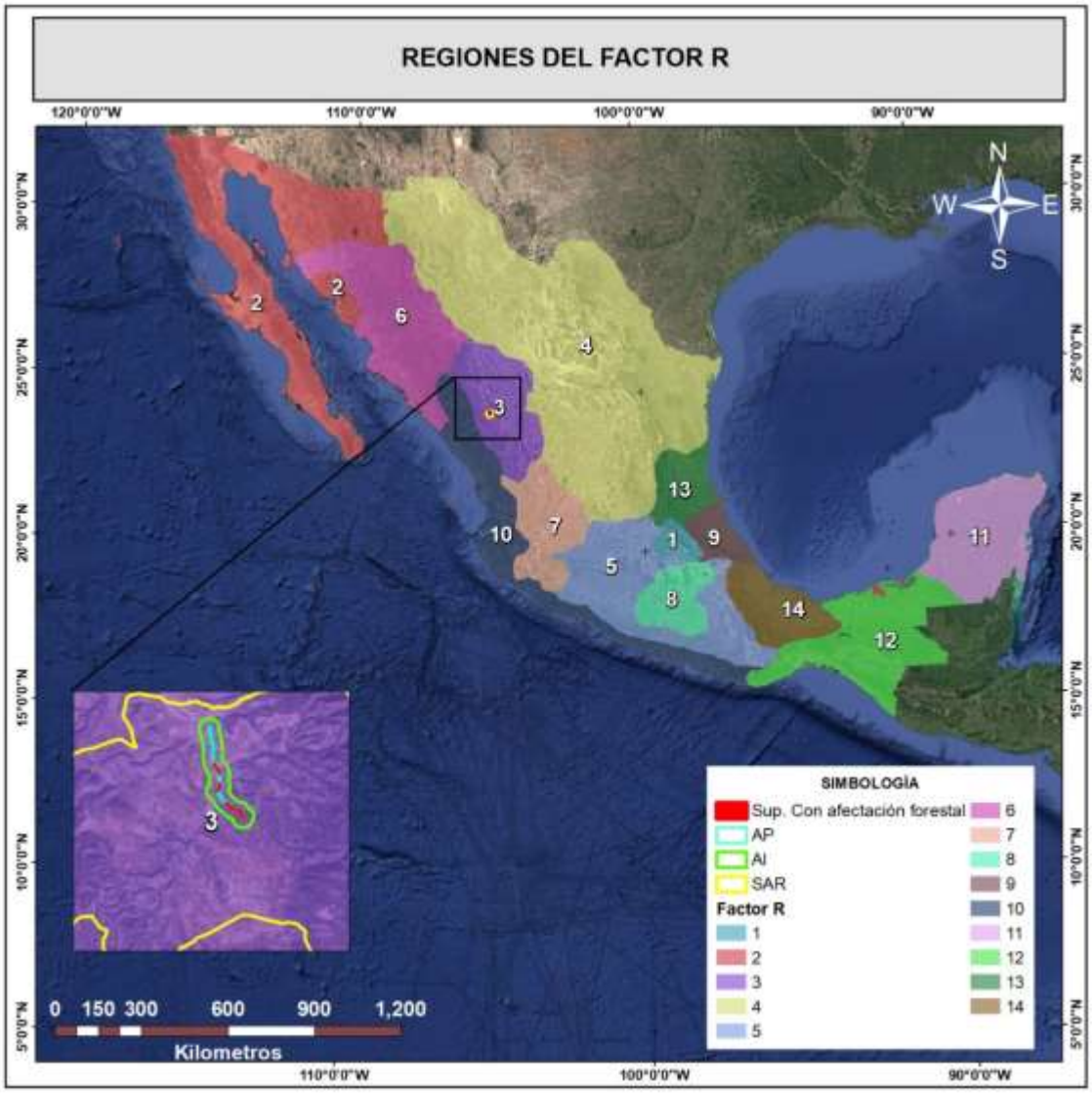

Figura IV-14 Regiones del factor R (Becerra, 1997)

Cuadro IV- 20 Ecuaciones para estimar el factor R

Región	Ecuación	R^2
1	$R = 1.20785P + 0.002276P^2$	**0.92**
2	$R = 3.45552P + 0.006470P^2$	**0.93**
3	$R = 3.67516P - 0.001720P^2$	**0.94**
4	$R = 2.85594P + 0.002983P^2$	**0.92**
5	$R = 3.48801P - 0.000188P^2$	**0.94**
6	$R = 6.68471P + 0.001680P^2$	**0.90**
7	$R = 0.03338P + 0.006661P^2$	**0.98**
8	$R = 1.99671P + 0.003270P^2$	**0.98**
9	$R = 7.04579P - 0.002096P^2$	**0.97**
10	$R = 6.89375P + 0.000442P^2$	**0.95**
11	$R = 3.77448P + 0.004540P^2$	**0.98**
12	$R = 2.46190P + 0.006067P^2$	**0.96**
13	$R = 10.74273P - 0.001008P^2$	**0.97**
14	$R = 1.50046P + 0.002640P^2$	**0.95**

Sin embargo, debido a la carencia de información relativa a la intensidad en periodos de tiempo tan cortos (30 minutos), se optó por la metodología que se describe a continuación:

La contribución más importante relativa a la estimación del factor R consiste en el empleo del arreglo regular de precipitación con datos diarios de 1951 a 2010 registrados por CONAGUA, para la estimación de la PMA. Dicho arreglo ha sido creado mediante la metodología de interpolación IDW (Ponderación de Distancia Inversa, por sus siglas en ingles).

En este contexto, se tomaron los datos de ubicación y precipitación de las estaciones meteorológicas más cercanas al área del proyecto que se mencionaron en el Cuadro IV-3 Ubicación de las estaciones meteorológicas.

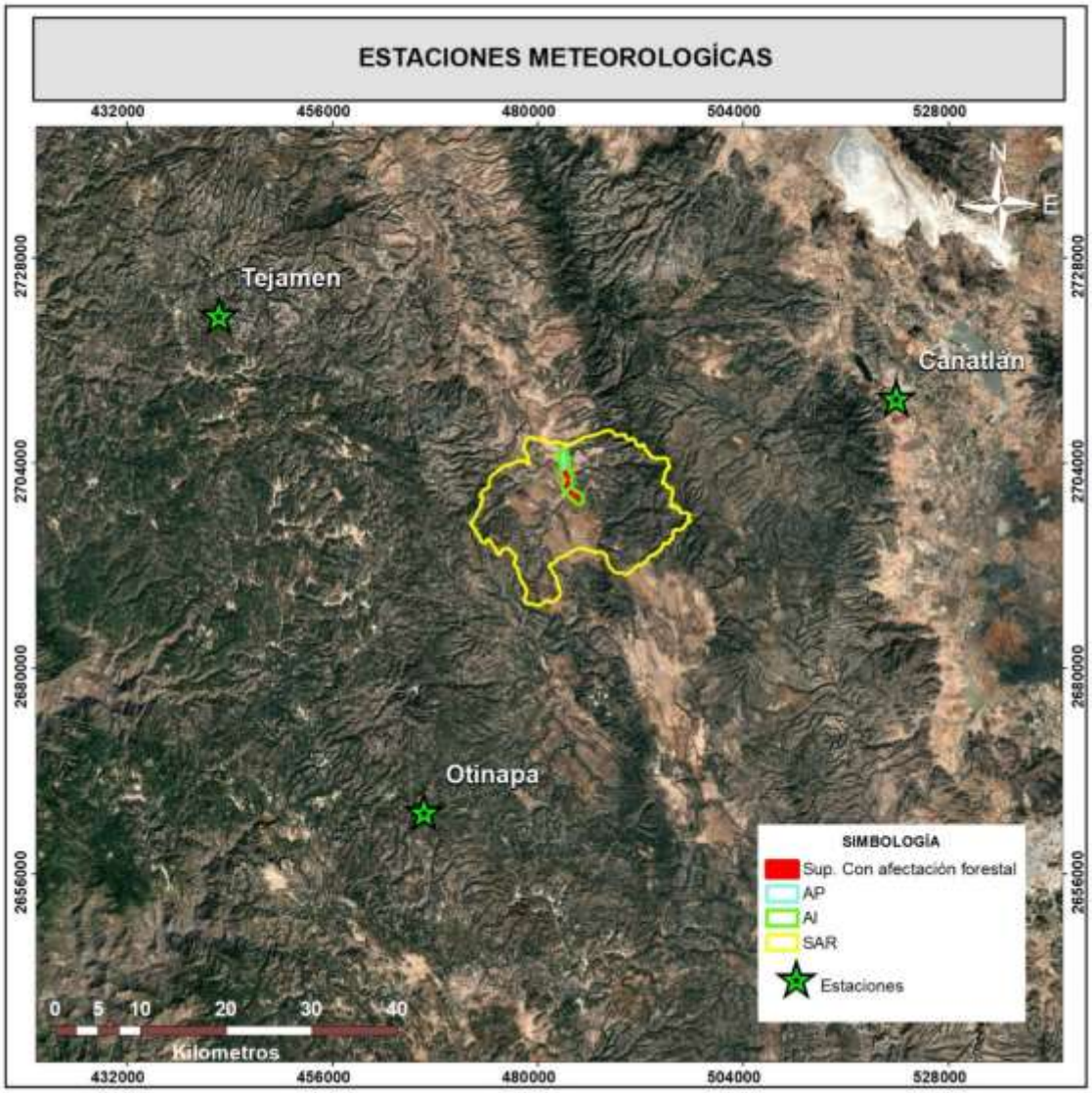

Figura IV-15 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Como resultado de la interpolación IDW aplicada para el área del SA, se obtuvo el Ráster de Precipitación que se presenta en el SA (Figura IV-16) a través del cual es posible observar que los rangos de precipitación que pueden llegar a presentarse van de 567.9 mm a 684.015 mm, valores que son congruentes con la precipitación promedio (645.27 mm) estimada con base en el registro de las estaciones meteorológicas más cercanas al SA.

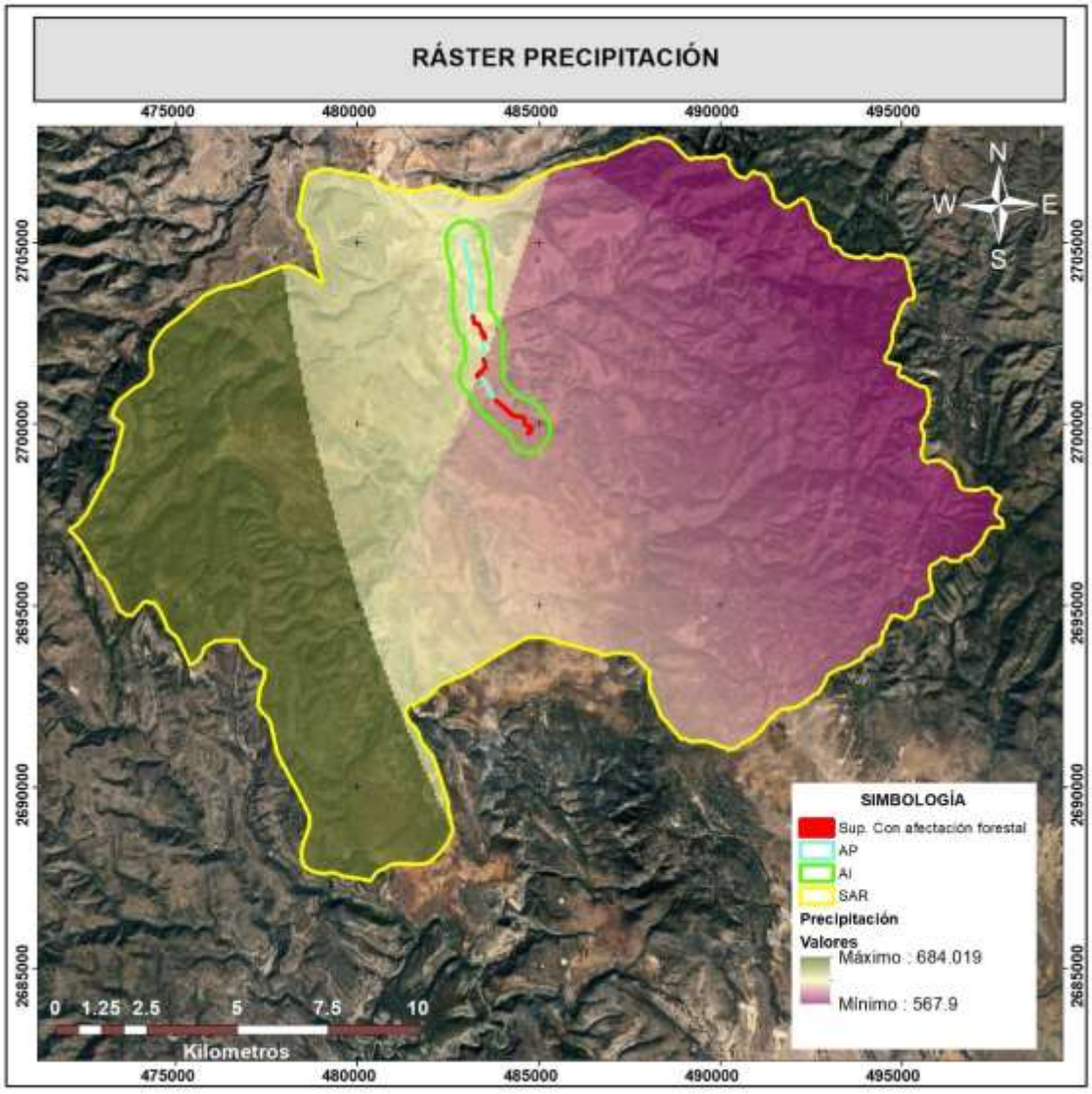

Figura IV-16 Ráster de precipitación promedio anual para el SA

Una vez calculada los rangos de precipitación, con base en la interpolación IDW, se procedió al cálculo del factor R, tomando en cuenta que la ubicación del SA dentro de la región de erosividad número 3, sustituyendo en la ecuación el valor de la precipitación de la región.

La fórmula utilizada para el cálculo del factor R de acuerdo con la ubicación del SA es:

De acuerdo con la regionalización, el SA se ubica en la región 3, por lo que se utilizó la siguiente ecuación para estimar el factor R:

$$\mathbf{R = 3.67516P - 0.001720P^2}$$

Con base en lo antes descrito, el Ráster del factor R resultante de la utilización de la fórmula de la región III con la precipitación fue el siguiente:

De acuerdo con el Ráster presentado en la Figura IV-17 el **Factor R** en el SA muestra valores que van desde 1,532.41 hasta 1,709.12 MJ.mm/ha.h.

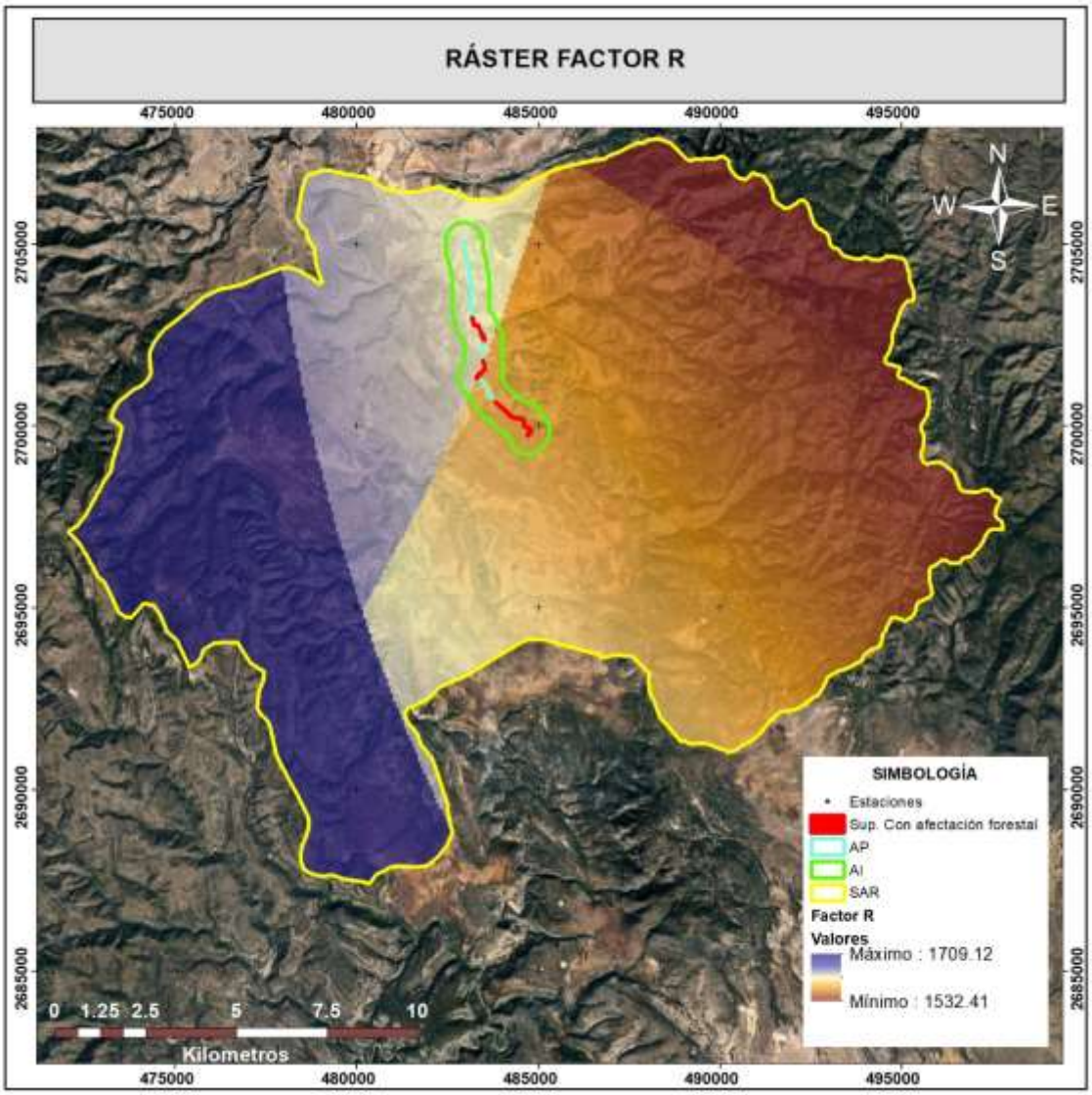

Figura IV-17 Estimación del factor R para el SA

b) *Factor K*

El factor K define la susceptibilidad del suelo a erosionarse; de modo que, a mayor erodabilidad menor resistencia a la acción de los agentes erosivos. Las propiedades del suelo que afectan a la erodabilidad pueden agruparse en dos categorías (Wischmeier y Smith, 1978; Beasley, 1972):

- Las que afectan la capacidad de infiltración y almacenamiento, y
- Las que influyen en la resistencia a la dispersión y al transporte durante la lluvia y el escurrimiento.

De acuerdo con Figueroa-Sandoval y colaboradores (1991), la erodabilidad varía en función de la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, presencia de óxidos de fierro y aluminio, uniones electroquímicas, contenido inicial de humedad y procesos de humedecimiento y secado. Tales propiedades se relacionan entre sí, observando que el contenido de materia orgánica afecta directamente la estabilidad estructural (Loredo, 1986) y ésta a su vez, influye en la porosidad, así como en la retención de humedad y conductividad hidráulica del suelo.

Entre las metodologías aprobadas para valorar el factor K se encuentra la creada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (*Food and Agriculture Organization*, FAO) en 1980. Dicha metodología recomienda que el cálculo del factor K se realice considerando la textura superficial (gruesa, media y fina), y de los tipos de suelos dominantes.

De esta manera se revisaron los valores de erodabilidad obtenidos por la FAO (Cuadro IV-21) para determinar los correspondientes al SA, no obstante, se consideraron las características de los tipos de suelos presente en dicha área, para definir el valor de K:

Los valores asignados a este factor correspondieron a los otorgados por los análisis de suelo y las observaciones en campo, con las características proporcionadas se hizo la consulta del valor en el Cuadro IV-21.

Cuadro IV-21 Textura y porcentaje de materia orgánica

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 - 0.5	0.5 - 2.0	2.0 - 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.01
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.01	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.02	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.03
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.03	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Franco arenosa	0.036	0.032	0.025
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.06	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013	0.035	0.029

*Fuente: Kirkby y Morgan, 1980.

De acuerdo con lo anterior, los valores asignados al factor K corresponden entre 0.018 a 0.025 en la superficie del SA, tal como se muestra en ráster presentado en la Figura IV-18. Cabe señalar que a medida que el valor del factor K aumenta, se incrementa la susceptibilidad del suelo a erosionarse.

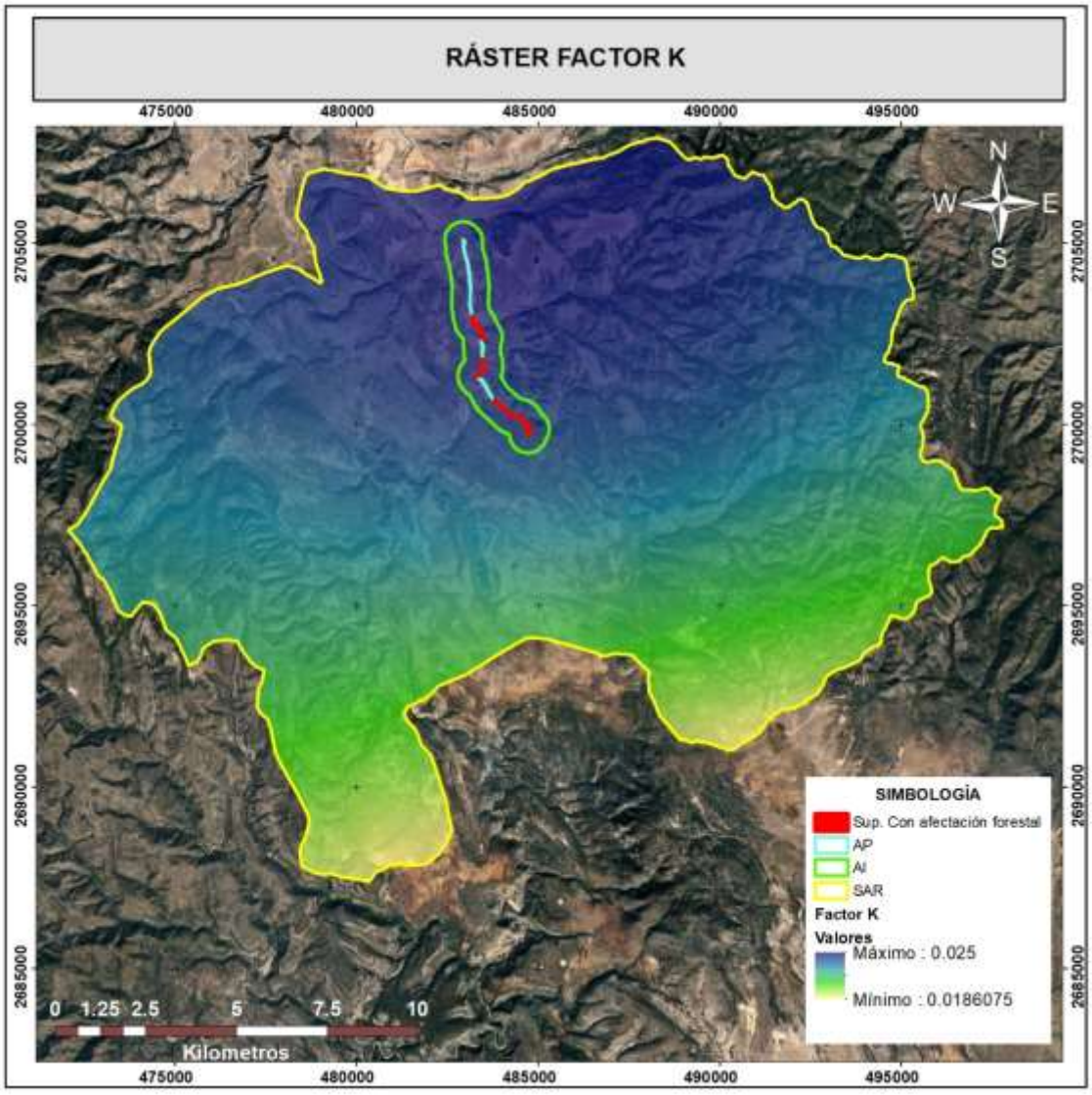

Figura IV-18 Estimación del factor K para el SA

c) *Factor LS*

El efecto de la topografía sobre la erosión está representado por los factores: longitud (L) y grado de pendiente (S). La longitud se define como la distancia desde el punto de origen de un escurrimiento hasta el punto donde decrece la pendiente, al grado de que ocurre una sedimentación o bien hasta el punto donde el escurrimiento, una vez concentrado, encuentra un canal de salida bien definido (Montes-León , Uribe-Alcántara , & García-Celis , 2011). Cabe agregar que la erosión del suelo se incrementa conforme aumenta *L* y *S*.

Por consiguiente, el factor L se calcula de acuerdo con la siguiente formula:

$$L = \left(\frac{\lambda}{22{,}13}\right)^{m}$$

Ecuación IV-3 Ecuación para calcular *L*

Donde:

L = Factor longitud de la pendiente (adimensional).
λ= Longitud de la pendiente (metros).
m= Exponente de la longitud de la pendiente, cuyo valor varía entre 0.2 y 0.5 de acuerdo con el valor en la inclinación de la pendiente <1 y > 5%.

Para el cálculo del exponente de longitud de la pendiente (*m*) es la siguiente:

$$m = \frac{F}{1+F}$$

Ecuación IV-4 Ecuación para calcular el exponente de longitud

Asimismo, para el cálculo del factor F[2], el cual es un factor adimensional.

$$\beta \text{ o } F = \left(\frac{\frac{sen\theta}{0.0896}}{3.0(sen\theta)^{0.8}} + \mathbf{0.56}\right)$$

Ecuación IV-5 Ecuación para calcular el factor *F*

El factor S: El ángulo β se toma como el ángulo medio a todos los subgrids en la dirección de mayor pendiente (McCool et al., 1987,1989, citado por Barrios y Quiñonez, 2000).

$$S_{(i,j)} = \begin{cases} 10.8 \sin \beta_{(i,j)} + 0{,}03 & \tan \beta_{(i,j)} < 0.09 \\ 16.8 \sin \beta_{(i,j)} - 0.5 & \tan \beta_{(i,j)} \geq 0.09 \end{cases}$$

[2] Resulta imprescindible señalar que los factores *F* y *m* se entiende como factores intermedios para el cálculo del factor LS.

Dicho lo anterior, a continuación, se presentan los pasos para el proceso de obtención de los factores antes mencionados:

- CEM (obtenido del INEGI).
- Relleno (Fill).
- Pendiente (Slope).
- Dirección del flujo (Flow Direction).
- Acumulación (Flow accumulation).
- Estaciones meteorológicas, obtener factor R (Se utilizaron datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al SA).
- Obtener el factor C mediante la conversión de shapefile a raster.
- Obtener el factor K mediante la interpolación de puntos de muestra (método IDW).
- Raster Calculator (Calcular el factor F)
- Raster Calculator (Calcular el factor M)
- Raster Calculator (calcular el factor L)
- Raster Calculator (Calcular el factor S)
- Raster Calculator (calcular el factor LS)

d) *Factor F*

Para el cálculo de β o F[3] que es la relación de erosión en surco a erosión en entresurco, Velásquez (2008) señala que, cuando se aplica esta fórmula en el Raster Calculator de ArcGIS se debe tomar en cuenta que el ángulo deberá ser convertido a radianes (1 grado sexagesimal = 0.01745 radianes), para que pueda ser multiplicado por los demás componentes de las ecuaciones.

[3] Se incluye la fórmula utilizada en Raste calculator para la estimación del Factor F o β=: ((Sin("%slope%"*0.01745) / 0.0896) / (3 * Power(Sin("%slope"*0.01745),0.8)+0.56))

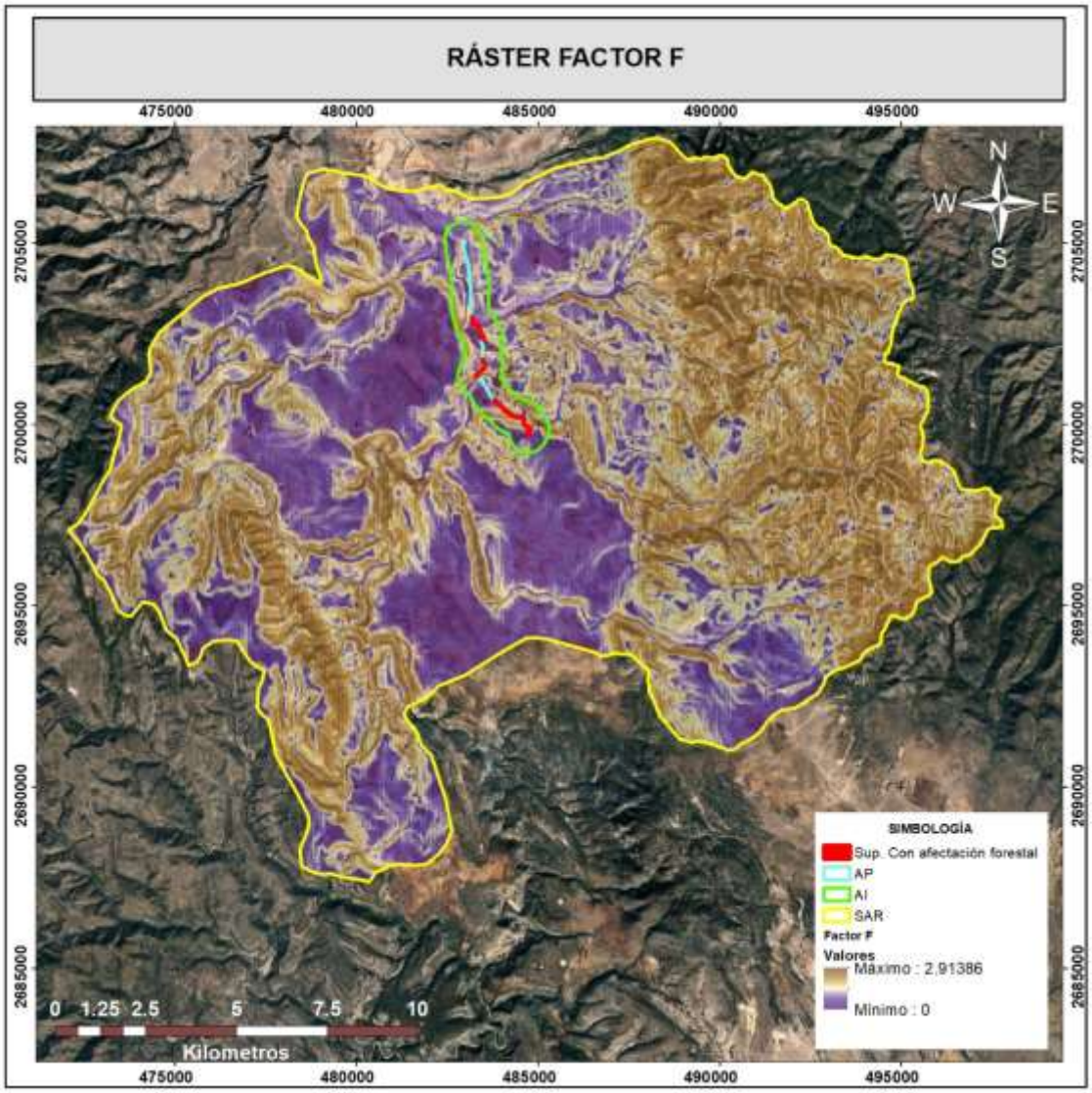

Figura IV-19 Estimación del factor F para el SA

e) *Factor M*

Como se ya se mencionó en secciones anteriores, el factor *m* corresponde al exponente variable según F, a continuación, se presenta el factor m para el SA estimado a través de *Raster Calculator* de ArcGIS[4] (Figura IV - 20).

[4] Se incluye la fórmula que se empleó para el cálculo del factor m a través de Raster Calculator de ArcGis "%factor_F.tif%" / (1+"%factor_F.tif%")

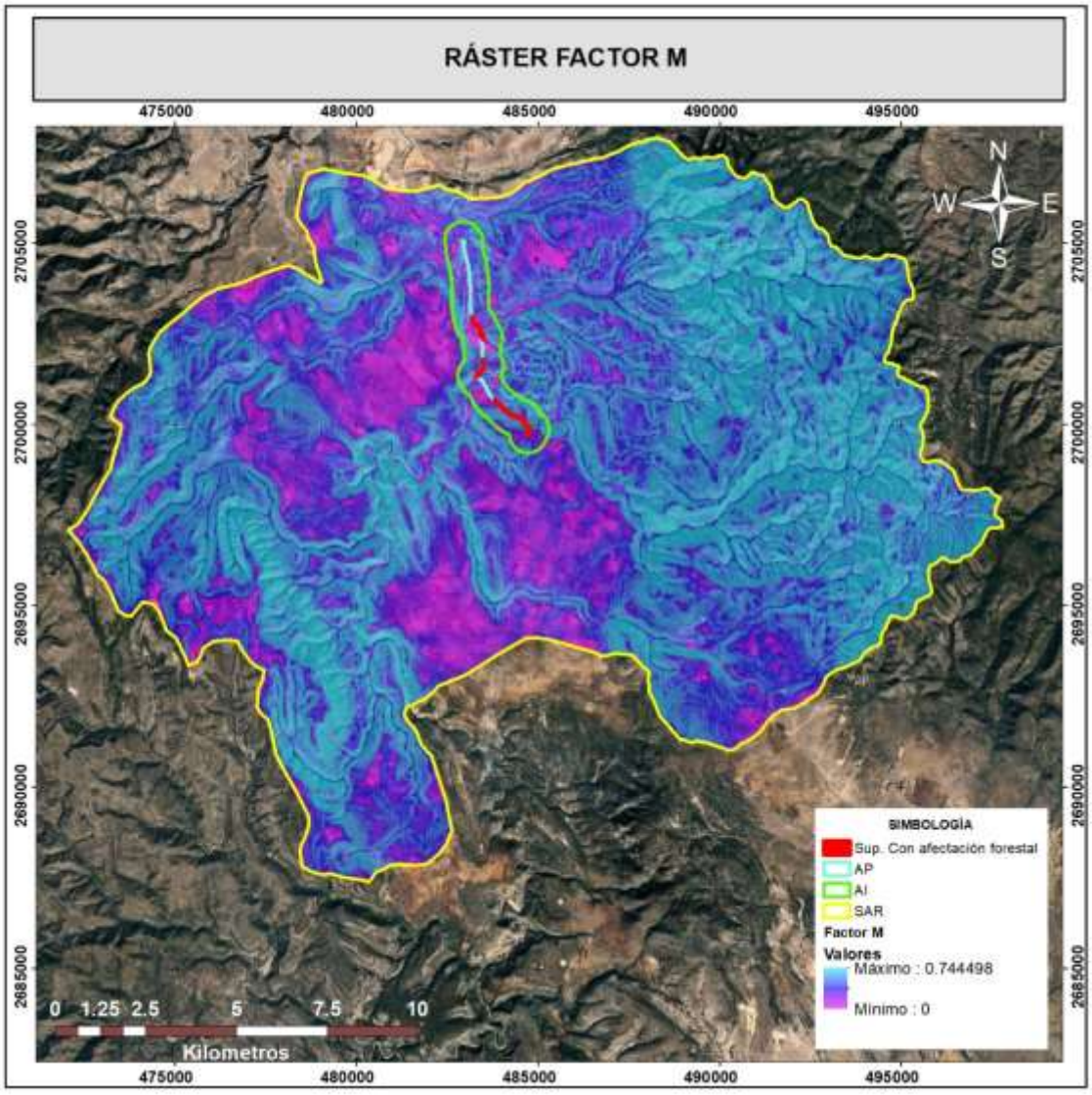

Figura IV - 20 Estimación del factor M para el SA

f) *Factor L*

Una vez cálculos los factores F y M se procedió al cálculo del factor L (longitud de pendiente) a través de *Raster Calculator* de ArcGIS[5].

[5]Se incluye la formula introducida en el Raster Calculator de ArcGIS para la estimación del factor L (Power(("%acumulation%"+225),("%factor_M%"+1)) - Power("%acumulation",("%factor_M%"+1))) / (Power(15,("%factor_M%"+2)) * Power(22.13,"%factor_M%"))

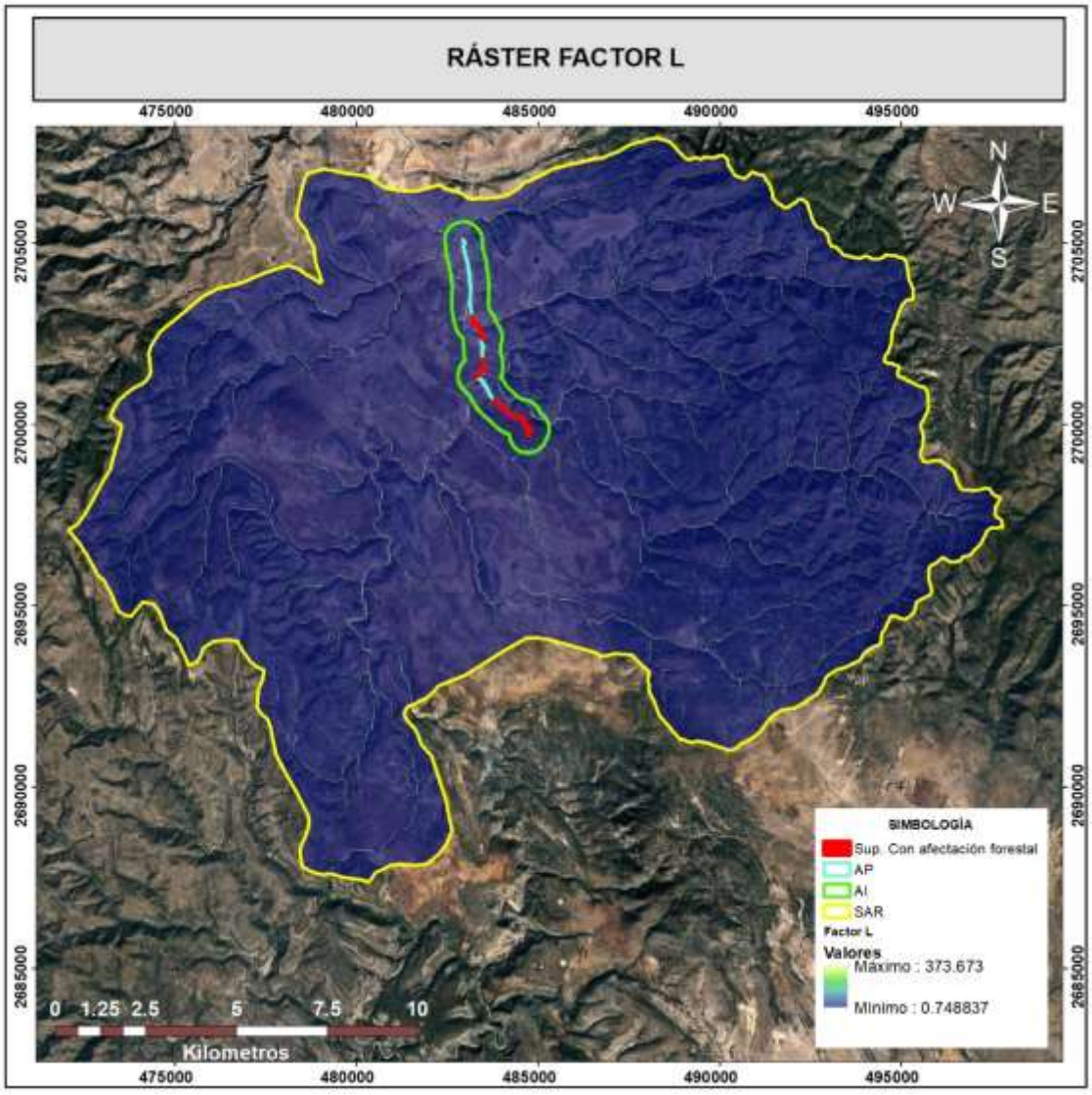

Figura IV - 21 Estimación del factor L para el SA

g) *Factor S*

Al igual que el factor L, el cálculo del factor S (grado de pendiente) se realizó a través de *Raster Calculator* de ArcGIS[6].

[6]Se incluye la formula introducida en el Raster Calculator de ArcGIS para la estimación del factor S
Con((Tan("%slope%"*0.01745) < 0.09),(10.8 * Sin("%slope%" * 0.01745) + 0.03),(16.8 * Sin("%slope%"*0.01745) - 0.5))

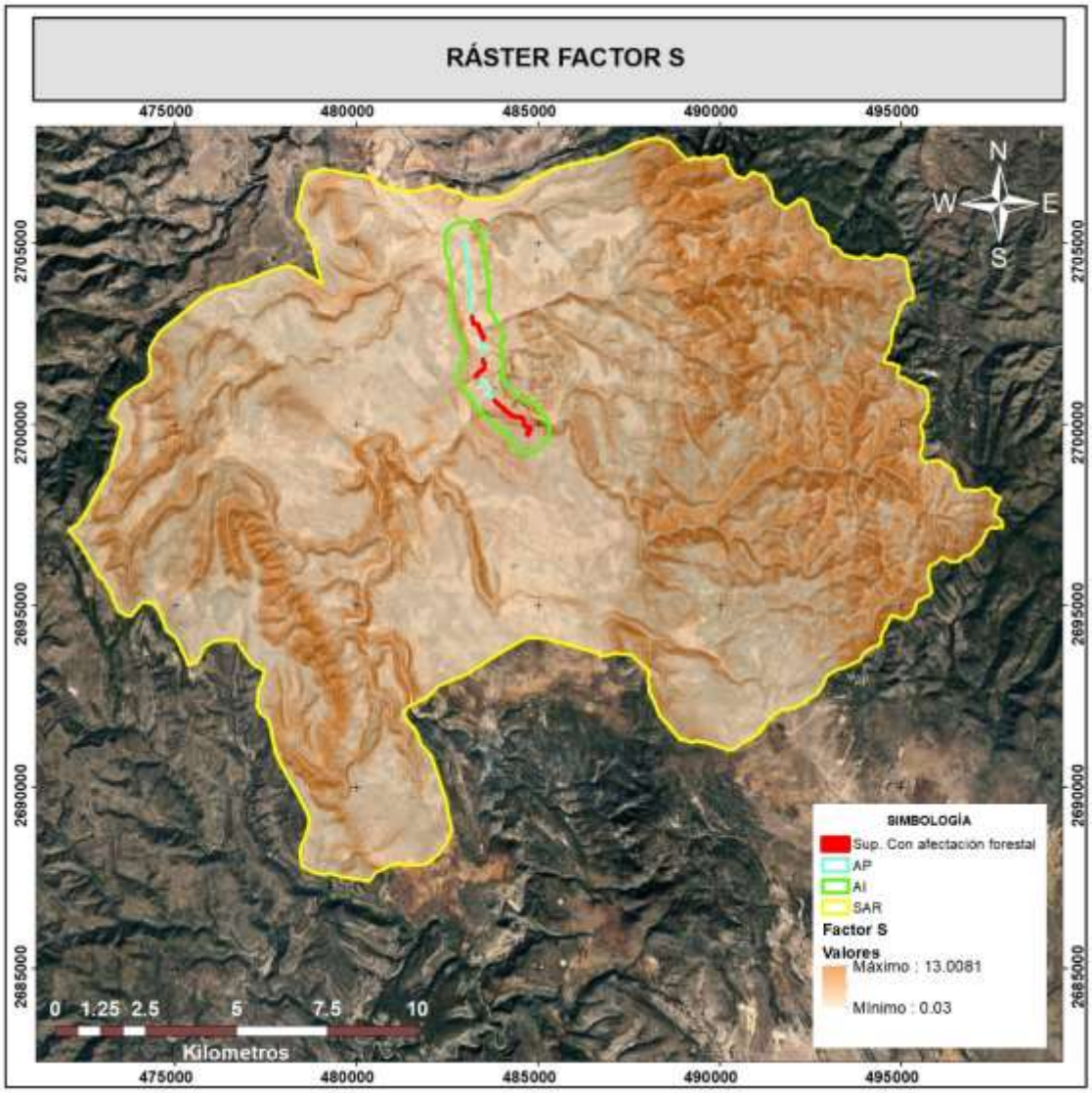

Figura IV - 22 Estimación del factor S para el SA

Factor LS

El cálculo del factor LS[7], se generó de manera automatizada a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) [8] con base en la información topográfica del SA, expresada en función de los valores de elevación del terreno en msnm. El MDE fue procesado a través del software ArcGis 10.8 dando como resultado que, los valores del factor LS oscilaron de entre 0.030 a 2008.87, el

[7] Se presenta el algoritmo empelado para la estimación del factor LS para el área sujeta a CUSTF a través del Raster Calculator de ArcGIS "%factor_L%" * "%factor_S%"

[8] http://www.ersdac.or.jp/GDEM/E/1.html

relieve que se presenta dentro de esta área presenta pendientes suaves a escarpado. En algunas áreas puede observarse zonas con una pendiente moderada en el SA (Figura IV - 23).

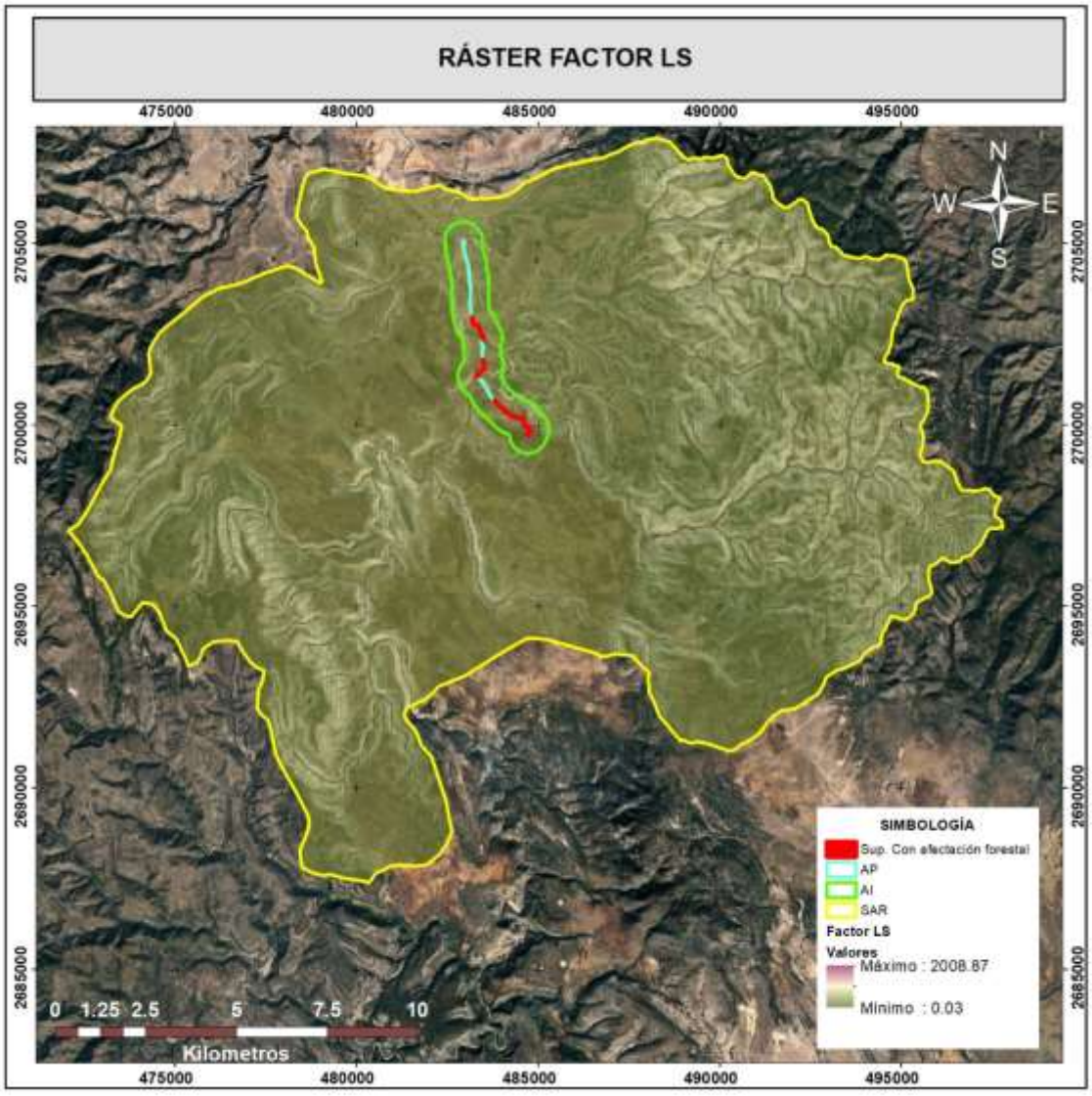

Figura IV - 23 Estimación del factor LS para el SA

- **Erosión Potencial**

De acuerdo con las estimaciones realizadas de los factores R, K, y LS., la erosión potencial en la DEL SA es de **3,107,960.77 Ton*año**. En el Cuadro IV-22 se presenta el porcentaje del nivel de erosión presente en la del SA, donde se observa que el 97.06% presenta una erosión moderada, seguida de 1.48% con una erosión ligera y en menor proporción de erosión alta en 1 1.47% (Cuadro IV-22 y Gráfico IV-3).

Cuadro IV-22 Grados de erosión potencial en el SA

GRADO	Toneladas	%
Nula	-	0.00
Ligera	45,858.7080	1.48
Moderada	3,016,464.9574	97.06
Alta	45,637.1082	1.47
Muy Alta	-	0
Total	3,107,960.7736	100.00

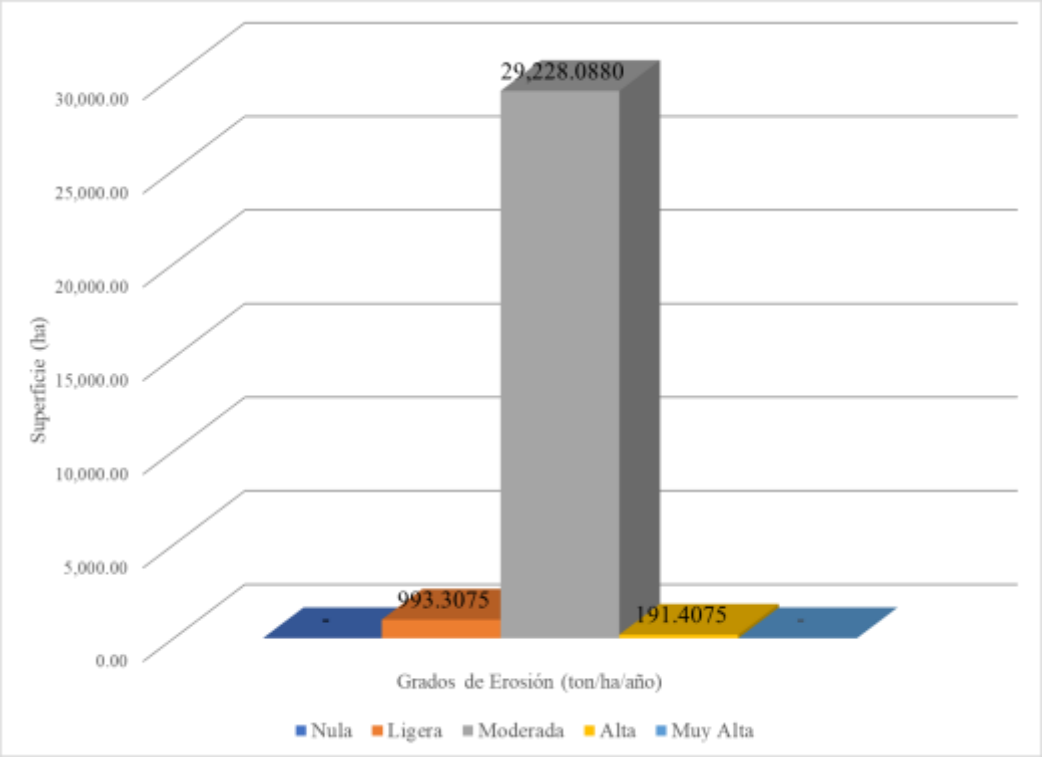

Gráfico IV-3 Erosión potencial en el SA

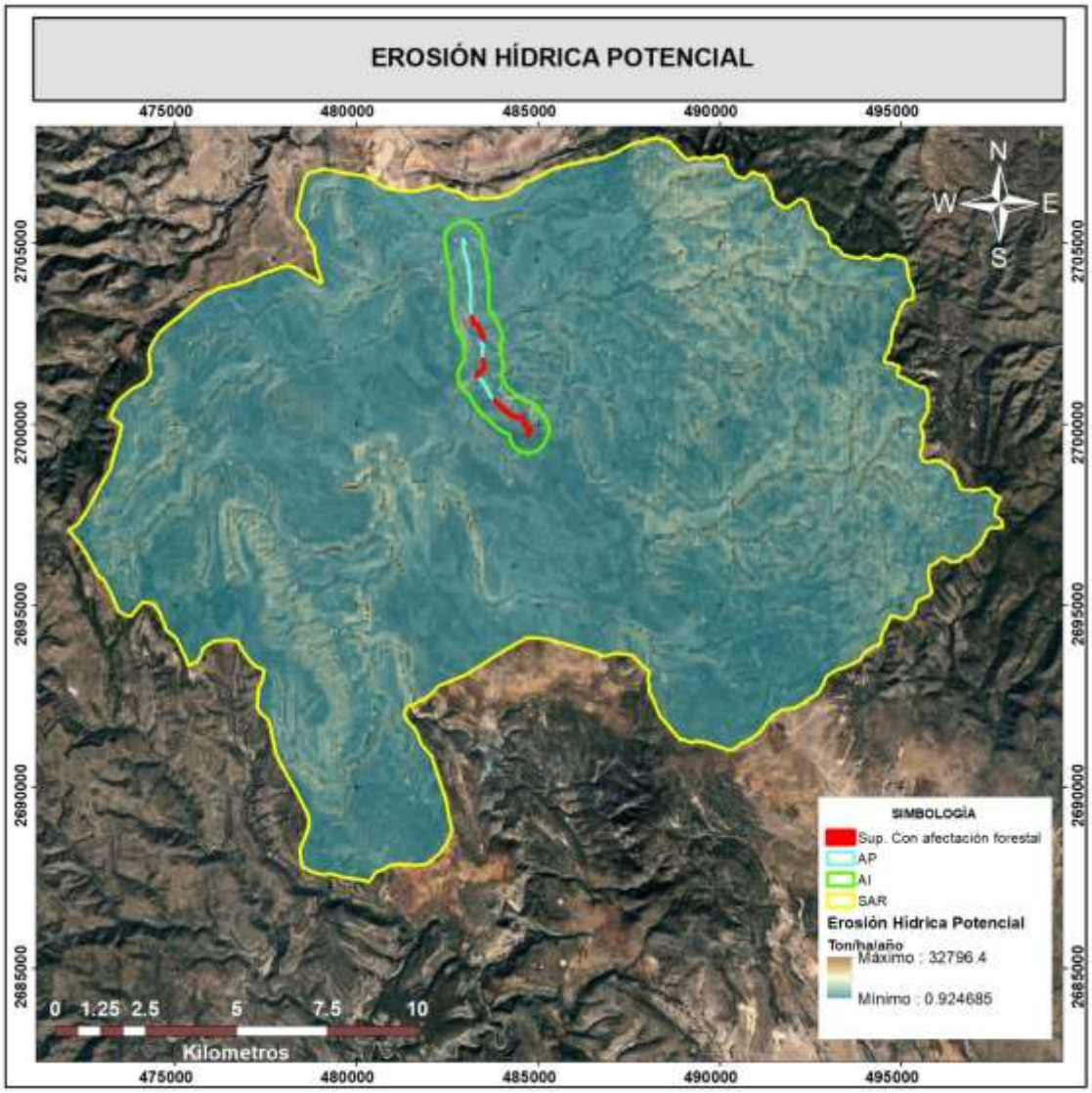

Figura IV - 24 Erosión potencial en el SA

- **Estimación de la erosión actual en el SA**

Para estimar la erosión anual es necesario determinar la protección del suelo que le ofrece la cobertura vegetal para reducir la erosión de tal forma que si a la ecuación de erosión potencial, se estima con la Ecuación IV-2, se le incluye el factor C, entonces se puede estimar la erosión actual utilizando la Ecuación IV-1, que corresponde a la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (EUPS).

- **Factor C**

El factor C que corresponde a cobertura vegetal, es el más importante en el control de la erosión hídrica, debido a que la cobertura brinda benéficos en cuanto a la reducción de la pérdida de suelo, dado que permite la protección contra la acción de los agentes erosivos. La cubierta vegetal comprende la vegetación (natural o cultivada) y los residuos de cosecha. No obstante, el factor C es considerado atenuante y toma valores de 0 a 1, correspondiendo el valor de la unidad al suelo que está desnudo (sin cobertura vegetal y en barbecho).

El factor C mide como el potencial de pérdida de suelo será distribuido en el tiempo durante la construcción de actividades, rotación de cultivos y otros esquemas de manejo. De acuerdo con lo anterior para la estimación de la erosión actual se consideró como valores del factor C entre 0.025 a 0.549 de acuerdo con la Figura IV-25, considerando las condiciones actuales en las que se encuentra la cobertura vegetal presente.

Cuadro IV- 23 Valor del factor C

Cubierta Vegetal	Factor C
Agricultura de riego	0.528
Agricultura temporal	0.528
Bosque de encino	0.044
Bosque de encino – pino perturbado	0.044
Bosque de encino perturbado	0.025
Bosque de pino	0.045
Bosque de pino – encino	0.044
Bosque de pino perturbado	0.025
Bosque de táscate	0.430
Bosque de táscate perturbado	0.430
Bosque mesófilo de montaña	0.110
Bosque mesófilo de montaña perturbado	0.110
Bosque mixto	0.040
Bosque tropical caducifolio	0.315
Bosque tropical caducifolio perturbado	0.110
Chaparral	0.065
Cuerpo de agua	0.000
Matorral crasicaule	0.065

Cubierta Vegetal	Factor C
Matorral crasicaule perturbado	0.025
Matorral espinoso	0.065
Matorral espinoso perturbado	0.025
Matorral inerme	0.065
Matorral inerme perturbado	0.025
Matorral micrófilo	0.065
Matorral micrófilo perturbado	0.025
Matorral rosetófilo	0.065
Matorral rosetófilo perturbado	0.025
Matorral subinerme	0.065
Matorral subinerme perturbado	0.025
Pastizal inducido	0.549
Pastizal natural	0.549
Cauce	0.000
Sin vegetación aparente	1.000
Zona industrial	0.000
Zona urbana	0.000

Fuente: Figueroa *et. al.* (1991), adaptados por SEDESU

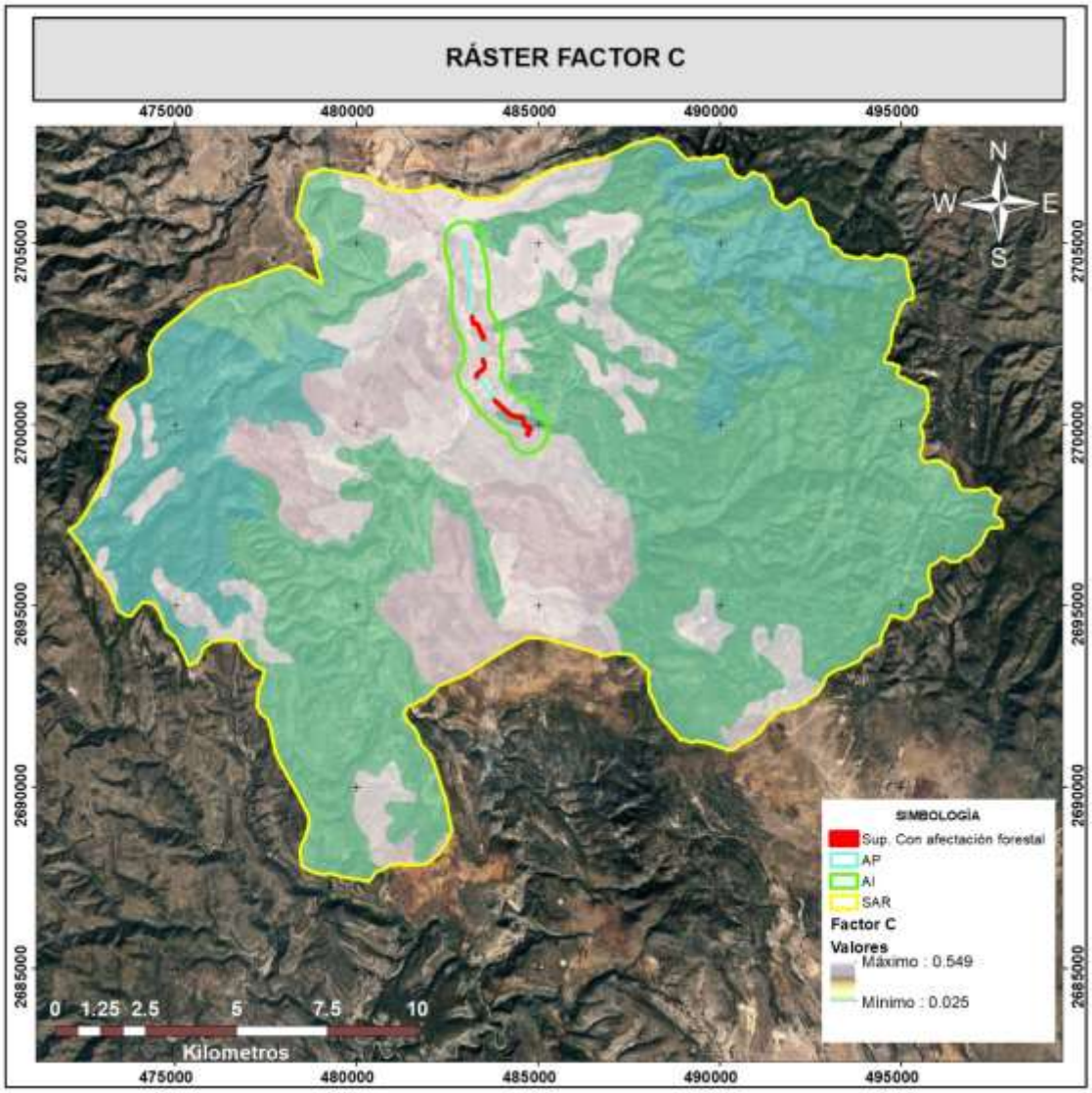

Figura IV-25 Estimación del factor C en el SA

De acuerdo con los resultados contenidos se tiene que la pérdida de suelo actual dentro del SA es de **532,877.12 ton*año,** es decir, en **promedio se pierden 1 ton*ha*año**, valor que permite señalar que la erosión es incipiente (Gráfico IV- 4).

Cuadro IV-24 Grado de erosión actual

Rango	Grado	Superficie (ha)	%
Menor de 5 ton/ha/año	Nula	7,005.78	23.04
de 5 a 10	Ligera	23,041.91	75.76
de 10 a 50	Moderada	348.95	1.15
de 50 a 200	Alta	16.16	0.05
mayor de 200 ton/ha/año	Muy Alta	-	0
Total		30,412.80	100

Pérdida de suelo actual en el SA	**532,877.12 Ton*año**
Pérdida de suelo actual promedio en el SA	**17.52 ton*ha*año**

De acuerdo con los resultados obtenidos de erosión actual, se tiene que en su mayoría la del SA presenta erosión hídrica en un grado “Ligera” (85.42 %), seguido del grado de erosión “Nula” con 9.00 %, “Moderada” con 4.83 % y por último con un 0.75% de erosión Alta, esto representa que el SA se produce una cantidad de erosión de nula a ligera.

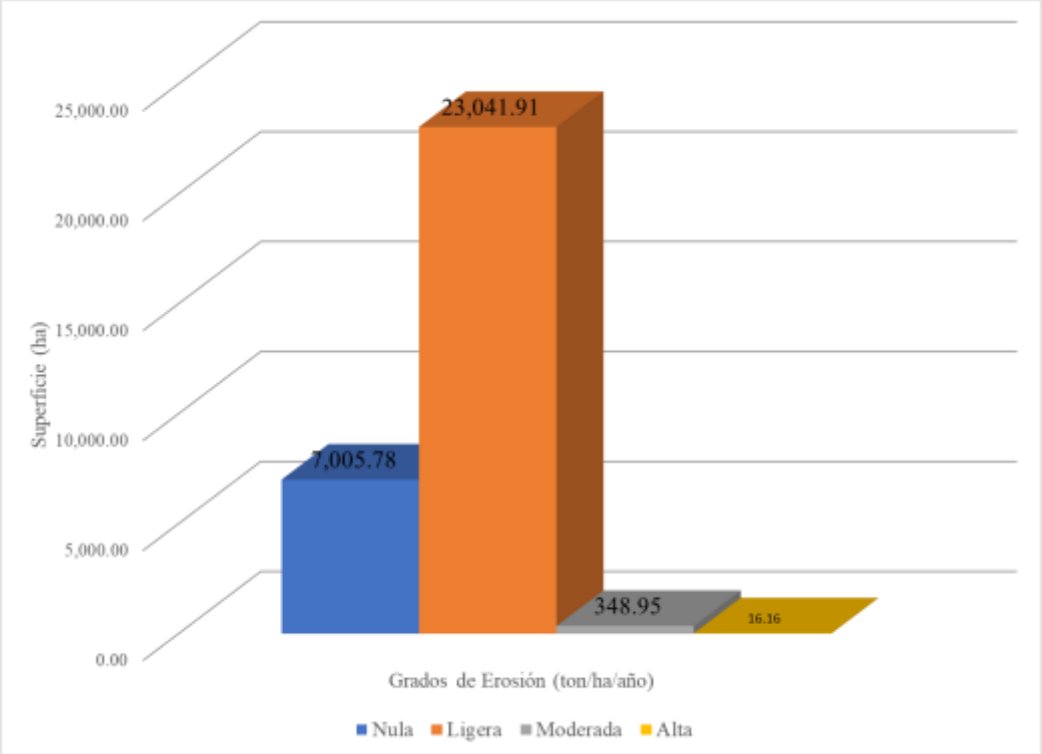

Gráfico IV- 4 Erosión actual en el SA (ton*ha*año)

Erosión Actual.

La erosión actual del SA se muestra en la siguiente imagen, esta erosión es el producto de los factores R, K, LS y C antes presentados:

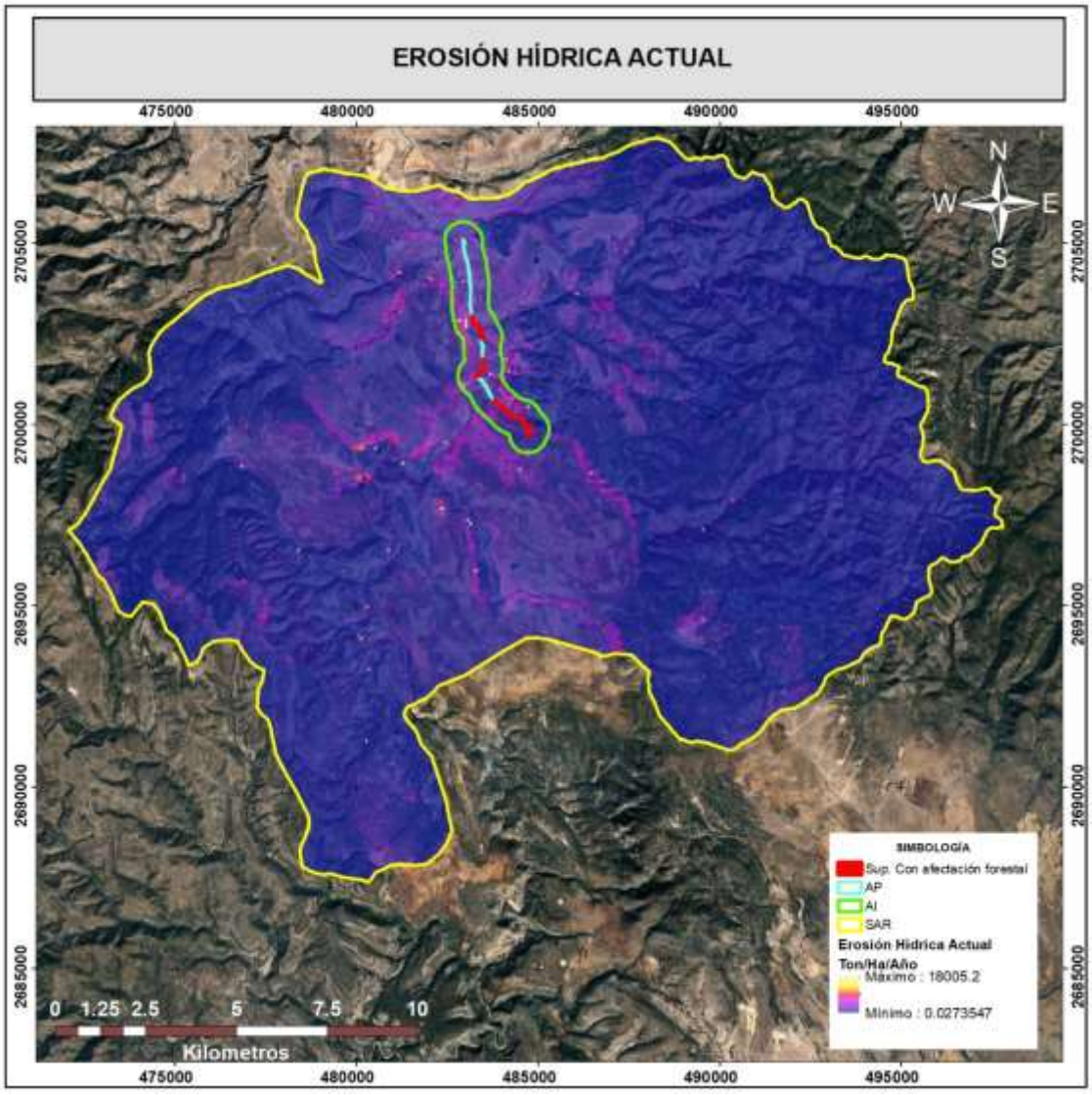

Figura IV-26 Erosión actual en el SA

III.1.1 Estimación de la pérdida de suelo por erosión eólica

La metodología utilizada para el cálculo de la erosión laminar por efecto del viento es la utilizada de acuerdo a la FAO-Colegio de Postgraduados (publicado por SEDUE 1989).

La erosión eólica, se define como la remoción del suelo por acción del viento es mayor a medida que disminuye la cubierta vegetal, por haber menor resistencia para que se inicie el movimiento.

Para conocer la pérdida de suelo por erosión eólica que ocurre actualmente en el área del SA delimitada, fue necesario adaptar distintas ecuaciones planteadas por diversos autores (Entre

ellos W. H. Wischmeier y D.D. Smith en 1965; E. L. Skidmore y N. P. Woodruff en 1968), a efecto de lograr darles expresión en el T_0, por lo que para su obtención fue necesario calcular los siguientes valores:

- PECRE. Período de crecimiento (días con lluvia al año),
- IAVIE. Índice de agresividad del viento,
- CATEX. Calificación de textura y fase y
- CAUSO. Calificación por uso del suelo.

Para obtener estos valores, para el área fue necesario aplicar las fórmulas de: erosión eólica y el índice de erosión laminar, la fórmula para calcular la erosión eólica en ton/ha/año es:

$$\underline{Erosión\ eólica = IAVIE * CATEX * CAUSO}$$

Ecuación IV-6: variables de para estimar la erosión eólica

Donde los valores que se obtienen oscilan entre 0.1 a más de 200 ton/ha/año, mismos que se clasifican según el cuadro siguiente:

Cuadro IV-25 Valores de la erosión eólica

Clase de degradación sin influencia de erosión hídrica	Valor de la erosión laminar eólica
Sin erosión	Menor de 12 ton/ha/año
Ligera	De 12 a 50 ton/ha/año
Moderada	De 50 a 100 ton/ha/año
Alta	De 100 a 200 ton/ha/año
Muy alta	Mayor de 200 ton/ha/año

Índice de erosión laminar[9]

La estimación de este índice permite distinguir el tipo de erosión eólica a que está sujeta el área, así como determinar la cantidad potencial de suelo perdido por procesos erosivos de tipo eólico

[9]Texto íntegro tomado de: SEDUE, 1984. "Manual de Ordenamiento Ecológico del Territorio". Subsecretaría de Ecología. Dirección de Normatividad y Regulación Ecológica. México. pp 176-186.

y poder calificar la degradación atribuida a estos procesos, por lo tanto, poder determinar los diferentes niveles de susceptibilidad del suelo a procesos erosivos.

La aplicación de este índice resulta ser una importante herramienta de análisis en la fase del diagnóstico del área del proyecto el resultado de su aplicación permite, juntamente con otros, proponer las políticas y precisar la estrategia a través de medidas de mitigación o restauración concretas.

Para poder estimar este índice es necesario generar una base de datos por unidad con las siguientes variables:

- Precipitación modal anual (en milímetros).
- Unidades de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Fases de suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Clase textural del suelo (clasificación FAO/UNESCO).
- Uso de suelo y vegetación.

La estimación de erosión, se realizó a través del Sistema de Información Geográfica Arc Map 10.8, mediante la herramienta “raster calculator” (algebra de mapas); a continuación, se presenta el desarrollo del proceso realizado.

- **Precipitación media anual**

Para lo obtención de la precipitación media anual, al igual que para la estimación de la erosión hídrica, se consultaron los datos históricos (periodo 1991-2020) de las estaciones meteorológicas cercanas al área del SA. Una vez ubicadas las estaciones meteorológicas, se realizó una interpolación con los datos de precipitación de cada una, obteniendo la capa de información tipo Raster.

Una vez que se obtuvo la capa de precipitación media anual, se continuó con el cálculo del periodo de crecimiento (PECRE).

Obtención del (PECRE), que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorable para el desarrollo de un cultivo. El cálculo fue el siguiente:

$$PECRE = 0.2408\,(Precipitación) - 0.0000372\,(precipitación)^2 - 33.1019$$

Ecuación IV-7 Estimación de PECRE

Se aplicó la fórmula anterior, utilizando la capa de precipitación media anual; una vez que se realizó este cálculo, se obtuvo la siguiente capa de información:

Se aplicó la fórmula anterior, utilizando la capa de precipitación media anual; una vez que se realizó este cálculo, se obtuvo la siguiente capa de información:

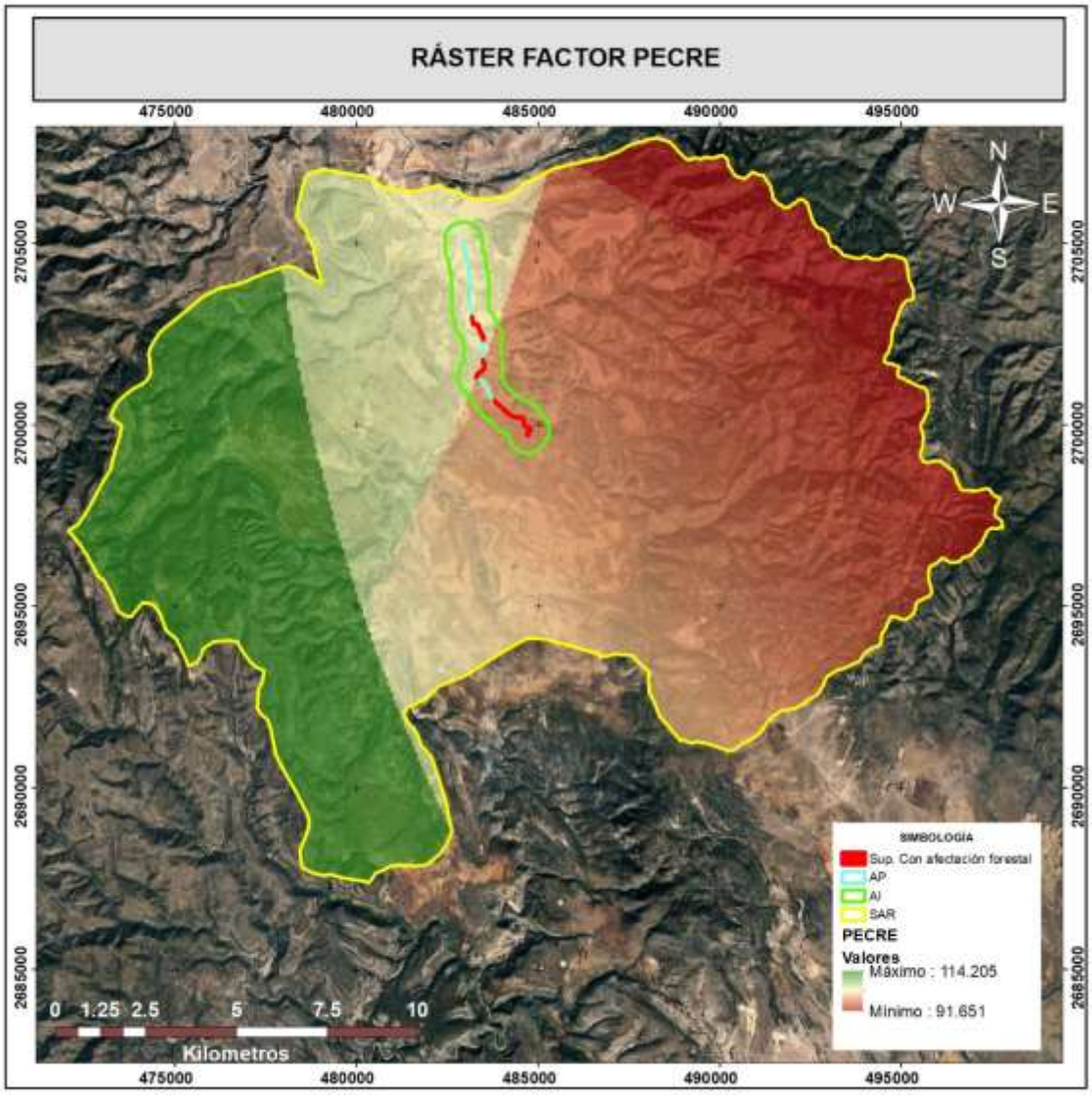

Figura IV-27 Ráster PECRE

Con el periodo de crecimiento, se calculó el "índice de agresividad del viento" (IAVIE), mediante la siguiente ecuación:

$$\boldsymbol{IAVIE = 160.8252 - 0.7660\ (PECRE)}$$

Ecuación IV-8 Estimación de IAVIE

Para el Índice de Agresividad del Viento, se obtuvo la siguiente capa de información:

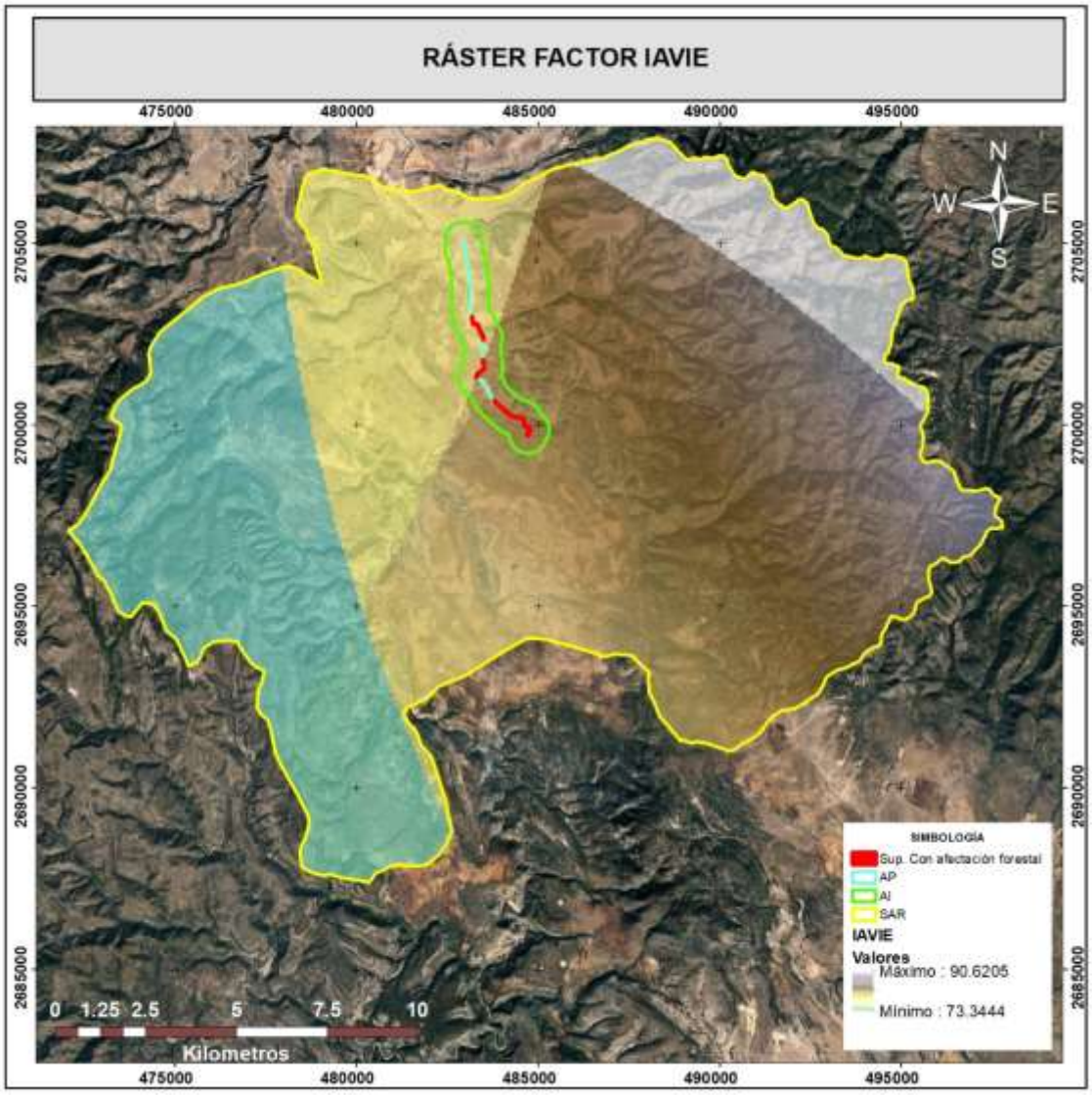

Figura IV-28 Ráster IAVIE

Posteriormente se procedió a calcular el CATEX (calificador de textura de los suelos). De la información de las unidades de suelo, se estableció si se trataba o no de suelos calcáreos.

Para el caso en específico se trata de suelos NO calcáreos y de textura Media.

La textura está en función, del tamaño general de las partículas que forman el suelo. Puede ser de **textura gruesa (1)** (con más de 65% de arena), **textura media (2)** (equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo), o **textura fina (3)** (con más de 35% de arcilla), estos porcentajes se presentaron conforme a los tipos de suelos presentes en el SA (Cuadro IV-26).

Cuadro IV-26 Tipo de suelo y textura

Clave WRB	Clase Textura	Frudica	CATEX
FLsk-eu+PHsk-cr/2P	2	P	0.62
LPsk-eu/2P	2	P	0.62
LVlen-oh+PHlv-sk/2P	2	P	0.62
LVlen-skp+PHlv-skp/2	2	N	1.25
LVlen-so+PHlen-skp/2	2	N	1.25
LVlep-sk+RGlep-sk/2P	2	P	0.62
LVvr-sk+DUptp-lv/3G	3	G	0.92
LVvr-sk+PHlen-skp/3G	3	G	0.92
PHlen-skp+RGlen-skp/2G	2	G	0.62
PHlep-sk+LPsk-mo/2P	2	P	0.62
PLlen-sk+DUha-lv/2G	2	G	0.62
RGlep-eu+PHsk-lo/2P	2	P	0.62
UMlep-sk+LPsk-um/2P	2	P	0.62
UMlep-sk+LVlep-um/2P	2	P	0.62
UMlep-sk+LVsk-dy/2P	2	P	0.62
VRsk-mz+LVlen-vr/3P	3	P	0.92
PLlen-sk+DUha-lv/2G	2	G	0.62

La textura indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

En el caso de los suelos no calcáreos que se presentan en el área del SA se procedió a calificar la textura y la fase (CATEX), considerando las texturas 1 (Gruesa), 2 (Media) y 3 (Fina), y las fases gravosa y pedregosa,

Cuadro IV-27 Clasificación de suelos no calcáreos

CATEX	Textura y fase de suelos
3.5	1
1.25	2
1.85	3
1.75	1 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.62	2 y Fase Gravosa o Pedregosa
0.92	3 y Fase Gravosa o Pedregosa

Se continuó el procedimiento calificando el uso del suelo (CAUSO), a partir de la siguiente tabla:

Cuadro IV- 28 Clasificación de CAUSO

Uso de suelo	Causo
Agricultura de temporal, Chinampa, Nopalera	0.70
Predio baldío, Sitio de extracción, Zona sin vegetación aparente	0.50
Matorral, Vegetación secundaria arbustiva y herbácea, Pastizal, Barranca	0.30
Pastizal de alta montaña, Zona mixta de pastizal y bosque de oyamel, Zona mixta de pastizal y bosque de pino	0.25
Bosque de encino perturbado, Bosque de oyamel perturbado, Bosque de pino perturbado, Bosque inducido, Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino) perturbado, Bosque mixto de pino oyamel (incluye oyamel-pino) perturbado	0.21
Agricultura de riego, Bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino Bosque mixto de encino-pino (incluye pino-encino), Bosque mixto de pino-oyamel (incluye oyamel-pino)	0.20
Zona mixta de matorral con pinar	0.16
Humedal, Zona inundable	0.05
Asentamiento humano, Cuerpo de agua, Infraestructura, Vialidad, Zona de crecimiento urbana, Zona urbana	***0***

Los valores utilizados corresponden a 0.20, 0.30 y 0.70, por ser los más adecuados a los tipos de uso de suelo y vegetación del SA.

Posteriormente se tomaron los valores IAVIE, CATEX Y CAUSO, y se multiplicaron para obtener la erosión laminar eólica en toneladas por hectárea por año:

$$\boldsymbol{EROSIÓN\ EÓLICA = IAVIE * CATEX * CAUSO}$$

Ecuación IV-9: Estimación de Erosión eólica

De donde se desprendió el siguiente resultado.

PERDIDA DE SUELO ACTUAL	741,650.54	Ton*año
EROSIÓN PROMEDIO	24.39	Ton*ha*año

De estos se tiene la clasificación de acuerdo como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-29 Grados de erosión eólica en el SA

Grado	Superficie (ha)	%	Toneladas	%
Nula	-	-	-	-
Ligera	-	-	-	-
Moderada	30085.92	98.93	719162.03	96.97
Alta	326.88	1.07	22488.51	3.03
Muy Alta	-	-	-	-
Total	30,412.80	100	741650.54	100

La erosión eólica se concentra en la categoría de Moderada.

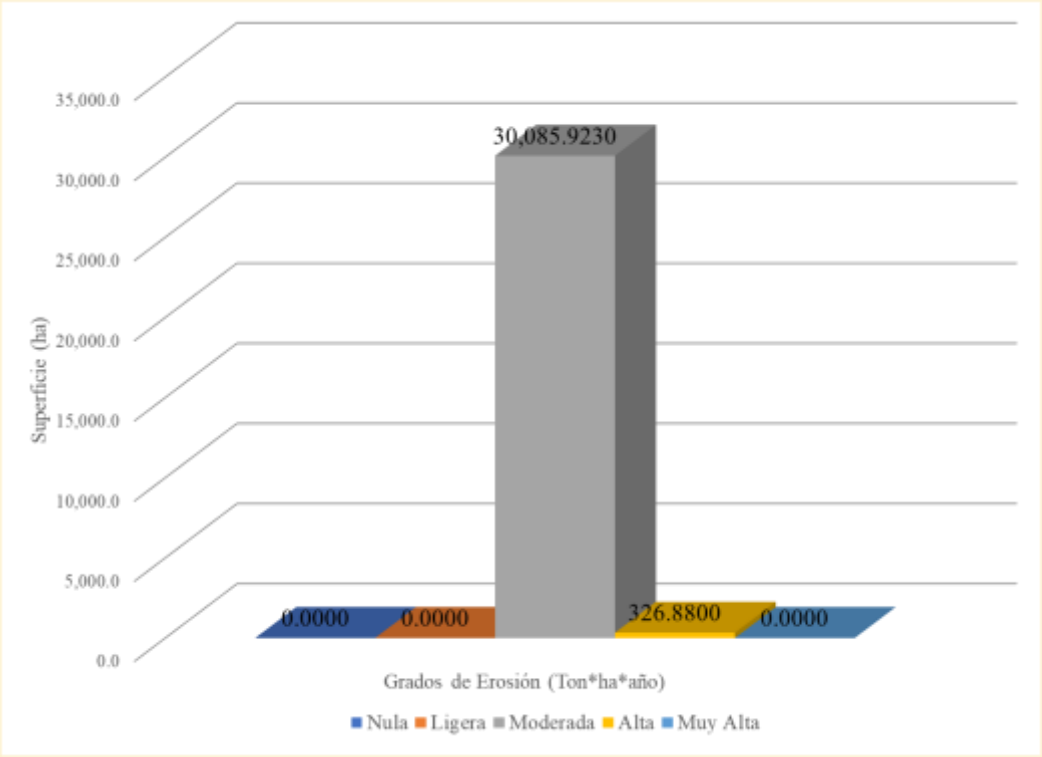

Gráfico IV-5 Grados de erosión actual del SA

La pérdida de suelo actual por efectos del viento en el SA actualmente es de 741,650.54 toneladas por año.

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo por acción de la erosión hídrica y eólica en el SA, se suman los resultados para obtener el panorama general.

Cuadro IV-30 Suma de erosión hídrica y eólica actual en la del SA

Tipo de erosión	Perdida de suelo ton * año
Erosión hídrica del SA	**532,877.12**
Erosión eólica del SA	**741,650.54**
Total	**1,274,527.66**

- **Erosión en el área del proyecto**

Con base en las estimaciones de la erosión hídrica actual y erosión posterior al cambio de uso de suelo en el área del proyecto presentadas en secciones anteriores del presente capítulo, se tiene que, la pérdida de suelo actual en el área del proyecto asciende a 40.71 ton*año, mientras que la erosión una vez realizado el cambio de uso de suelo tiene un valor de 131.31 ton*año, cuya diferencia muestra que se perderán **90.60 ton/año** (Cuadro IV-31) de suelo más a las que se pierden actualmente dentro del área del proyecto.

Cuadro IV-31 Pérdida de suelo, erosión hídrica en el área del proyecto

EROSIÓN SIN PROY.	EROSIÓN CON PROY.	PÉRDIDA DE SUELO	DENSIDAD APARENTE	PÉRDIDA DE SUELO A MITIGAR
40.71	**131.31**	**90.60**	**1.10**	**90.60**

Sin embargo, el resultado obtenido en el Cuadro IV-31 debe ser llevado a la cantidad de tiempo en el que suelo del área sujeta a cambio de uso de suelo permanecerá desnudo, tiempo que se ha establecido en 12 meses (tiempo estimado para el desarrollo de las etapas de preparación del sitio y construcción), para lo cual se hace la estimación para ese tiempo.

Las estimaciones se obtienen para un año, porque el suelo permanecerá desnudo por 12 meses, tiempo que se prevé durará la etapa de preparación del sitio del Proyecto, por lo tanto, es necesario llevar el resultado a este periodo:

Cuadro IV-32 Pérdida de suelo, erosión eólica

Área del proy. (ha)	Escenario 1 (pérdida de suelo actual (toneladas)	Escenario 2 (pérdida de suelo con el proy. (toneladas)	Diferencia (ton)	DAP	Pérdida de suelo en 1 año (12 meses)
2.3086	**23.17**	**55.18**	**32.00**	**1.00**	**32.00**

Una vez que se tienen los resultados de la pérdida de suelo por acción de la erosión hídrica y eólica, se suman los resultados para obtener el panorama general.

Cuadro IV-33 Resumen de erosión hídrica y eólica

Tipo de erosión provocada en la superficie del proyecto	t/1 año
Hídrica	**90.60**
Eólica	**32.00**
Total	**122.6**

Es importante señalar que se considera un año en donde el suelo permanecerá desnudo, tiempo en el que se implementarán las actividades de desmonte y despalme.

IV.3.1.4 Hidrología superficial y subterránea

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA, 2009) ha dividido a la República Mexicana en 13 Regiones Hidrológicas-Administrativas (RHA) con la finalidad de organizar la administración y preservación de las aguas nacionales. Para optimizar su gestión, dichas RHA fueron subdivididas en 37 Regiones Hidrológicas (RH), con base en lo señalado previamente, el área del SA, AI, AP se encuentran inmersos en las RH número 10 denominada Sinaloa y en la RH 36 Nazas Aguanaval (Cuadro IV-34). Las características de las RH son las siguientes:

Cuadro IV-34 Regiones Hidrológicas

Región Hidrológica Administrativa	Descripción
10. Sinaloa	Al occidente del estado de Durango se localiza la Región Hidrológica Sinaloa, en la cual hay ausencia de cuerpos de agua significativos, sin embargo, sí se presentan corrientes superficiales como Los Remedios, San Gregorio-San Lorenzo, Piaxtla y Colorado-Humaya. Está conformada principalmente por la cuenca del Río Fuerte y en menor extensión por las cuencas del Río Sinaloa y Río Culiacán. Se forman en lo alto de la Gran Meseta y Cañones Chihuahuenses y drenan sus aguas hacia el Golfo de California.
36. Nazas Aguanaval	La RH36 tiene escurrimientos superficiales de alrededor de 1,900 hm^3 por año, con precipitaciones anuales relacionadas con la altitud y que van de

Región Hidrológica Administrativa	Descripción
	900 mm en la parte alta de la cuenca del Nazas (Sierra Madre Occidental), a 200 mm en su parte más baja de las lagunas Mayrán y Viesca. La RH36 cuenta con tres áreas; la parte alta, que mide aproximadamente 19,000 km^2 y abarca desde el parteaguas hasta la presa Lázaro Cárdenas y comprende las cuencas de los ríos Santiago, Tepehuanes, Sixtin y Ramos. Esta parte del Nazas es la zona donde se da una gran aportación de agua. Se cuenta con fuertes pendientes y una precipitación superior a los 500 mm. Aquí se genera cerca del 85% de los escurrimientos superficiales cuantificados en la cuenca Nazas.

De acuerdo con la consulta de la cartografía temática, editada por el INEGI, a nivel del SA del Proyecto, se tienen presentes las siguientes corrientes superficiales.

Cuadro IV- 35 Corrientes superficiales en el SA

Propiedad	Arroyos y Ríos			
	Río Santiago	Arroyo de Jacales	Arroyo El Panal	Arroyo El Coyote
Temporalidad	Intermitente	Intermitente	Intermitente	Intermitente
Coeficiente de escurrimiento	05 a 10 %	05 a 10 %	10 a 20 %	10 a 20 %
Elevación máxima	2,599 m	2,572 m	2,677 m	2,350 m
Elevación media	2,170 m	2,382 m	2,427 m	2,316 m
Elevación mínima	1,741 m	2,192 m	2,178 m	2,283 m
Longitud	5,425 m	7,874 m.	4,566 m.	1,758 m.
Pendiente Media	0.43%	4.83%	10.93%	3.81%
Tiempo de Concentración	1921.95 (min)	57.17 (minutos)	27.12 (minutos)	13.99 (minutos)
Área Drenada	2960.59 km^2	18.45 km^2	4.33 km^2	3.68 km^3
Periodo de Retorno	100 años	100 años	100 años	100 años
Intensidad de Lluvia	20.57 mm/h	693.63 mm/h	1,464.33 mm/h	2,865.00 mm/h
Flujo mínimo	854.82 m^3/s	177.74 m^3/s	176.13 m^3/s	292.87 m^3/s
Flujo máximo	1691.65 m^3/s	355.49 m^3/s	352.25 m^3/s	585.73 m^3/s

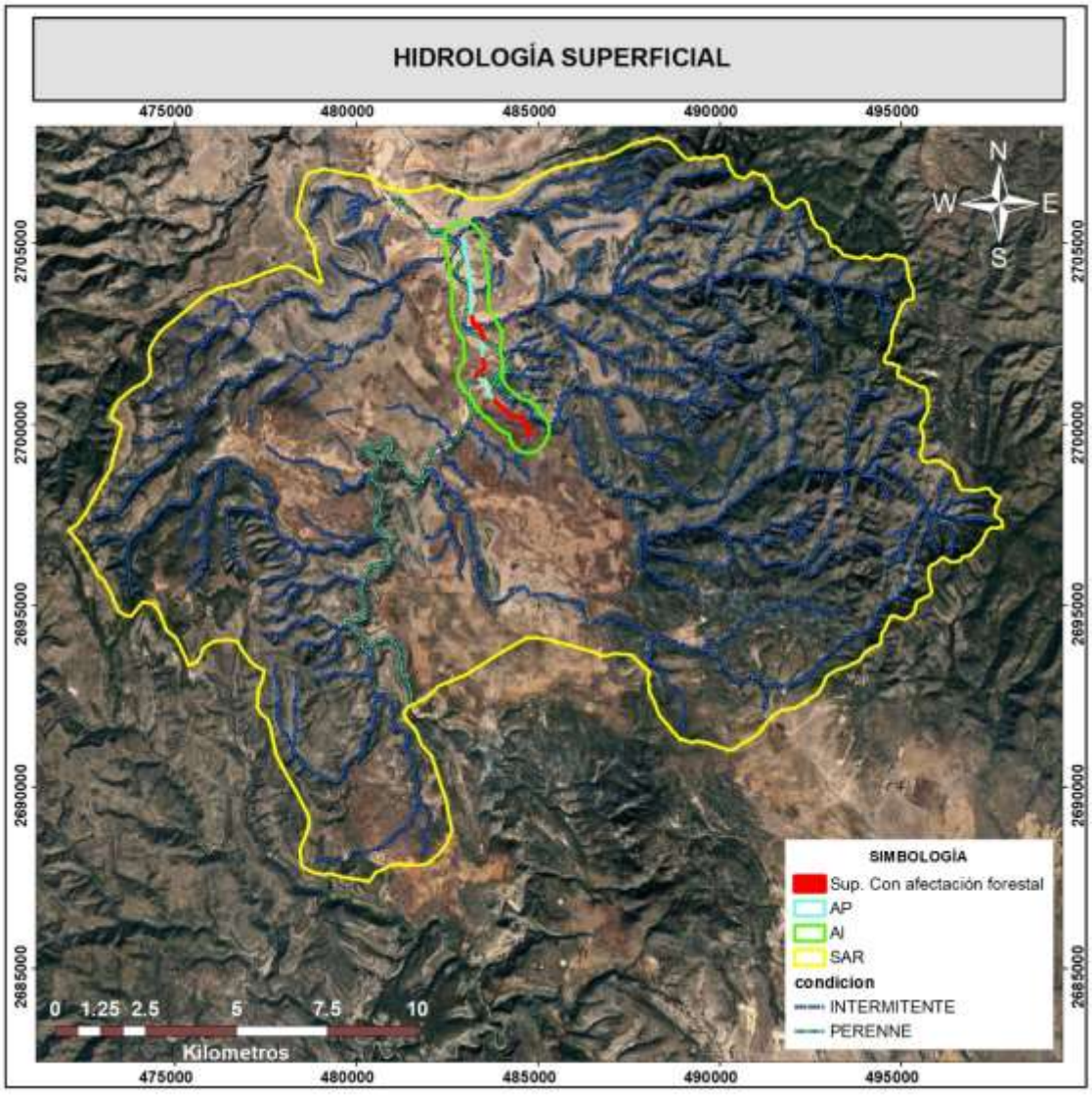

Figura IV-29 Hidrología del SA

Aguas subterráneas.

El agua subterránea está contenida en acuíferos. Un acuífero es una formación geológica o una parte de este, que consta de un material permeable capaz de almacenar una cierta cantidad significativa de agua. Los acuíferos pueden consistir en diferente material: arena suelta y ripio, rocas permeables sedimentadas como piedras de arena o piedras de lodo, lava volcánica fracturada y rocas cristalizadas etc. El agua subterránea es (naturalmente) recargada con agua de lluvia y agua derretida de nieve o de agua que gotea por el fondo de lagunas y ríos. Esta agua también puede recargarse cuando el sistema hídrico pasa por una fuga y cuando se riega los cultivos con demasiado líquido.

El agua subterránea se puede encontrar en casi todos los lugares. La corriente de agua puede estar profunda o superficial, dependiendo de varios factores, como las características físicas de la región, las condiciones meteorológicas y las tasas de explotación y recarga. La lluvia fuerte puede incrementar la recarga y causar el incremento de la corriente de agua. Al contrario, en un periodo extendido de tiempo seco se baja el nivel del acuífero.

Cuando el agua subterránea llega a un acuífero, no se queda quieto, normalmente sigue corriendo, pero más lento que antes, que tan rápido fluye el agua subterránea depende de las características del acuífero. La dirección en la cual se mueve el agua es normalmente de un nivel alto a uno bajo según la gravedad, al menos que haya algún uso antropogénico como bombas de agua. El agua subterránea se moverá hasta que se descargue en otro acuífero u otro cuerpo como una laguna, un océano o hasta que se extrae por un pozo.

Para la ubicación de los acuíferos se consultó la información de la CONAGUA, a través de su página de internet, donde se observó que la del SA donde se ubica el proyecto, se encuentra dentro de los siguientes acuíferos.

Cuadro IV-36 Descripción de los acuíferos

Clave	Acuífero	R	DNC	VEAS	DAS
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES			
2509	Río Presidio	163.3	65.8	79.88	17.61
1003	Valle del Guadiana	133.1	6	132.45	0.00
1002	Valle de Canatlán	47.1	6.5	47.19	0.00
1006	Tepehuanes – Santiago	38.3	0	7.4037	30.90

R: Recarga media anual; DNC: Descarga natural comprometida; VEAS: Volumen de extracción consignado en estudios técnicos; DMA: Disponibilidad media anual de agua subterránea. Las definiciones de estos términos son las contenidas en las descripciones de los acuíferos 1006, 1009 y 2504.

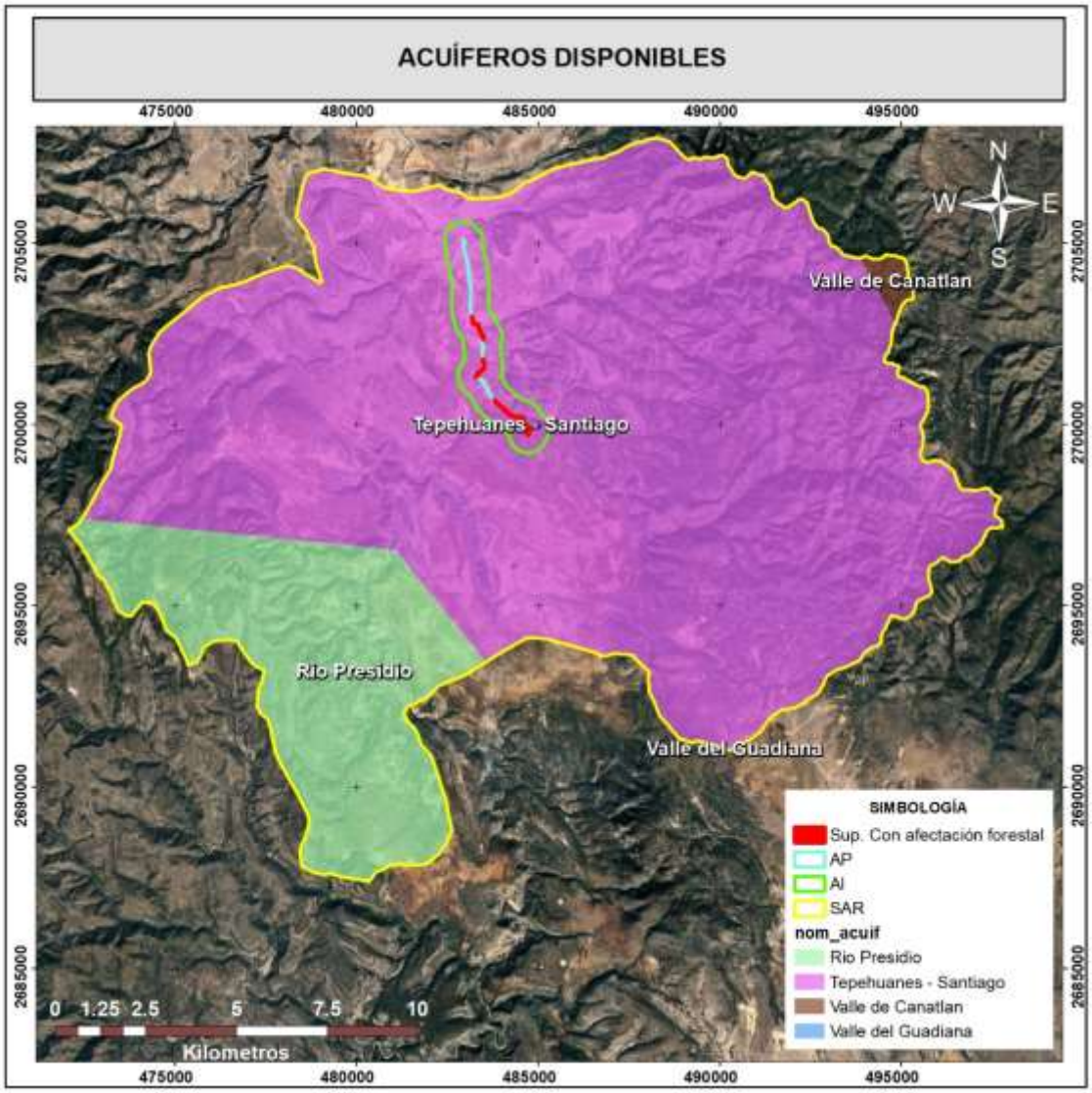

Figura IV-30 Acuífero del SA

Balance hidrológico del SA.

Para determinar el impacto a nivel de del SA, que puede ser ocasionado por este proyecto se hace necesario efectuar los cálculos para estimar las cantidades de agua que se infiltran y aquellas que dejarían de infiltrarse en caso de que el proyecto fuera ejecutado, a continuación, se realizan estos cálculos.

Para el desarrollo del balance hídrico, es indispensable contar con el dato de precipitación y temperatura; por lo que se tomó el valor promedio de las estaciones cercanas al área del SA.
En el siguiente cuadro se muestran los datos, así como el valor promedio.

Cuadro IV-37 Precipitación y temperatura promedio

Nombre	Clave	PP Anual	Temp. Prom. Anual
Canatlán	10090	567.9	16.4
Tejamen	10051	686.3	16.6
Otinapa	10083	681.6	11.5
TOTAL		**645.27**	**14.8**

Evapotranspiración en el SA.

Métodos para determinar la evapotranspiración.

Los métodos pueden clasificarse en métodos directos e indirectos. Los primeros proporcionan directamente el consumo total del agua requerida, utilizando para ello aparatos e instrumentos para su determinación. Los segundos en forma indirecta y bajo la utilización de fórmulas empíricas, obtienen los consumos de agua a través de todo el ciclo vegetativo de la planta, por lo que para el caso específico del proyecto se utilizará el método indirecto denominado Método de Coutagne.

La fórmula utilizada es la siguiente:

$$\boldsymbol{ERT = P - X^{P^2}}$$

Ecuación IV-10 actores para el cálculo de la evapotranspiración

Dónde:

ETR = Evapotranspiración m/año.
P = Precipitación m/año.
X = 1/(0.8+0.14t).
t = temperatura °C

Los datos utilizados para alimentar este modelo corresponden a los valores obtenidos (Cuadro IV-37), el valor es de una precipitación media anual de 645.27 mm, mientras que la temperatura media anual corresponde a los 14.8°C.

Desarrollo:

Se obtendrá primeramente el valor de X.

X = 1/(0.8 + 0.14 * 14.8).

X = 0.3482

Una vez que se tienen los valores de X, estos se sustituyen en la fórmula, quedando de la siguiente manera.

ETR = 0.64527 – 0.3482* 0.64527 ^{2}

ETR = 0.5003 m.

El resultado se multiplica por la superficie del área del SA (304, 128,031.559 m^2):

ETR DEL SA = 152, 153,185.77 m^3

Para los datos de escurrimiento se utilizará la fórmula propuesta por la CNA descrita en la NOM-011-CNA-2015, misma que se calcula con la siguiente ecuación.

$$\boldsymbol{Vm = P * Ce * A}$$

Ecuación IV-11 Factores para la estimación del volumen de escurrimiento

Dónde:

P = precipitación.
A = área en m^2.
Ce = descrito por las siguientes expresiones.

$$Ce = K\frac{(P-250)}{2000}$$

$$Ce = K\frac{(P-250)}{2000} + \frac{K-0.15}{1.5}$$

Las fórmulas son válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2,150 milímetros

Cuadro IV-38 Valores de K en función del tipo de suelo (NOM-011-CNA-2015)

USO DE SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
BARBECHO, ÁREAS DESNUDAS	0.26	0.28	0.30
CULTIVOS EN HILERA	0.24	0.27	0.30
LEGUMBRES O ROTACIÓN DE PRADERA	0.24	0.27	0.30
GRANOS PEQUEÑOS	0.24	0.27	0.30
PASTIZAL CUBIERTO MAS DEL 75%	0.14	0.20	0.28
PASTIZAL CUBIERTO DEL 50 AL 75 %	0.20	0.24	0.30
PASTIZAL CUBIERTO MENOS DEL 50 %	0.24	0.28	0.30
BOSQUE CUBIERTO MAS DEL 75 %	0.07	0.16	0.24
BOSQUE CUBIERTO DEL 50 AL 75 %	0.12	0.22	0.26
BOSQUE CUBIERTO DEL 25 AL 50 %	0.17	0.26	0.28
BOSQUE CUBIERTO MENOS DEL 25 %	0.22	0.28	0.30
ZONAS URBANAS	0.26	0.29	0.32
CAMINOS	0.27	0.30	0.33
PRADERA PERMANENTE	0.18	0.24	0.30

TIPO DE SUELO	CARACTERÍSTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos.
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de media profundidad: loess algo más compacto que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas a lo es muy delgados sobre capa impermeables, o bien arcillas.

De acuerdo a las características de los suelos en el área del SA, se considera como el valor de un bosque cubierto del 25 al 50%, el suelo que más se ajusta corresponde al tipo B, entonces el valor de K corresponde a 0.26.

Para obtener el valor de Ce, se desarrolla con la siguiente expresión.

Si K < = 0.15

$$\boldsymbol{Ce = 0.26\frac{(0.64527 - 250)}{2000}}$$

$$\boldsymbol{Ce = 0.0513851}$$

Una vez que se tiene el valor de Ce, se hacen los cálculos para obtener el volumen de escurrimiento.

$$\boldsymbol{Vme = 0.64527 * 0.0513851 * 304,128,031.559}$$

Vme del SA = 24, 475,330.90 m^3.

Con los datos anteriores calculamos la infiltración con la siguiente ecuación

$$Infiltración\ en\ la\ MHF = P - ETR - Vme$$

Ecuación IV-12: factores para la estimación de infiltración

Dónde:

P = Precipitación en el área del SA
ETR = Evapotranspiración
Vme= Volumen medio de escurrimiento

Hasta este punto hemos manejado valores en metros cuadrados para la evapotranspiración y el volumen de escurrimiento, para poder aplicar la ecuación se utilizará también el valor de precipitación en m^3 por la superficie del proyecto.

Sustituimos valores:

$$Infiltración = 196{,}244{,}694.92 - 152{,}153{,}185.77 - 24{,}475{,}330.90$$
$$= 19{,}616{,}178.25\ m^3$$

Los valores obtenidos se refieren a la infiltración que tiene el área del SA en las condiciones actuales es decir que no se ha llevado a cabo el cambio de uso de suelo, por lo que para tener una idea de la cantidad de infiltración que dejan de recibir el acuífero es necesario hacer los cálculos para estimar la infiltración una vez que el cambio de uso de suelo ha sido llevado a cabo; el desarrollo se muestra a continuación.

BALANCE HIDROLÓGICO CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Para identificar la infiltración, una vez que el proyecto ha sido ejecutado, se utilizarán los mismos datos de evapotranspiración obtenidos.

A continuación, se muestran los resultados bajo el supuesto que se ha llevado a cabo el cambio de uso de suelo.

Precipitación = 14,896.70 m^3.
ETR = 11,549.77 m^3.

La variable que puede ser modificada se refiere al volumen de escurrimiento, entonces sobre la tabla “Valores de K en función del tipo y uso de suelo (NOM-011-CNA, 2015).” Se modifica el porcentaje de cobertura, la cual será correspondiente a la categoría “Caminos”, esto se toma en cuenta bajo la consideración que se eliminará la vegetación y se establecerá un camino.

De acuerdo a esto se calcula la variable K.

Sustituyendo los valores obtenemos el valor de K que es de 0.30; esto de acuerdo al Cuadro IV-38.

Se recalcula y tenemos que el valor de Vme es de 2,372.90 m^3.

Con este valor es posible obtener la cantidad de infiltración que se tendría en el área del proyecto, bajo el supuesto que este es llevado a cabo.

$$Infiltración = 14{,}896.70 - 11{,}549.77 - 2{,}372.90$$

$$Infiltración\ custf = 974.03$$

Con ambos resultados (infiltración con ejecución del proyecto e infiltración sin ejecución del proyecto) podemos obtener la cantidad de infiltración que se perdería con la ejecución del cambio de uso de suelo, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-39 Infiltración que se pierde con el cambio de uso de suelo

Situación	Vol. de infiltración m³
Sin proyecto10	1,489.04
Con proyecto	974.03
DIFERENCIA	515.01

Con los datos anteriores podemos estimar la cantidad de infiltración que se dejaría de recibir en el área del SA la operación se muestra a continuación.

Cuadro IV-40 Comparación de infiltración SA/PROY

Área	Vol. de infiltración m³
Del SA	19,616,178.25
Pérdida por Ejecución del Proyecto	515.01
DIFERENCIA	19,615,663.24

En relación con el SA se observa que disminuyen en 515.01 m³ la capacidad de infiltración, pasando de 19,616,178.25 m³ a 19,615,663.24 m³, lo que representa un porcentaje de afectación de 0.02 %. La disminución con relación al SA debe considerarse como incipiente.

IV.3.2 Medio biótico

El medio biótico son los organismos vivos que influencian la forma de un ecosistema. Pueden referirse a la flora y la fauna de un lugar y sus interacciones. Los individuos deben tener

10 El cálculo del balance hídrico en el área del proyecto se detalla den el capítulo IV y la hoja de cálculo se integra en el anexo Balance Hídrico

comportamiento y características fisiológicas específicas que permitan su supervivencia y su reproducción en un ambiente definido. La condición de compartir un ambiente engendra competencia u otros tipos de interacciones entre las especies, dados por el alimento, el espacio, etc. Como consecuencia modifican las poblaciones de otras especies.

A. Vegetación terrestre

Es la cobertura de plantas (flora) salvajes o cultivadas que crecen espontáneamente sobre la superficie del suelo o en un medio acuático. Al igual que en la caracterización de los aspectos físicos del medio, para los elementos del medio biológico, la información que aquí se vierta será para el marco geográfico definido como SA a lo largo del territorio nacional se distribuye una gran diversidad de comunidades vegetales naturales como los bosques, selvas, matorrales y pastizales, junto con amplios terrenos dedicados a actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y zonas urbanas. A las diferentes formas en que se emplea un terreno y su cubierta vegetal se les conoce como “uso del suelo”.

En los lugares donde no ha habido modificación o ésta ha sido ligera, el suelo sigue cubierto por la vegetación natural y se le considera como primaria; en contraste, si ha ocurrido alguna perturbación considerable y se ha removido parcial o totalmente la cubierta vegetal primario, la vegetación que se recupera en esos sitios se conoce como secundaria y puede ser estructural y funcionalmente muy diferente a la original. El caso extremo de transformación es cuando se elimina por completo la cubierta vegetal para dedicar el terreno a actividades agrícolas, pecuarias o zonas urbanas; éstas se conocen como coberturas antrópicas.

Para realizar la descripción de la vegetación presente dentro de las 30,412.803 hectáreas del SA delimitadas para el proyecto, se hizo la sobre posición de la capa de información correspondiente a la SA con la capa vectorial de “Uso de Suelo y Vegetación Serie VII escala 1:250,000, cobertura preparada para el análisis de cambio de uso de suelo” cuya fecha de publicación fue el 1 de diciembre de 2021[11], por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). El resultado mostró que en las SA delimitadas y cuya superficie de 30,412.803 hectáreas, de las cuales el 68.39% se encuentran conformado por Ecología Florística Fisonómica, con bosques localizados predominantemente en todo el SA, existen Bosques de Pino, Bosque de Pino-Encino, Bosque de Encino-Pino, Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino y Pino-Encino, en los que se

[11] https://idefor.cnf.gob.mx/layers/geonode%3Acdv_usuev250svii_cnal_wgs84

encuentran especies del género *Pinus, Quercus, Arbutus*, entre otras; el 31.55 % corresponde a Agricultura de Temporal Anual, Pastizal Inducido y Pastizal Natural en el resto del SA.

En el Cuadro IV-41 y Cuadro IV-42, se muestra lo mencionado en líneas anteriores y se tomó como base de las descripciones la Guía para la interpretación de cartografía de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI.

Cuadro IV-41 Uso de suelo y vegetación en las áreas sujetas del SA

Clave	Tipo de Vegetación	Sup. (Ha)	%
BP	BOSQUE DE PINO	1,344.1860	4.42
BPQ	BOSQUE DE PINO-ENCINO	8,010.8610	26.34
BQP	BOSQUE DE ENCINO-PINO	2,839.7716	9.34
PI	PASTIZAL INDUCIDO	2,035.3157	6.69
PN	PASTIZAL NATURAL	3,803.2882	12.51
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	3,756.7518	12.35
VSa/BP	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO	4,642.9571	15.27
VSa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	3,960.2754	13.02
VSa/PN	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE PASTIZAL NATURAL	19.3962	0.06
TOTAL		**30,412.803**	**100**

Cuadro IV-42 Descripción del Uso de suelo y vegetación en el SA

Uso de suelo y Vegetación	DESCRIPCIÓN
BOSQUE DE PINO	Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28°C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200mm. Se encuentra de los 150m de altitud hasta los 4 200m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75%, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte. Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P.ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis, P. leiophylla var. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis.*
BOSQUE DE PINO-ENCINO	Comunidades vegetales características de las zonas montañosas de México. Se distribuyen en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje

Uso de suelo y Vegetación	DESCRIPCIÓN
	Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en climas templados, semifríos, semicálidos y cálidos húmedos y subhúmedos con lluvias en verano, con temperaturas que oscilan entre los 10 y 28°C y una precipitación que va de los 600 a los 2 500mm anuales. Se concentran entre los 1 200 y los 3 200m, y se presentan en todas las exposiciones. Se establecen en sustrato ígneo y en menor proporción, sedimentario y metamórfico, sobre suelos tanto someros como profundos y rocosos principalmente cambisoles, leptosoles, luvisoles, regosoles, entre otros. Alcanzan alturas de 8 a 35m. Las comunidades están conformadas por diferentes especies de pino (*Pinus spp*.) y encino (*Quercus spp*.), pero con dominancia de las primeras. Lo integran árboles perennifolios y caducifolios, con floración y fructificación variables durante todo el año. Algunas de las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino *(P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino lacio (*P. pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P. ayacahuite*), pino (*P. pringlei), P. durangensis, P. leiophylla var. chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis,* encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmolillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii),* charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana), Q. glaucoides,* y *Q. scytophylla*, entre otras muchas especies de encinos.
BOSQUE DE ENCINO-PINO	Estas comunidades están conformadas por encinos (Quercus spp.), y en proporción algo menor de pinos (Pinus spp.). Se desarrolla principalmente en áreas de mayor importancia forestal, en los límites altitudinales inferiores de los bosques de pino-encino. Estas comunidades muestran menor porte y altura que aquellos donde domina el pino sobre el encino con una altura de 8 a 35m. Son árboles perennifolios y caducifolios, la floración y fructificación es variable durante todo el año.
PASTIZAL INDUCIDO	Esta comunidad dominada por gramíneas o graminoides aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia. Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene. Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.
PASTIZAL NATURAL	Es una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas, leguminosas, etcétera. Su principal área de distribución se localiza en la zona de transición entre los matorrales xerófilos y los diversos tipos de bosques.
AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano.
VEGETACIÓN SECUNDARIA	Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística

Uso de suelo y Vegetación	DESCRIPCIÓN
	heterogénea. En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera. Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo a la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación. A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada. Estas especies forman fases sucesionales conocidas como “Vegetación Secundaria” que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida

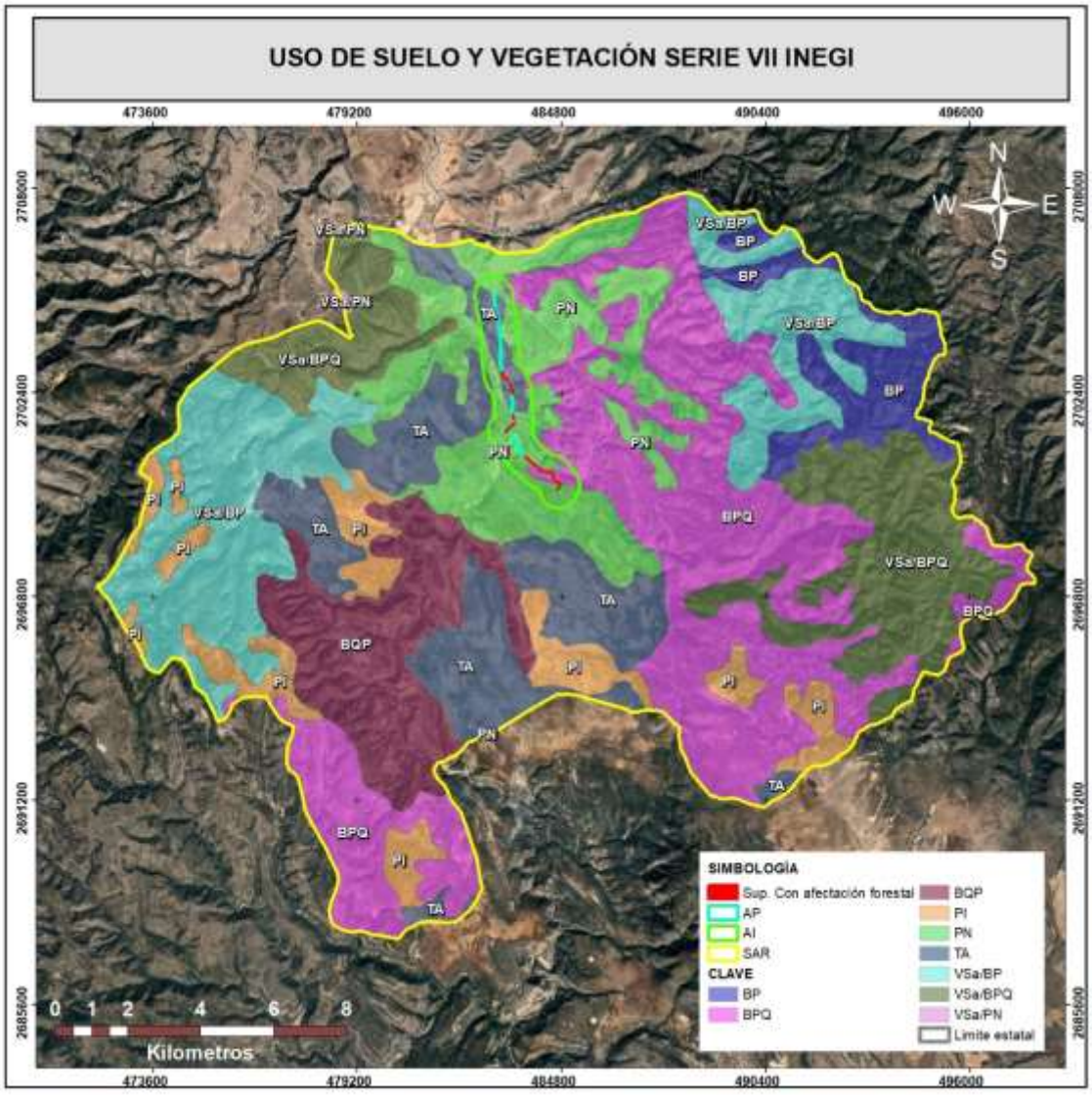

Figura IV - 31 Usos de suelo y tipo de vegetación presente en el SA de acuerdo con INEGI serie VII

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

Tipo de Vegetación.

El tipo de vegetación presente, donde pretende ubicarse el proyecto, es el de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino (BPQ/VSa) y de acuerdo a los recorridos de campo y al muestreo realizado, en estas comunidades vegetales, se localizaron las siguientes

especies y géneros en el estrato arbóreo: *Alnus acuminata, Buddleja cordata, Pinus cembroides, Pinus chihuahuensis, Quercus arizonica, Quercus durifolia, Quercus grisea, Salix bonplandiana y Vachellia schaffneri*

En su estrato arbustivo, encontramos las especies representativas *Ageratina brevipes, Ageratina espinosarum, Baccharis pteronioides, Baccharis salicifolia, Bouvardia ternifolia, Brickellia veronicifolia, Calliandra eriophylla, Dalea bicolor, Lantana cámara, Mimosa aculeaticarpa, Mimosa monancistra, Nolina durangensis, Painteria elachistophylla, Purshia mexicana, Salvia regla, y Wedelia acapulcensis var. hispida.*

En su estrato herbáceo se identificaron las siguientes especies: *Acalypha monostachya, Adiantum capillus veneris, Amaranthus hybridus, Ambrosia psilostachya, Aristida divaricata, Astrolepis sinuata , Bidens odorata, Bothriochloa barbinodis, Bouteloua gracilis, Cenchrus ciliaris, Chenopodium graveolens, Commelina erecta, Cyperus seslerioides, Dichondra argenta, Eragrostis intermedia, Euphorbia prostrata, Guilleminea densa, Helianthus petiolaris, Ipomoea purpurea, Manfreda scabra, Melinis repens, Microchloa Kunthii, Milla biflora, Mirabilis jalapa, Muhlenbergia minutissima, Oxalis decaphylla, Paspalum convexum, Salvia tilifolia, Sanvitalia procumbens, Sida abutilifolia, Stevia serrata, Tagetes lunulata, Tagetes micrantha, Verbesina encelioides, Viguiera linearis, y Zinnia peruviana.*

Con respecto a las suculentas se encontraron las especies *Coryphantha compacta, Mammillaria heyderi, Nolina durangensis, Opuntia durangensis, Opuntia ficus-indica, Opuntia leucotricha, Opuntia robusta, y Thelocactus hexaedrophorus.*

Caracterización de la vegetación a nivel del SA.

Para conocer la flora presente a nivel del SA se realizó un muestreo en campo, esto es importante toda vez que nos permite conocer la biodiversidad a este nivel, para poderlo comparar con la biodiversidad presente a nivel del Proyecto, y de esta forma reafirmar que no se está poniendo en riesgo dicha biodiversidad al realizar el área del proyecto.

En particular para este estudio, los muestreos de campo se dirigieron al tipo de vegetación de Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino (BPQ/VSa), el cual se verá reducido por el cambio de uso del suelo en los predios, tal y como lo solicita la guía.

Método de muestreo.

Se establecieron 40 sitios de muestreo de dimensiones fijas (400 m^2), circulares con un radio de 11.28 metros, para el tipo de vegetación de Bosque de Pino (BP), Pino-Encino (BPQ), Bosque de Encino-Pino (BQP), Pastizal Inducido (PI), y Pastizal Natural (PN), Agricultura de Temporal Anual (TA), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino (Vsa/BP), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (Vsa/BPQ), y Vegetación Secundaria arbustiva de Pastizal Natural (Vsa/BN) para los estratos Arbóreo, Arbustivo, Herbáceo y Suculentas, y para el estrato Herbáceo se realizaron sitios cuadrados de 1 m^2 como se muestra en la figura siguiente.

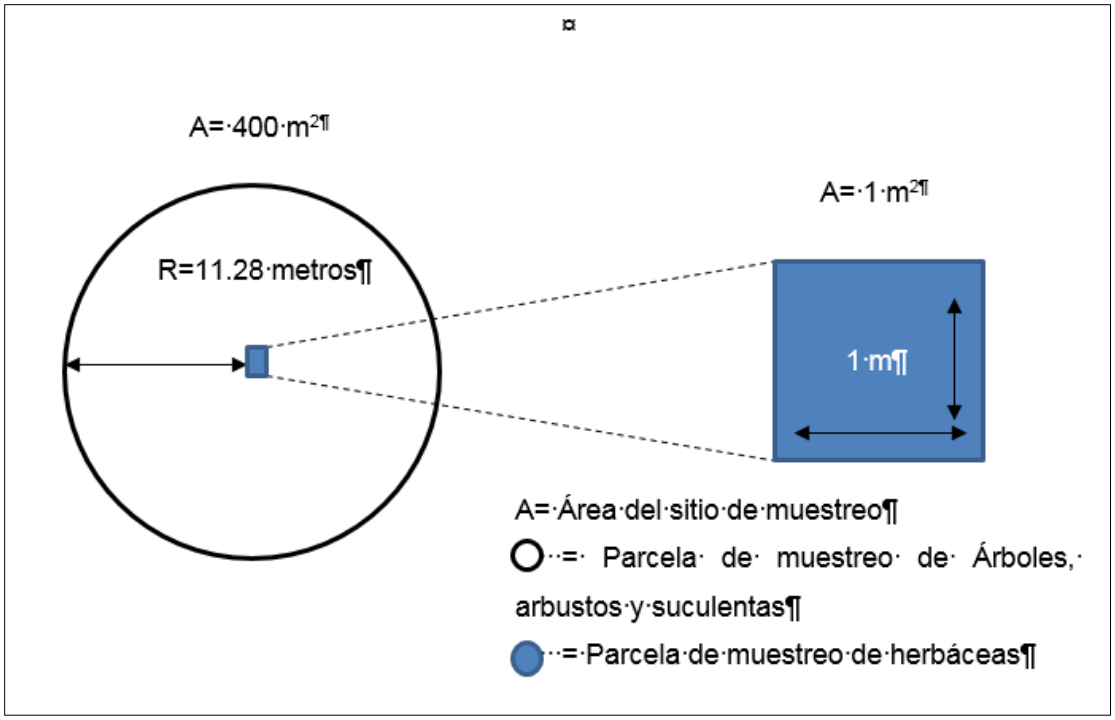

Figura IV-32 Ejemplo de forma y dimensiones de los sitios de muestreo

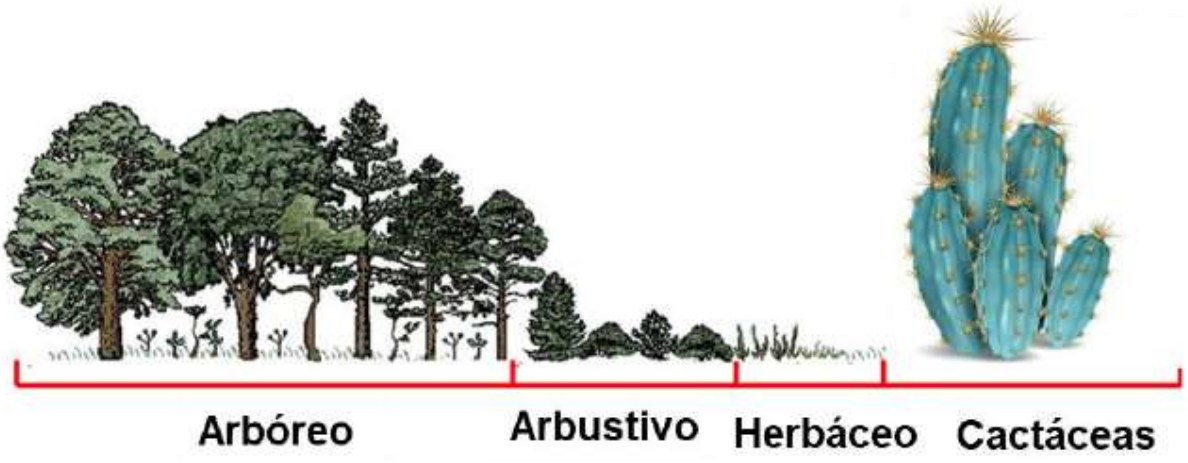

Figura IV-33 Esquematización de estratos

En el Cuadro IV-43 y Figura IV - 34 se presentan las coordenadas de los 40 sitios de muestreo (UM) levantados dentro del SA y AI y en la se muestra su distribución.

Cuadro IV-43 Coordenadas UTM 13 de ubicación de los sitios de muestreo flora del SA y AI

No	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
1	AI-01	483119	2701463
2	AI-02	483024	2701791
3	AI-03	482953	2702151
4	AI-04	482848	2702466
5	AI-05	482857	2702622
6	AI-06	483066	2702682
7	AI-07	484221	2699977
8	AI-08	483743	2700352
9	AI-09	484033	2700921
10	AI-10	484284	2700855
11	AI-11	483951	2701208
12	AI-12	483123	2701076
13	AI-13	483788	2702185
14	AI-14	483677	2702416
15	AI-15	483750	2702637
16	AI-16	483465	2703527
17	AI-17	483447	2704012
18	AI-18	483531	2704418

No	Nombre	Coordenada X	Coordenada Y
19	AI-19	483483	2704761
20	AI-20	483225	2705064
21	M-13	484152	2702016
22	M-14	484295	2701728
23	M-15	484562	2701321
24	M-16	484718	2701666
25	M-17	485198	2701764
26	M-18	484662	2702002
27	M-19	484072	2702875
28	M-20	484437	2703018
29	M-21	484407	2703387
30	M-22	483745	2703404
31	M-23	483718	2704192
32	M-24	483952	2704557
33	M-25	482615	2705866
34	M-31	482609	2703165
35	M-32	482599	2703349
36	M-33	482390	2703643
37	M-34	482298	2703773
38	M-35	482129	2703825
39	M-36	481942	2703842
40	M-37	481795	2704067

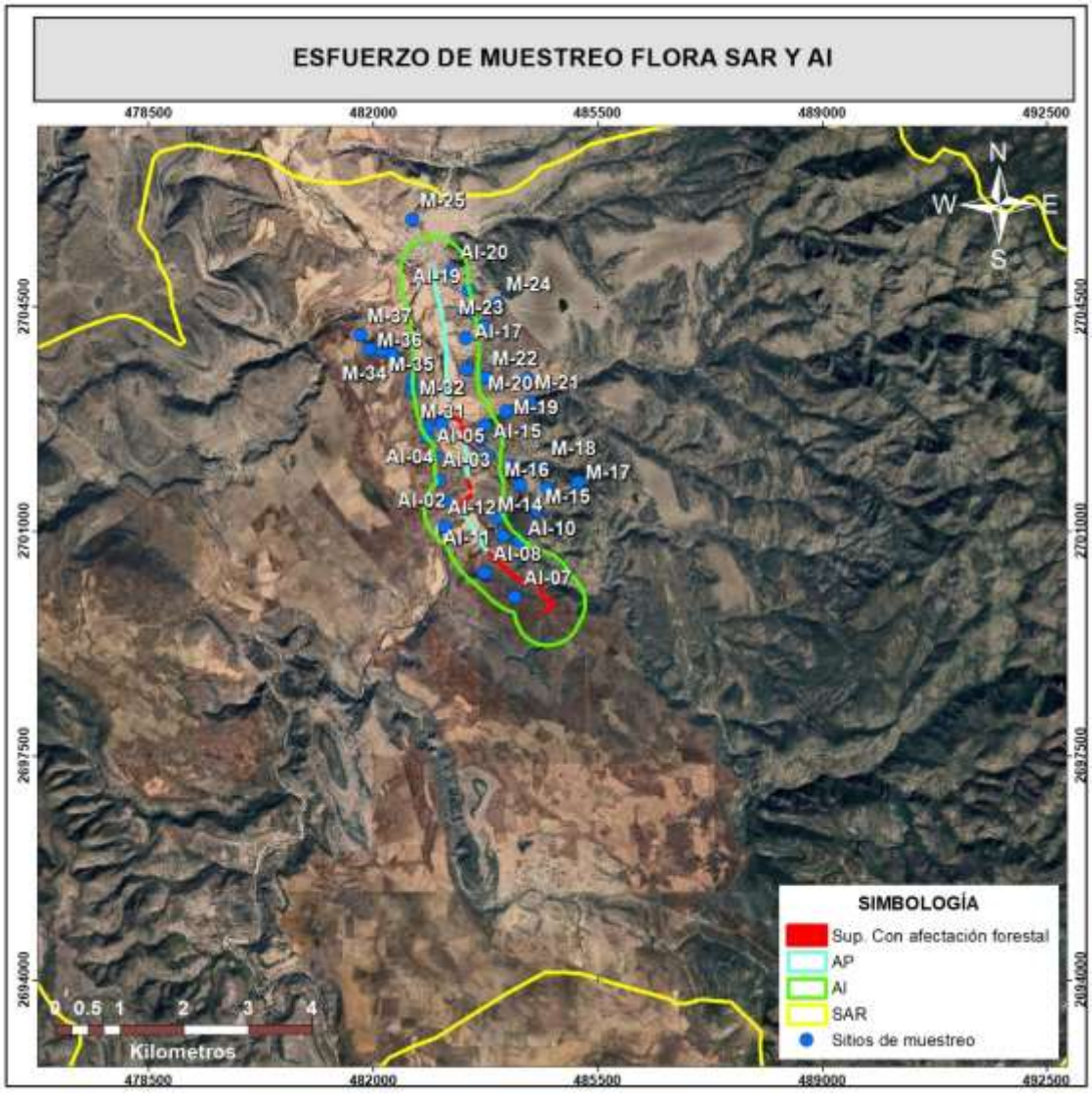

Figura IV - 34 Ubicación de los sitios de muestreo de flora en el SA

Una vez realizado el trabajo de campo se pudo determinar que las zonas no presentaban en realidad el tipo de vegetación reportado por INEGI en su conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación serie VII, escala 1: 250,000, sin embargo, si se presenta en su mayoría el tipo Vegetación secundaria arbustiva del mismo tipo (VSa/BP).

Con los datos de campo registrados, se utilizaron para conocer estudios de campos que se realizaron para conocer parámetros de la vegetación como es la riqueza específica por estrato, la densidad, dominancia y frecuencia de los siguientes parámetros que servirán de base para compararlos con los datos de flora del área sujeta a cambio de uso del suelo en el Proyecto, los datos que se analizaron y que se presentan más adelante son:

- Riqueza específica de la flora presente en el SA y
- Índices de abundancia relativa y diversidad de la flora.

III.1.1.1 Composición florística del SA y AI

Según la cartografía de INEGI la vegetación presente en el SA y AI es de vegetación de Bosque de Pino (BP), Pino-Encino (BPQ), Bosque de Encino-Pino (BQP), Pastizal Inducido (PI), y Pastizal Natural (PN), Agricultura de Temporal Anual (TA), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino (VSa/BP), Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ), y Vegetación Secundaria arbustiva de Pastizal Natural (VSa/BN), sin embargo, con base a los recorridos y levantamiento de las unidades de muestreo, existen algunas diferencias en cuanto a lo que el INEGI señala en su carta de uso de suelo y vegetación, pero de acuerdo con los recorridos realizados y el muestreo levantado, el tipo de vegetación presente, por donde pretende realizar la modernización y ampliación del camino, corresponde a **Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Pino-Encino.**

Representatividad del muestreo.

Una vez realizados los muestreos (parcelas redondas) se procedió a construir curvas de esfuerzo de muestreo o curvas de acumulación de especies, que es un método desarrollado inicialmente por Sanders (1968) y corregido posteriormente por Hulbert (1971) que calcula el número de especies esperadas en el caso de que todas las muestras poseyesen el mismo número de individuos capturados.

La incorporación de nuevas especies al inventario se relaciona con alguna medida del esfuerzo de muestreo (véase más adelante). Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. Al principio, se colectan sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada, con los métodos utilizados y durante el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (Jiménez-Valverde & Hortal, 2003).

Para la construcción de las **curvas de acumulación de especies** se utilizó el método propuesto por Jiménez-Valverde y Hortal (2003) utilizando el software: EstimateS (Colwell, 2013)..

La confiabilidad del muestreo se basa en un análisis de **curvas de acumulación de especies** (esfuerzo de muestreo), por lo tanto, a continuación, se describe la metodología para su cálculo por estrato, y se incluyen los cuadros con los resultados del programa Estimates 9.1.0.

La **curva de acumulación de especies**, representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. La forma de la curva de acumulación de especies puede variar en función del orden en que se consideren las diferentes muestras, por ello es necesario un proceso de "suavizado" de la curva, en el cual el orden de entrada de las muestras es aleatorizado. Se obtuvo la curva de acumulación de especies o promedio estadístico de adición de especies con el aumento de sitios de muestreo "S Acumulada".

Para corroborar que nuestro esfuerzo de muestreo (sitios muestreados) es suficiente y adecuado para la estimación de los diferentes indicadores de riqueza, abundancia y diversidad de especies de flora en el SA se analizó las curvas de acumulación de especies generadas mediante métodos no paramétricos y paramétricos por lo que a continuación se muestra la metodología y resultados obtenidos.

Curvas de acumulación de especies.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. Se obtuvo la curva de acumulación de especies, a través de una matriz de ausencia – presencia.

Estimación de los Índices de Riqueza y Diversidad para las Especies de Flora en el Área del SA.

Para la estimación de los diferentes índices de riqueza y diversidad para las especies de flora en el área del SA primeramente se realizaron las curvas de acumulación de especies generadas mediante la estimación de la riqueza, así como métodos no paramétricos para los distintos grupos con el objetivo de corroborar que nuestro esfuerzo de muestreo (sitios y/o transectos) son los

suficientes y adecuados para la estimación de los diferentes indicadores, para ello se utilizó la metodología y fórmulas que ya se mencionaron, por lo que a continuación se muestran los resultados obtenidos.

Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies

Para la flora del SA y AI se utilizaron 40 sitios de muestreos para los 4 estratos (arbóreo, arbustivo, herbáceo y suculentas), lo que nos permitió aplicar las siguientes matrices en formato TXT para posteriormente utilizarlo el software EstimateS 9.1.0., y obtener los siguientes resultados, como se muestra en el Cuadro IV-44 que se presenta a continuación por tipo de vegetación.

a) Estrato arbóreo

Cuadro IV-44 Resultados de datos para estrato arbóreo en el SA Y AI

Árboles								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	1.75	1.34	0.41	3.09	1.83		0	0
2	2.72	1.8	0.92	4.53	3.88		2.97	12.69
3	3.36	1.95	1.41	5.3	5.46		3.85	18.59
4	3.84	1.96	1.88	5.8	5.96		4.33	19.85
5	4.23	1.92	2.31	6.16	6.16		4.6	20.68
6	4.58	1.88	2.7	6.46	6.23		4.78	19.81
7	4.9	1.82	3.08	6.71	6.58		4.99	21.23
8	5.18	1.75	3.43	6.94	6.81		5.17	21.61
9	5.45	1.69	3.76	7.15	7.14		5.39	22.53
10	5.7	1.63	4.07	7.33	7.43		5.55	24.57
11	5.94	1.57	4.37	7.51	7.71		5.76	25.32
12	6.16	1.51	4.65	7.67	8.49		6.17	28.71
13	6.37	1.46	4.91	7.82	8.91		6.49	29.06
14	6.56	1.39	5.17	7.96	9.24		6.79	30.16
15	6.75	1.34	5.41	8.09	9.46		6.96	30.79
16	6.92	1.29	5.63	8.22	9.58		7.12	30.32
17	7.09	1.25	5.84	8.34	9.99		7.3	32.62

Árboles								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
18	7.25	1.21	6.04	8.45	10.14		7.45	33.04
19	7.4	1.17	6.23	8.56	10.01		7.5	31.45
20	7.54	1.13	6.41	8.66	10.18		7.69	31.38
21	7.67	1.09	6.58	8.76	10.29		7.79	31.33
22	7.8	1.06	6.74	8.85	10.35		7.91	30.78
23	7.91	1.02	6.89	8.94	10.91		8.22	32.09
24	8.02	0.99	7.03	9.02	10.83		8.31	31.08
25	8.13	0.97	7.16	9.1	10.74		8.39	30.77
26	8.23	0.95	7.28	9.17	10.62		8.49	28.94
27	8.32	0.92	7.4	9.24	10.6		8.61	28.21
28	8.4	0.9	7.5	9.3	10.4		8.64	26.49
29	8.48	0.88	7.6	9.36	10.39		8.7	25.97
30	8.55	0.86	7.69	9.42	10.08		8.72	23.16
31	8.62	0.85	7.77	9.47	9.99		8.81	21.53
32	8.68	0.83	7.85	9.52	9.82		8.84	19.79
33	8.74	0.82	7.92	9.56	9.66		8.91	17.9
34	8.79	0.81	7.98	9.6	9.57		8.92	17.08
35	8.83	0.8	8.03	9.64	9.49		8.92	16.29
36	8.88	0.8	8.08	9.67	9.49		8.94	16.05
37	8.91	0.78	8.13	9.7	9.39		8.98	14.91
38	8.95	0.79	8.16	9.73	9.38		9.02	14.44
39	8.98	0.79	8.19	9.76	9.23		9.01	13.19
40	9	0.78	8.22	9.78	9.16	3.31	9.01	12.47
43	9.16	3.31						

Nota: S (est) = Riqueza estimada, Ampl. 95% I.C. = Amplitud al 95% del Intervalo de confianza, I.C. = Intervalo de confianza.

b) Estrato arbustivo

Cuadro IV-45 Resultados de datos para estrato arbustivo en el SA y AI

Arbustos								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	1.85	1.11	0.74	2.96	1.8		0	0
2	3.31	1.88	1.43	5.2	5.71		0	0
3	4.49	2.43	2.06	6.92	9.37		0	0
4	5.47	2.83	2.64	8.3	10.94		6.37	42.73
5	6.29	3.12	3.17	9.42	12.5		7.37	46.84
6	7.01	3.36	3.65	10.37	13.23		7.99	49.12
7	7.63	3.54	4.09	11.18	14.22		8.78	49.56
8	8.19	3.7	4.49	11.9	15.42		9.34	54.1
9	8.7	3.84	4.86	12.54	16.17		9.81	57.07
10	9.16	3.96	5.2	13.12	16.52		10.19	57.61
11	9.58	4.06	5.52	13.65	16.1		10.32	55.75
12	9.98	4.16	5.82	14.14	17.25		10.77	61.62
13	10.35	4.26	6.09	14.6	17.58		11.25	59.99
14	10.69	4.33	6.36	15.02	18.36		11.85	60.44
15	11.01	4.4	6.61	15.42	18.72		12.19	60.9
16	11.32	4.48	6.84	15.8	19.11		12.53	61.91
17	11.61	4.55	7.06	16.15	19.68		12.79	64.09
18	11.88	4.6	7.28	16.49	20.08		13.09	65.46
19	12.14	4.66	7.48	16.81	20.11		13.39	63.06
20	12.39	4.72	7.67	17.11	20.73		13.72	65.51
21	12.63	4.77	7.86	17.4	20.95		13.91	66.65
22	12.86	4.83	8.03	17.68	20.17		14.07	58.5
23	13.07	4.87	8.2	17.95	20.94		14.39	62.19
24	13.29	4.92	8.37	18.21	20.25		14.34	58
25	13.49	4.97	8.52	18.45	20.76		14.65	59.72
26	13.68	5.01	8.67	18.7	21.56		14.86	65.17
27	13.89	5.06	8.83	18.95	22.28		15.17	69.71
28	14.06	5.1	8.96	19.16	22.94		15.37	74.17
29	14.24	5.15	9.09	19.38	21.7		15.26	65.25
30	14.41	5.19	9.22	19.6	22.65		15.57	69.88

Arbustos								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
31	14.58	5.23	9.35	19.82	22.71		15.81	67.75
32	14.75	5.28	9.47	20.03	23.44		16.15	71.36
33	14.92	5.33	9.59	20.24	24.71		16.56	78.59
34	15.08	5.38	9.7	20.45	26.05		16.83	87.95
35	15.24	5.42	9.82	20.65	27.64		17.1	100.39
36	15.39	5.47	9.92	20.86	28.3		17.32	104.15
37	15.55	5.52	10.03	21.06	29.34		17.59	110.81
38	15.7	5.57	10.13	21.27	30.61		17.94	119.11
39	15.85	5.62	10.23	21.47	32.55		18.28	133.27
40	16	5.67	10.33	21.67	33.55	107.28	18.47	140.83
43	33.55	107.28						

Nota: S (est) = Riqueza estimada, Ampl. 95% I.C. = Amplitud al 95% del Intervalo de confianza, I.C. = Intervalo de confianza

c) Estrato Herbáceas

Cuadro IV-46 Resultados de datos para estrato de herbáceas en el SA y AI

Herbáceas								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C.ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	3.82	1.55	2.27	5.38	3.75		5.87	6.03
2	6.81	2.57	4.24	9.37	16.67		8.99	57.4
3	9.21	3.24	5.97	12.44	26.11		13.01	95.44
4	11.19	3.68	7.51	14.87	26.25		14.35	89.81
5	12.88	3.98	8.9	16.86	28.5		16.38	89.87
6	14.36	4.2	10.16	18.55	29.89		18.14	86.02
7	15.67	4.35	11.32	20.03	32.12		19.21	97.36
8	16.87	4.47	12.4	21.34	34.72		20.69	104.76
9	17.98	4.56	13.42	22.54	38.94		22.93	114.26
10	19.01	4.64	14.37	23.65	41.7		23.75	133.05
11	19.98	4.7	15.28	24.69	43.65		25.11	134.64
12	20.9	4.76	16.14	25.67	47.8		26.79	149.89

Herbáceas								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C.ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
13	21.78	4.82	16.96	26.6	48.43		27.52	150.93
14	22.62	4.87	17.75	27.49	51.56		29.06	161.48
15	23.43	4.93	18.5	28.35	55.36		30.43	178.88
16	24.2	4.97	19.23	29.17	56.12		31.28	175.47
17	24.95	5.02	19.93	29.97	56.79		32.46	169.1
18	25.67	5.07	20.6	30.74	58.23		34.29	157.61
19	26.36	5.11	21.25	31.48	56.15		33.48	157.95
20	27.04	5.17	21.87	32.2	54.45		33.66	146.69
21	27.69	5.21	22.48	32.9	52.25		33.88	127.94
22	28.32	5.26	23.06	33.58	53.63		34.68	131.89
23	28.93	5.3	23.63	34.24	52.86		35.05	124.07
24	29.53	5.36	24.17	34.88	52.64		35.45	121.12
25	30.1	5.4	24.7	35.51	53.09		36.3	117.42
26	30.67	5.46	25.21	36.12	53.5		36.89	116.98
27	31.24	5.5	25.74	36.75	51.75		37.02	105.17
28	31.73	5.55	26.18	37.28	52.56		37.7	105.82
29	32.24	5.6	26.64	37.84	50.64		37.45	97.36
30	32.74	5.65	27.09	38.39	50.95		37.95	96.34
31	33.22	5.7	27.52	38.92	50.07		38.04	91.82
32	33.69	5.75	27.94	39.44	49.63		38.41	88.04
33	34.15	5.81	28.34	39.95	49.16		38.49	85.73
34	34.59	5.86	28.73	40.44	49.69		39.02	86
35	35.02	5.91	29.11	40.93	49.79		39.39	84.99
36	35.44	5.97	29.47	41.4	49.73		39.64	83.9
37	35.84	6.02	29.82	41.86	50.18		40.1	84.18
38	36.24	6.08	30.16	42.32	50.1		40.34	82.93
39	36.63	6.14	30.49	42.76	50.5		40.8	83.05
40	37	6.2	30.8	43.2	50.71	32.3	41.09	83.01
43	50.71	32.3						

Nota: S (est) = Riqueza estimada, Ampl. 95% I.C. = Amplitud al 95% del Intervalo de confianza, I.C. = Intervalo de confianza, li: límite inferior, ls: límite superior.

d) Estrato suculentas

Cuadro IV-47 Resultados de datos para estrato de suculentas en el SA y AI

Suculentas								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C.ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	2.02	1.3	0.72	3.33	2.11		0	0
2	3.15	1.7	1.45	4.86	4.7		0	0
3	3.89	1.84	2.05	5.73	5.35		4.09	17.68
4	4.43	1.89	2.54	6.32	5.72		4.57	16.73
5	4.85	1.9	2.95	6.76	6.43		5.03	19.72
6	5.19	1.9	3.29	7.1	7.12		5.49	22.28
7	5.48	1.9	3.58	7.38	7.58		5.75	24.66
8	5.72	1.88	3.84	7.6	7.6		5.96	23.01
9	5.92	1.85	4.07	7.78	7.98		6.19	24.36
10	6.1	1.83	4.27	7.93	7.62		6.24	21.08
11	6.26	1.8	4.46	8.05	7.62		6.36	20.11
12	6.39	1.76	4.63	8.15	7.61		6.47	19.28
13	6.52	1.73	4.79	8.24	7.66		6.62	18.71
14	6.63	1.7	4.93	8.32	7.71		6.72	18.5
15	6.73	1.66	5.07	8.39	7.62		6.76	17.56
16	6.82	1.62	5.2	8.45	7.79		6.89	18.18
17	6.91	1.6	5.31	8.5	7.81		6.95	17.98
18	6.99	1.57	5.42	8.56	8.18		7.13	19.86
19	7.07	1.54	5.53	8.6	8.11		7.15	19.1
20	7.14	1.51	5.63	8.65	8.17		7.26	18.88
21	7.21	1.49	5.72	8.7	8.12		7.29	18
22	7.27	1.47	5.8	8.74	8.25		7.37	18.77
23	7.33	1.45	5.88	8.78	8.26		7.41	18.45
24	7.39	1.43	5.96	8.82	8.28		7.46	18.06
25	7.44	1.41	6.03	8.86	8.34		7.51	18.17
26	7.5	1.4	6.1	8.9	8.44		7.61	18.4
27	7.55	1.39	6.16	8.93	8.52		7.65	18.77
28	7.59	1.37	6.22	8.97	8.59		7.72	19.13
29	7.64	1.36	6.28	9	8.63		7.76	19.22
30	7.68	1.35	6.33	9.03	8.58		7.78	18.76
31	7.72	1.34	6.38	9.07	8.5		7.81	17.51
32	7.76	1.34	6.42	9.1	8.44		7.81	16.97
33	7.79	1.33	6.46	9.13	8.44		7.84	16.75
34	7.83	1.33	6.5	9.16	8.41		7.86	16.31

Suculentas								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C.ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
35	7.86	1.32	6.54	9.19	8.41		7.89	16.24
36	7.89	1.32	6.57	9.22	8.48		7.96	16.47
37	7.92	1.32	6.6	9.24	8.45		7.96	16.1
38	7.95	1.32	6.63	9.27	8.51		8.01	16.47
39	7.98	1.33	6.65	9.3	8.47		8.03	15.88
40	8	1.33	6.67	9.33	8.49	7.78	8.03	16.27
43	8.49	7.78						

Nota: S (est) = Riqueza estimada, Ampl. 95% I.C. = Amplitud al 95% del Intervalo de confianza, I.C. = Intervalo de confianza, li: límite inferior, ls: límite superior.

III.1.2 Método no paramétrico

Los estimadores no-paramétricos de la riqueza de especies usan los datos obtenidos en el muestreo (sean muestras o individuos) para estimar el número de especies que no fueron detectadas. Analizaremos los estimadores no-paramétricos propuestos por Anne Chao (1984) permiten estimar la riqueza de especies mediante el número de individuos capturados en el muestreo o el número de muestras tomadas en la comunidad.

Muestras: estimador Chao2

$SChao\ 2 = Sobs + Q^2_1 / Q^2_2$
Donde:

Sobs = Riqueza de especies capturada mediante el muestreo.
Q_1 = Número de especies que fueron registradas solamente en una muestra del muestreo (singletes)

Q_2 = Número de especies que fueron registradas en dos muestras del muestreo (dobletes)

Q^2_1 / Q^2_2 Término de la ecuación que estima el número de especies no capturadas en el muestreo.

De acuerdo con lo anterior se calculó el número de especies que no fueron encontradas en los diferentes estratos (los cálculos se presentan en formato Excel en la base datos Anexo).

Cuadro IV-48 Resumen de especies encontradas por estrato

Estrato	Sobs	Singletes	Dobletes	Chao 2	Especies faltantes
Árboles	9	1	3	9	0
Arbustos	16	6	1	52	36
Herbáceas	37	15	8	41	4
Suculentas	8	1	1	9	1

Del cuadro anterior para el tipo de vegetación presente, se concluye que en el estrato arbóreo se estima que no faltan especie por registrar según el modelo de Chao 2, en el estrato arbustivo el estimador Chao 2 predice que faltan 36 especies por registrar y por último en los estratos de herbáceas y suculentas según el modelo falta 4 y 1 respectivamente.

Enseguida se puede observar en las gráficas siguientes, en los diferentes estratos de flora (arbóreo, arbustivo, epífitas y herbáceas) los resultados indican que el esfuerzo de muestreo utilizado es bueno y es adecuado para estimar los diferentes indicadores de riqueza y diversidad de las especies ecológicas presente dentro del área del SA y AI

El estimador Chao 2 nos indica que si el 95% intervalo de confianza (IC) se solapa con la riqueza máxima de especies (estimada para máximo número de muestras), esto nos indica que el muestreo fue exhaustivo, habiéndose capturado una muestra representativa de la diversidad y composición de especies de la comunidad.

En las gráficas siguientes se observa que las curvas de acumulación de especies representan un buen muestreo, dado que los intervalos de confianza de Chao 2 (punto final de la gráfica y separado del resto de los puntos) se solapan con el máximo número de muestras estimado.

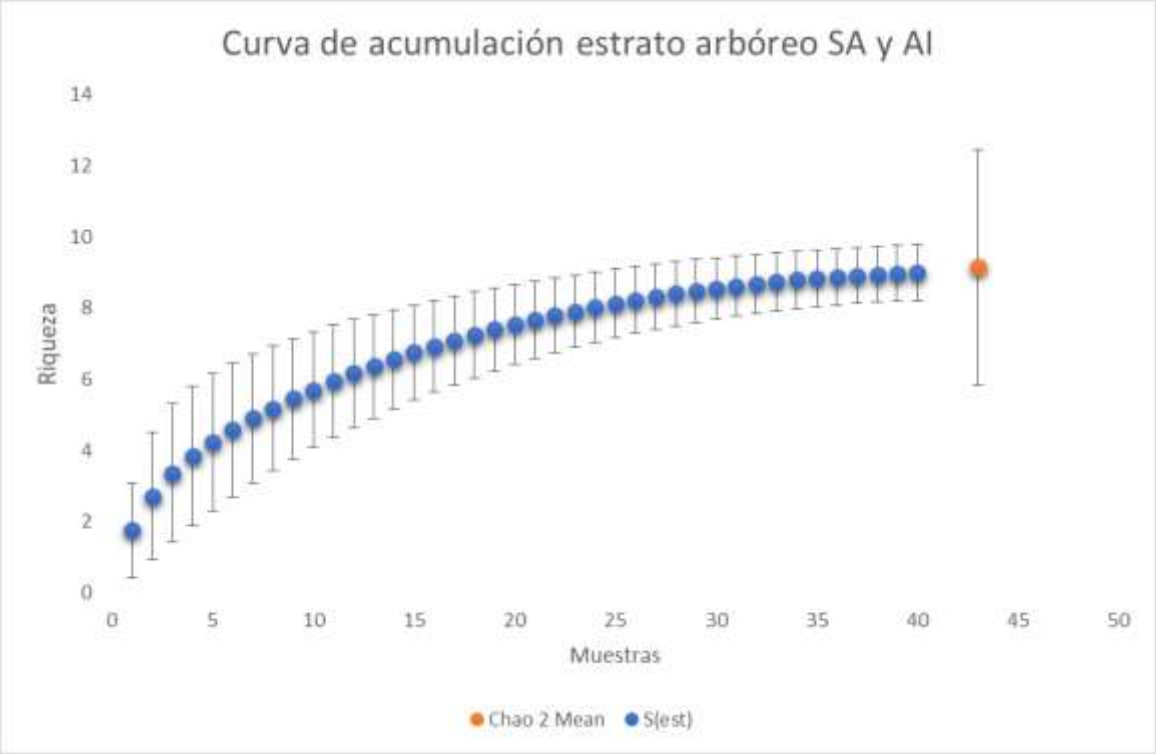

Gráfico IV- 6 Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo SA y AI



Gráfico IV-7 Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo SA y AI

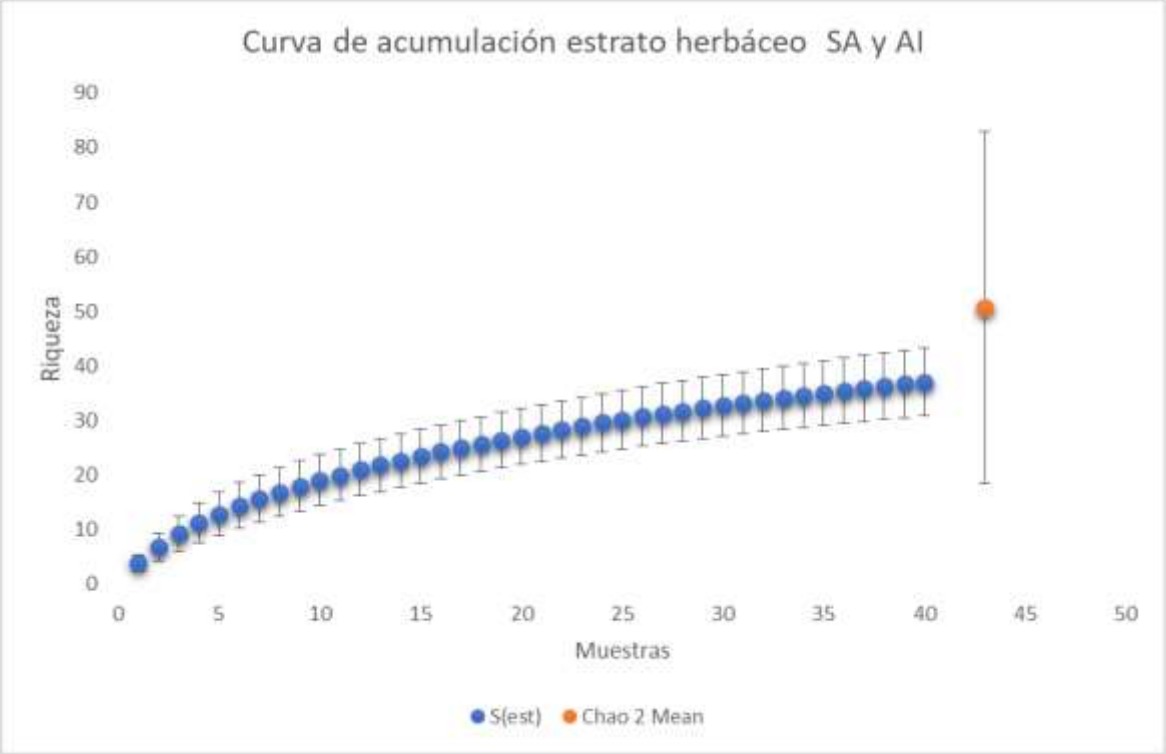

Gráfico IV-8 Curva de acumulación de especies para el estrato herbáceo SA y AI

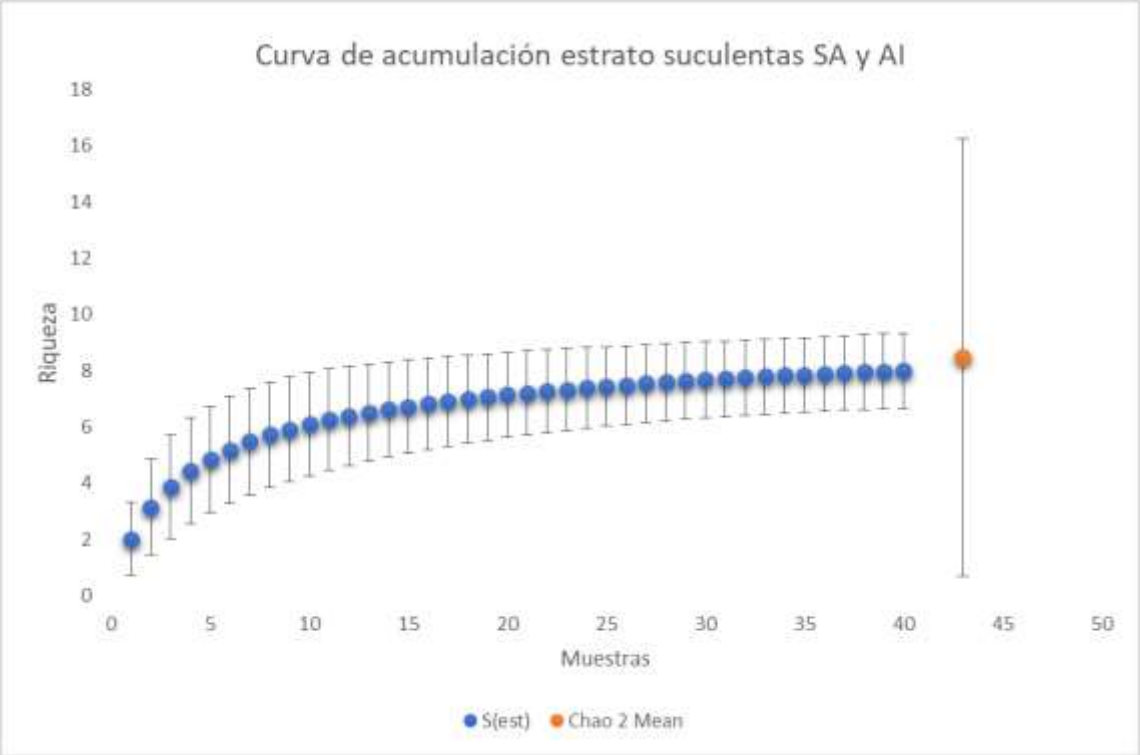

Gráfico IV-9 Curva de acumulación de especies para las suculentas SA

Método Paramétrico

Para determinar la diversidad de una comunidad usualmente tomamos una serie de muestras Esta información se puede resumir en una matriz especies-muestras o un vector especies-individuos. Todo dependerá de la naturaleza de los datos que utilicemos para las estimaciones de diversidad.

Si el muestreo fue exhaustivo (extensivo e intensivo), la tasa de acumulación de especies debiera ser cercana a cero al alcanzarse un dado número de muestras o individuos. A partir de este punto, las curvas mostrarán una asíntota, donde incrementos en el esfuerzo de muestreo no causarán aumentos sustanciales en la riqueza de especies.

Cuando esto ocurre podemos decir que nuestro muestreo capturó la mayor parte de la composición y diversidad de la comunidad bajo estudio. Si no se alcanza esta asíntota en las curvas de acumulación de especies, entonces el muestreo no fue adecuado, ya que nos faltó detectar varias especies.

Ante estas situaciones donde nuestras curvas no alcanzan una asíntota también podemos recurrir a realizar predicciones del número de especies que podría haber en la comunidad, pero que no pudimos detectar en el muestreo.

Para esto, lo primero que debemos considerar es que nuestros datos sean suficientes. En otras palabras, aunque mis curvas no alcancen la asíntota, las mismas deben tener suficientes puntos que la definan (muestras o individuos) para que los métodos de predicción de la riqueza de especies sean confiables.

Si tenemos suficientes puntos, podemos ajustar modelos de regresión asintóticos. Esto nos permitiría predecir cuántas especies pudiera potencialmente contener mi muestreo si yo hubiera incrementado el número de muestras o individuos mientras trabajaba en el campo.

Entre los modelos matemáticos que se pueden usar para predecir la riqueza de especies a partir de la información colectada en un muestreo están:

- **Modelo logarítmico $S = \alpha + \beta \log(M)$**

- **Modelo potencial $S = \alpha M^{\beta}$**

Estos métodos para estimar la riqueza de especies se conocen como **métodos paramétricos de estimación**, ya que implican calcular los valores de los parámetros (letras griegas) de las funciones matemáticas que se utilizan en los modelos de regresión. Estos valores son constantes dentro del modelo predictivo y se estiman a partir del método de los mínimos cuadrados.

Cada análisis de regresión tiene un valor asociado que nos indica cuánto se dispersan los datos en torno a la curva predicha por el modelo matemático utilizado. Este valor se denomina **Coeficiente de Determinación (R^2)** y varía entre 0 (cero) y 1 (uno).

En términos generales, podemos decir que cuanto más se aproxime el coeficiente de determinación **a 0 (CERO), menos confiable** será el modelo para realizar predicciones. Por el contrario, el modelo **será más confiable** cuando este **valor se aproxime a 1 (UNO).** Este valor también se puede expresar como un porcentaje (%)

Por lo tanto, en el siguiente apartado se presentan los resultados de los cálculos del método paramétrico (Logarítmica, Potencial y Polinómica) conforme a la proporción de especies registradas (*Sobs*). por estrato:

Estrato arbóreo

De acuerdo con los resultados obtenidos para el **coeficiente de determinación (R^2)** para el estrato **Arbóreo**, nos indica que el modelo Logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 88% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación indica que obtendríamos el mismo número de especies que se localizaron en el muestreo, indicando con esto, que el esfuerzo de muestreo fue suficiente. (Cuadro IV-49 y Gráfico IV-10).

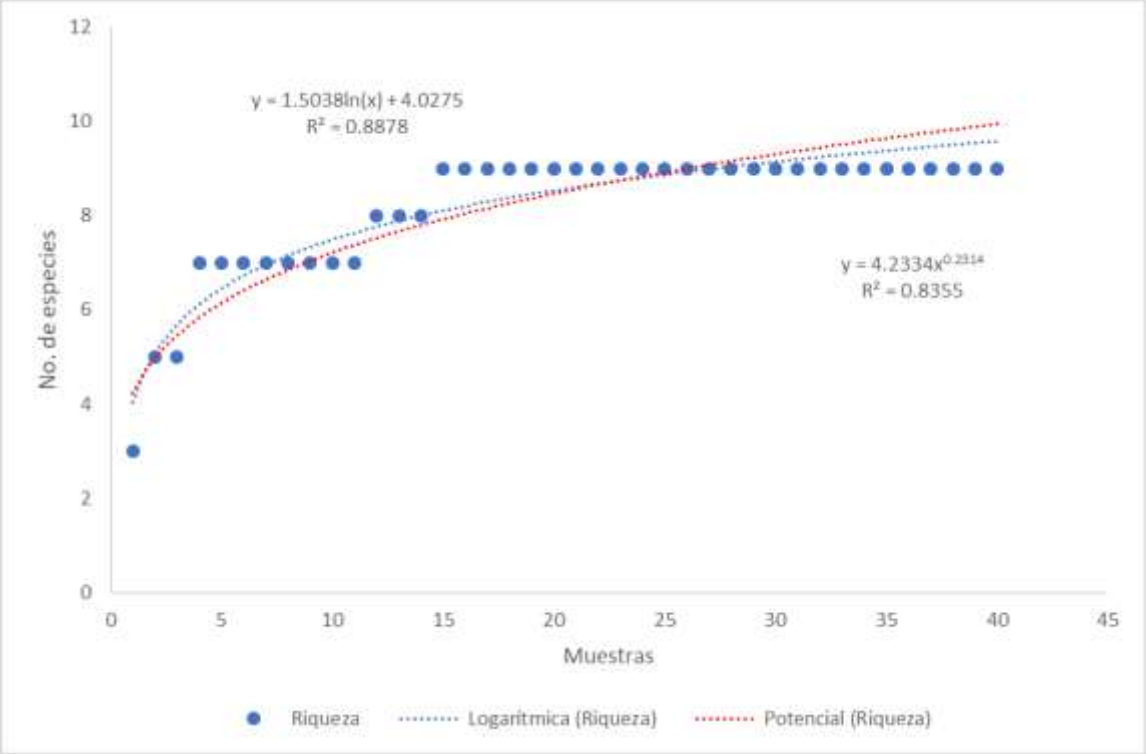

Gráfico IV-10 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) árboles

Cuadro IV-49 Modelo logarítmico árboles

UM	alfa	beta	Resultado
40	1.5038	4.0275	10
45	1.5038	4.0275	10

Estrato arbustivo.

De acuerdo con los resultados obtenidos para los coeficientes de correlación (R^2) para el estrato **Arbustivo**, nos indica que el modelo Logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, el modelo logarítmico presenta un 94% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación logarítmica nos indica que al realizar 5 sitios de muestreos más obtendríamos una especie más, considerando que el esfuerzo de muestreo realizado fue suficiente (Gráfico IV-11 y Cuadro IV-50).

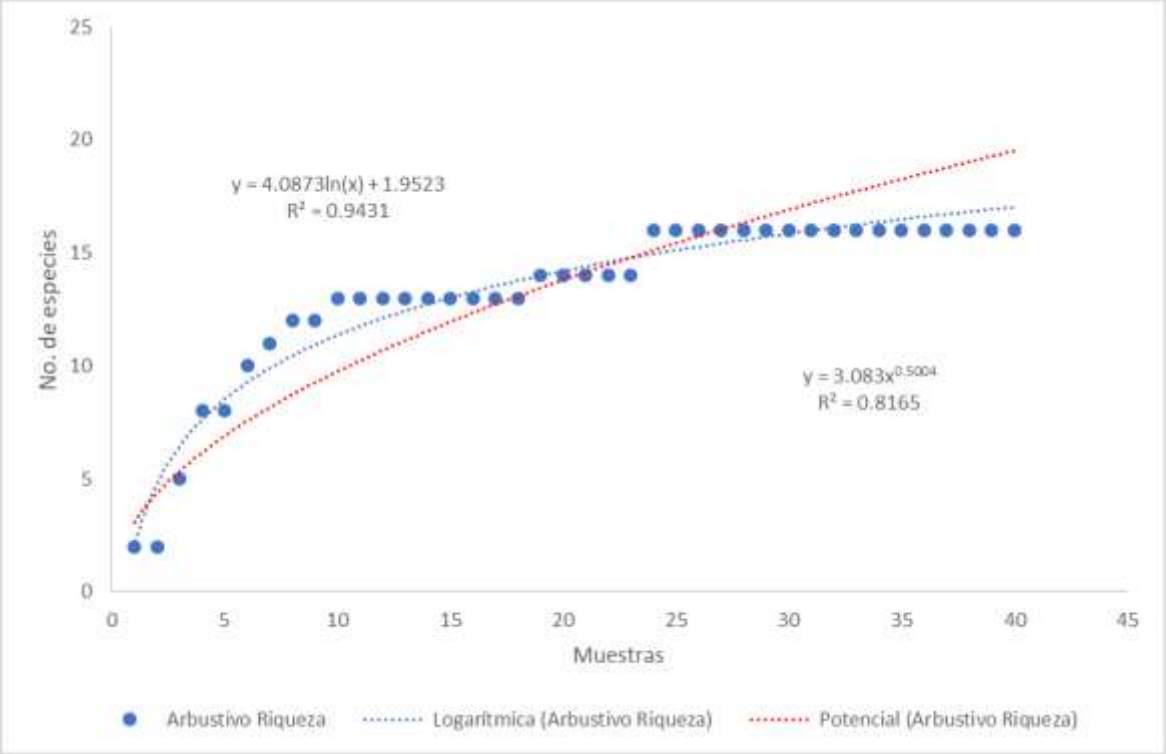

Gráfico IV-11 Estimación de los modelos paramétricos (Logarítmica y potencial) arbustos

Cuadro IV- 50 Modelo logarítmico arbustos

UM	alfa	beta	Resultado
40	4.0873	1.9523	17
45	4.0873	1.9523	18

III.1.2.1 Estrato herbáceas

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Herbáceas**, nos indica que el modelo potencial es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 97% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación y al realizar 5 sitios de muestreo más las mismas se localizaría una especie más, indicando con esto que el esfuerzo de muestreo fue suficiente.(Gráfico IV-12 y Cuadro IV-51)

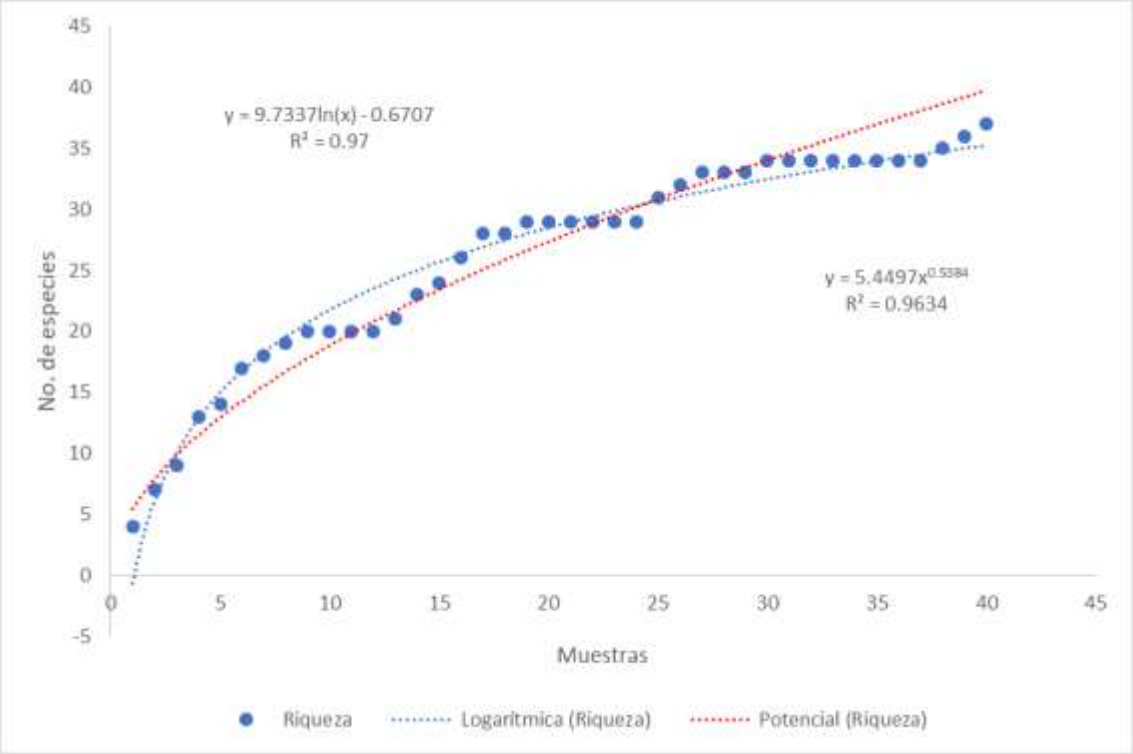

Gráfico IV-12 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) herbáceas

Cuadro IV-51 Modelo logarítmico herbáceas

UM	alfa	beta	Resultado
40	9.7337	-0.6707	35
45	9.7337	0.6707	36

Estrato suculentas.

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Suculentas** nos indica que el modelo logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 92% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación, indicando que aun y cuando se realizaran 5 sitios de muestreos más se encontraría una especie más, considerando con esto que el esfuerzo de muestreo fue suficiente.

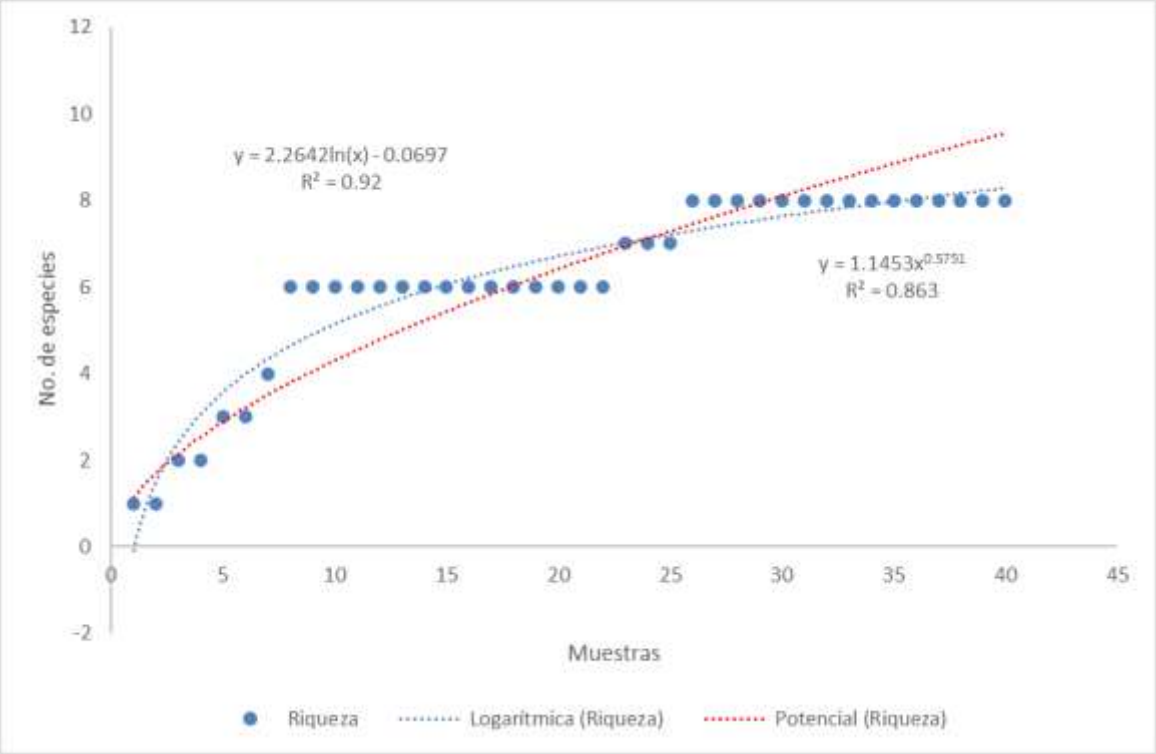

Gráfico IV-13 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) Suculentas

Cuadro IV-52 Modelo potencial suculentas

UM	alfa	beta	Resultado
40	2.2642	-0.0697	8
45	2.2642	-0697	9

En conclusión, podemos decir que los esfuerzos de muestreos realizados para cada estrato de flora del SA es el adecuado para las estimaciones de los diversos indicadores de biodiversidad (índice de Shannon-Wiener, así como el IVI).

Intensidad de muestreo.

En total, la superficie de muestreo fue de 16,000 m², que representan una intensidad de muestreo del 0.005% con respecto a la superficie total del SA.

Riqueza de especies.

Con base en los resultados del estudio de campo realizado para la SA se registraron 70 especies pertenecientes a 4 estratos. El estrato mejor representado fue el herbáceo con 37 especies,

seguido de las arbustos con 26 especies, 9 especies para el estrato arbóreo y con 8 especies para las suculentas, como se muestra en el siguiente cuadro

Cuadro IV- 53 Riqueza por estrato

Índice	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Suculentas
Riqueza S =	9	16	37	8

En resumen, en esta comunidad vegetal, en su estrato arbóreo encontramos 9 especies, siendo las siguientes especies, las de mayor importancia *Pinus cembroides y Quercus grisea.*

En lo que respecta al estrato arbustivo, se localizan 16 especies, entre las cuales se localizó la especie *Dalea bicolor* siendo la principal especie en el SA.

Para el estrato herbáceo, se encontraron 37 especies, siendo las de mayor abundancia, las especies *Tagetes micrantha, Bouteloua gracilis y Bidens odorata*.

Por último, en el estrato de suculentas se identificaron solo 8 especies, siendo la especie *Mammillaria heyderi,* la dominante.

Enseguida se presenta el listado de flora por estrato encontrados en el SA, indicando las especies consideradas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su distribución.

Cuadro IV- 54 Listado de flora SA

ID	Nombre Científico	Nombre común	Estrato	NOM-059 SEMARNAT	Distribución
1	*Alnus acuminata*	Aliso	Árbol	---	---
2	*Buddleja cordata*	Tepozán	Árbol	---	---
3	*Pinus cembroides*	Pino piñonero	Árbol	---	---
4	*Pinus chihuahuensis*	Pino prieto	Árbol	---	---
5	*Quercus arizonica*	Encino	Árbol	---	---
6	*Quercus durifolia*	Encino	Árbol	---	---
7	*Quercus grisea*	Encino	Árbol	---	---
8	*Salix bonplandiana*	Sauce	Árbol	---	---
9	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Árbol	---	---
10	*Ageratina brevipes*	Ageratina	Arbusto	---	---
11	*Ageratina espinosarum*	Ageratina brillosa	Arbusto	---	---

ID	Nombre Científico	Nombre común	Estrato	NOM-059 SEMARNAT	Distribución
12	*Baccharis pteronioides*	H. del pasmo	Arbusto	---	---
13	*Baccharis salicifolia*	Jarilla	Arbusto	---	---
14	*Bouvardia ternifolia*	Campanita	Arbusto	---	---
15	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	Arbusto	---	---
16	*Calliandra eriophylla*	Falso mezquite	Arbusto	---	---
17	*Dalea bicolor*	Engordacabra	Arbusto	---	---
18	*Lantana camara*	Lantana	Arbusto	---	---
19	*Mimosa aculeaticarpa*	Gatuño	Arbusto	---	---
20	*Mimosa monancistra*	Gatuño uña de gato	Arbusto	---	---
21	*Nolina durangensis*	Palmilla	Arbusto	---	---
22	*Painteria elachistophylla*	Ebanillo	Arbusto	---	---
23	*Purshia mexicana*	Chivatillo	Arbusto	---	---
24	*Salvia regla*	Aretillo	Arbusto	---	---
25	*Wedelia acapulcensis var. hispida*	Clemolillo	Arbusto	---	---
26	*Acalypha monostachya*	H. del Cáncer	Herbácea	---	---
27	*Adiantum capillus veneris*	Culantrillo	Herbácea	---	---
28	*Amaranthus hybridus*	Quelite	Herbácea	---	---
29	*Ambrosia psilostachya*	Estafiate	Herbácea	---	---
30	*Aristida divaricata*	Z. tres barbas	Herbácea	---	---
31	*Astrolepis sinuata*	Helecho	Herbácea	---	---
32	*Bidens odorata*	Aceitilla	Herbácea	---	---
33	*Bothriochloa barbinodis*	Z. mota	Herbácea	---	---
34	*Bouteloua gracilis*	Z. navajita	Herbácea	---	---
35	*Cenchrus ciliaris*	Zacate bufel	Herbácea	---	---
36	*Chenopodium graveolens*	H. del zorrillo	Herbácea	---	---
37	*Commelina erecta*	H. del pollo	Herbácea	---	---
38	*Cyperus seslerioides*	Z. de toche	Herbácea	---	---
39	*Dalea bicolor*	Engordacabra	Herbácea	---	---
40	*Dichondra argenta*	Oreja de ratón	Herbácea	---	---
41	*Eragrostis intermedia*	Z. Llanero	Herbácea	---	---
42	*Euphorbia prostrata*	H. de la golondrina	Herbácea	---	---
43	*Guilleminea densa*	Alfombrilla	Herbácea	---	---
44	*Helianthus petiolaris*	Girasolillo	Herbácea	---	---
45	*Ipomoea purpurea*	Correguela	Herbácea	---	---
46	*Manfreda scabra*	Amole	Herbácea	---	---
47	*Melinis repens*	Z. rosado	Herbácea	---	---

ID	Nombre Científico	Nombre común	Estrato	NOM-059 SEMARNAT	Distribución
48	*Microchloa kunthii*	Z. de llano	Herbácea	---	---
49	*Milla biflora*	Azucena	Herbácea	---	---
50	*Mirabilis jalapa*	Maravilla	Herbácea	---	---
51	*Muhlenbergia minutissima*	Z. liendrilla	Herbácea	---	---
52	*Oxalis decaphylla*	Trébol largo	Herbácea	---	---
53	*Paspalum convexum*	Z. blanco	Herbácea	---	---
54	*Salvia tilifolia*	Chía	Herbácea	---	---
55	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de chanate	Herbácea	---	---
56	*Sida abutilifolia*	H. de la viejita	Herbácea	---	---
57	*Stevia serrata*	H. de San Nicolás	Herbácea	---	---
58	*Tagetes lunulata*	Cempasúchil	Herbácea	---	---
59	*Tagetes micrantha*	Anisillo	Herbácea	---	---
60	*Verbesina encelioides*	Girasolillo	Herbácea	---	---
61	*Viguiera linearis*	Lampotillo	Herbácea	---	---
62	*Zinnia peruviana*	Mal de ojo	Herbácea	---	---
63	*Coryphantha compacta*	Biznaga	Suculenta	---	---
64	*Mammillaria heyderi*	Biznaga	Suculenta	---	---
65	*Nolina durangensis*	Palmilla	Suculenta	---	---
66	*Opuntia durangensis*	Nopal duraznillo	Suculenta	---	---
67	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla	Suculenta	---	---
68	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	Suculenta	---	---
69	*Opuntia robusta*	Nopal Tapón	Suculenta	---	---
70	*Thelocactus hexaedrophorus*	Biznaga de pezón	Suculenta	---	---

Nota: P: En peligro de extinción; Pr = Protegida; A = Amenazada; DD: Datos insuficientes; VU; Vulnerable; LC: Preocupación menor; NT: Estable

Análisis de diversidad de la vegetación.

Índice de Shannon.

Para calcular la diversidad florística se usó el índice de Shannon, este índice es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \ln (P_{i)}$$

Dónde:

H'= Índice de Shannon
S = número de especies
P_i = proporción de individuos de la especie *i*
A mayor valor de *H'* mayor diversidad de especies.

Estrato arbóreo.

En el estrato arbóreo para el SA donde se pretende ubicar el Proyecto posee una riqueza específica de 9 especies, las cuales poseen una equidad de 0.63, con lo cual se puede concluir que la presencia de especies dominantes en este estrato es de nivel medio.

El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992), y de acuerdo con los resultados que se obtuvieron en esta ocasión para el estrato arbóreo se puede considerar que en el área del SA y AI se tiene una biodiversidad baja.
(Cuadro IV-55).

Cuadro IV-55 Índice de Shannon del SA y AI para árboles

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
Alnus acuminata	Aliso	2	0.0077	-4.8624	0.0376
Buddleja cordata	Tepozán	1	0.0052	-5.2679	0.0272
Pinus cembroides	Pino piñonero	108	0.4433	-0.8135	0.3606
Pinus chihuahuensis	Pino prieto	1	0.0052	-5.2679	0.0272
Quercus arizonica	Encino	43	0.1778	-1.7269	0.3071
Quercus durifolia	Encino	3	0.0103	-4.5747	0.0472
Quercus grisea	Encino	67	0.2758	-1.2882	0.3552
Salix bonplandiana	Sauce	3	0.0103	-4.5747	0.0472
Vachellia schaffneri	Huizache	16	0.0644	-2.7421	0.1767
		243			1.3859
				Riqueza S	9

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
				H Calculada	1.39
				H max Ln S	2.20
				Equidad J	0.63

Estrato arbustivo.

El estrato arbustivo para el SA y AI donde se pretende ubicar el Proyecto posee una riqueza específica de 16 especies, las cuales poseen una distribución de 0.59, con el cual se concluye que la presencia de especies dominantes de este estrato está presente.

La máxima diversidad que puede alcanzar es de 2.77 y la H´ calculada es de 1.64 lo que nos indica que dentro de este estrato faltan especies para alcanzar la máxima diversidad posible.

El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992), y de acuerdo con los resultados que se obtuvieron en esta ocasión para el estrato arbustivo, se puede considerar que en el área del SA y AI se tiene una biodiversidad baja. (Cuadro IV-56).

Cuadro IV-56 Índice de Shannon del SA y AI para arbustos

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
Ageratina brevipes	Ageratina	11	0.0090	-4.7090	0.0424
Ageratina espinosarum	Ageratina brillosa	3	0.0020	-6.2131	0.0124
Baccharis pteronioides	H. del pasmo	3	0.0020	-6.2131	0.0124
Baccharis salicifolia	Jarilla	6	0.0050	-5.2968	0.0265
Bouvardia ternifolia	Campanita	19	0.0150	-4.1982	0.0631
Brickellia veronicifolia	Estrellita	3	0.0020	-6.2131	0.0124
Calliandra eriophylla	Falso mezquite	168	0.1342	-2.0084	0.2695
Dalea bicolor	Engordacabra	536	0.4296	-0.8448	0.3630
Lantana camara	Lantana	1	0.0005	-7.5994	0.0038
Mimosa aculeaticarpa	Gatuño	166	0.1332	-2.0159	0.2685
Mimosa monancistra	Gatuño uña de gato	2	0.0015	-6.5008	0.0098
Nolina durangensis	Palmilla	8	0.0060	-5.1145	0.0307
Painteria elachistophylla	Ebanillo	6	0.0050	-5.2968	0.0265
Purshia mexicana	Chivatillo	2	0.0015	-6.5008	0.0098
Salvia regla	Aretillo	80	0.0641	-2.7474	0.1761
Wedelia acapulcensis var. hispida	Clemolillo	236	0.1893	-1.6645	0.3151
		1,248			1.6421

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
				Riqueza S	16
				H Calculada	1.64
				H max Ln S	2.77
				Equidad J	0.59

Estrato herbáceo.

El estrato herbáceo en el SA y AI donde se pretende ubicar el Proyecto posee una riqueza específica de 37 especies, las cuales poseen una distribución de 0.72, con lo cual se afirma la presencia de especies dominantes en un nivel bajo.

La máxima diversidad que puede alcanzar es de 3.61 y la H´ es de 2.62 lo que nos indica que dentro del estrato, se está lejos de alcanzar la máxima diversidad posible.

De acuerdo con la escala que se tienen para el índice de Shannon, en el estrato herbáceo se tiene una biodiversidad media.

Se tienen para el índice de Shannon, en el estrato herbáceo se tiene una biodiversidad media.

Cuadro IV-57 Índice de Shannon SA herbáceas

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
Acalypha monostachya	H. del Cáncer	250	0.0005	-7.6348	0.0037
Adiantum capillus veneris	Culantrillo	250	0.0005	-7.6348	0.0037
Amaranthus hybridus	Quelite	750	0.0014	-6.5362	0.0095
Ambrosia psilostachya	Estafiate	2,500	0.0048	-5.3322	0.0258
Aristida divaricata	Z. tres barbas	750	0.0014	-6.5362	0.0095
Astrolepis sinuata	Helecho	1,000	0.0019	-6.2485	0.0121
Bidens odorata	Aceitilla	100,250	0.1938	-1.6409	0.3180
Bothriochloa barbinodis	Z. mota	2,750	0.0053	-5.2369	0.0278
Bouteloua gracilis	Z. navajita	62,750	0.1213	-2.1094	0.2559
Cenchrus ciliaris	Zacate bufel	5,000	0.0097	-4.6391	0.0448
Chenopodium graveolens	H. del zorrillo	2,750	0.0053	-5.2369	0.0278
Commelina erecta	H. del pollo	16,000	0.0309	-3.4759	0.1075
Cyperus seslerioides	Z. de toche	42,750	0.0826	-2.4932	0.2061
Dalea bicolor	Engordacabra	9,500	0.0184	-3.9972	0.0734
Dichondra argenta	Oreja de ratón	6,250	0.0121	-4.4159	0.0534
Eragrostis intermedia	Z. Llanero	32,250	0.0623	-2.7750	0.1730
Euphorbia prostrata	H. de la golondrina	19,000	0.0367	-3.3041	0.1214

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
Guilleminea densa	Alfombrilla	2,250	0.0043	-5.4376	0.0237
Helianthus petiolaris	Girasolillo	12,750	0.0246	-3.7030	0.0913
Ipomoea purpurea	Correguela	2,750	0.0053	-5.2369	0.0278
Manfreda scabra	Amole	8,250	0.0159	-4.1383	0.0660
Melinis repens	Z. rosado	1,000	0.0019	-6.2485	0.0121
Microchloa kunthii	Z. de llano	7,000	0.0135	-4.3026	0.0582
Milla biflora	Azucena	4,000	0.0077	-4.8622	0.0376
Mirabilis jalapa	Maravilla	500	0.0010	-6.9417	0.0067
Muhlenbergia minutissima	Z. liendrilla	2,000	0.0039	-5.5554	0.0215
Oxalis decaphylla	Trébol largo	7,750	0.0150	-4.2008	0.0629
Paspalum convexum	Z. blanco	29,000	0.0561	-2.8812	0.1615
Salvia tilifolia	Chía	1,000	0.0019	-6.2485	0.0121
Sanvitalia procumbens	Ojo de chanate	500	0.0010	-6.9417	0.0067
Sida abutilifolia	H. de la viejita	4,000	0.0077	-4.8622	0.0376
Stevia serrata	H. de San Nicolás	500	0.0010	-6.9417	0.0067
Tagetes lunulata	Cempasúchil	3,000	0.0058	-5.1499	0.0299
Tagetes micrantha	Anisillo	105,250	0.2035	-1.5922	0.3240
Verbesina encelioides	Girasolillo	750	0.0014	-6.5362	0.0095
Viguiera linearis	Lampotillo	4,250	0.0082	-4.8016	0.0395
Zinnia peruviana	Mal de ojo	16,000	0.0309	-3.4759	0.1075
		517,250			2.6161
				Riqueza S	37
				H Calculada	2.62
				H max Ln S	3.61
				Equidad J	0.72

Estrato Suculentas.

El estrato de suculentas en el SA y AI donde se pretende ubicar el Proyecto posee una riqueza específica de 8 especies, las cuales poseen una distribución de 0.75, con este valor se afirma que la presencia de especies dominantes es de nivel bajo.

La máxima diversidad que puede alcanzar es de 2.08 y la H´ es de 1.55 lo que nos indica que dentro de este estrato está lejos de alcanzar la máxima diversidad posible.

De acuerdo con la escala que se tienen para el índice de Shannon, en el estrato de suculentas se tiene una biodiversidad baja.

Cuadro IV- 58 Índice de Shannon SA suculentas

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)
Coryphantha compacta	Biznaga	12	0.0387	-3.2520	0.1258
Mammillaria heyderi	Biznaga	141	0.4582	-0.7803	0.3576
Nolina durangensis	Palmilla	4	0.0122	-4.4047	0.0538
Opuntia durangensis	Nopal duraznillo	30	0.0978	-2.3252	0.2273
Opuntia ficus-indica	Nopal de castilla	1	0.0041	-5.5033	0.0224
Opuntia leucotricha	Nopal duraznillo	38	0.1222	-2.1021	0.2569
Opuntia robusta	Nopal Tapón	60	0.1955	-1.6321	0.3191
Thelocactus hexaedrophorus	Biznaga de pezón	22	0.0713	-2.6411	0.1883
		307			1.5512
				Riqueza S	8
				H Calculada	1.55
				H max Ln S	2.08
				Equidad J	0.75

Cuadro IV- 59 Resumen de índice de Shannon SA y AI por tipo de vegetación

Índice	**Arbóreo**	**Arbustivo**	**Herbáceo**	**Suculentas**
Riqueza S =	9	16	37	8
H´ calculada =	1.39	1.64	2.62	1.55
H Max = LnS =	2.20	2.77	3.61	2.08
Equidad (J) = H/Hmax=	0.63	0.59	0.72	0.75

Índice de Valor de Importancia.

Con la información del muestreo de los estratos vegetales se calcularon los parámetros de la vegetación como densidad, dominancia y frecuencia de las especies dentro del área de estudio y así obtener el Índice de Valor de Importancia (IVI).

EL IVI es un parámetro que estima el aporte o significación ecológica de cada especie en la comunidad, el valor máximo es 300%, mientras más se acerque una especie a este valor, mayor será su importancia ecológica y dominio florístico sobre las demás especies presentes y es igual a la suma de la dominancia, la abundancia y la frecuencia.

En el presente caso, solo se estimó el estrato herbáceo a un valor máximo de 300%, esto debido a que en el resto de los estratos (Arbóreo, arbustivo y crasas) se realizó un censo de estos estratos a nivel de AP, motivo por el cual no se estima la frecuencia relativa y por lo tanto el valor

máximo se estimó en 200%, esto se realiza para poder realizar la comparación entre el escenario del SA y CUSTF.

Para el cálculo de dichos parámetros ecológicos se utilizaron las siguientes fórmulas:

DENSIDAD RELATIVA.

La densidad relativa es la relación de la densidad de una especie con respecto a la densidad total de las especies estudiadas.

DENSIDAD RELATIVA=TOTAL DE INDIVIDUOS DE UNA ESPECIE

$$Densidadrelativa = \frac{total\ de\ individuos\ por\ especie}{total\ de\ individuos}(100)$$

FRECUENCIA RELATIVA

$$Frecuenciarelativa = \frac{frecuencia\ de\ una\ especie}{frecuencia\ total\ de\ las\ especies}(100)$$

DOMINANCIA (COBERTURA)

La dominancia se produce cuando una o varias especies controlan las condiciones ambientales que influyen en las especies asociadas.

$$Dominancia = área\ ocupada\ porla\ copa\ de\ un\ individuo\ x\ individuos\ de\ una\ especie$$
$$Cobertura\ relativa = dominancia \div dominancia\ total * 100$$

Respecto a la estructura de la vegetación, Curtis y McIntosh (1951) desarrollaron un índice de valor de importancia que es el producto de la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignado a cada especie. (Se anexa en formato digital memoria de cálculo).

IVI para el estrato arbóreo.

Las especies que presentan mayor valor de importancia en el estrato arbóreo es *Pinus cembroides y Quercus grisea,* representa el valor más alto, esto se debe a que tiene los valores más altos de número de individuos y frecuencia relativa en el SA, la especie de menor valor de importancia corresponde a *Buddleja cordata.*

Cuadro IV-60 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA árboles

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	*Alnus acuminata*	Aliso	0.77	1.322	2.10
2	*Buddleja cordata*	Tepozán	0.52	1.102	1.62
3	*Pinus cembroides*	Pino piñonero	44.33	23.890	68.22
4	*Pinus chihuahuensis*	Pino prieto	0.52	2.707	3.22
5	*Quercus arizonica*	Encino	17.78	19.358	37.14
6	*Quercus durifolia*	Encino	1.03	2.266	3.30
7	*Quercus grisea*	Encino	27.58	38.370	65.95
8	*Salix bonplandiana*	Sauce	1.03	7.963	8.99
9	*Vachellia schaffneri*	Huizache	6.44	3.022	9.47
			100	100	200

IVI para el estrato arbustivo.

La especie que presenta mayor valor de importancia en el estrato arbustivo es *Dalea bicolor,* representa el valor más alto, esto se debe a que tiene los valores más altos de número de individuos en el SA, la especie de menor valor de importancia corresponde a *Purshia mexicana.*

Cuadro IV-61 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA arbustos

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	*Ageratina brevipes*	Ageratina	0.90	5.17	6.07
2	*Ageratina espinosarum*	Ageratina brillosa	0.20	1.55	1.75
3	*Baccharis pteronioides*	H. del pasmo	0.20	3.27	3.47
4	*Baccharis salicifolia*	Jarilla	0.50	1.72	2.22
5	*Bouvardia ternifolia*	Campanita	1.50	2.58	4.09
6	*Brickellia veronicifolia*	Estrellita	0.20	1.38	1.58
7	*Calliandra eriophylla*	Falso mezquite	13.42	1.58	15.00
8	*Dalea bicolor*	Engordacabra	42.96	21.65	64.61
9	*Lantana camara*	Lantana	0.05	1.55	1.60
10	*Mimosa aculeaticarpa*	Gatuño	13.32	24.08	37.40
11	*Mimosa monancistra*	Gatuño uña de gato	0.15	1.36	1.51

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
12	*Nolina durangensis*	Palmilla	0.60	0.86	1.46
13	*Painteria elachistophylla*	Ebanillo	0.50	9.47	9.97
14	*Purshia mexicana*	Chivatillo	0.15	1.03	1.18
15	*Salvia regla*	Aretillo	6.41	12.40	18.81
16	*Wedelia acapulcensis var. hispida*	Clemolillo	18.93	10.33	29.26
			100	100	200

IVI para el estrato de herbáceas.

La especie que presenta mayor valor de importancia en el estrato herbáceo es *Bidens odorata*, que es la especie más dominante en este estrato.

Cuadro IV-62 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA herbáceas

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	*Acalypha monostachya*	H. del Cáncer	0.05	0.65	1.04	1.75
2	*Adiantum capillus veneris*	Culantrillo	0.05	0.65	1.39	2.09
3	*Amaranthus hybridus*	Quelite	0.14	0.65	0.21	1.01
4	*Ambrosia psilostachya*	Estafiate	0.48	1.31	1.88	3.67
5	*Aristida divaricata*	Z. tres barbas	0.14	0.65	0.84	1.63
6	*Astrolepis sinuata*	Helecho	0.19	0.65	0.21	1.06
7	*Bidens odorata*	Aceitilla	19.38	7.84	4.11	31.33
8	*Bothriochloa barbinodis*	Z. mota	0.53	1.31	2.44	4.27
9	*Bouteloua gracilis*	Z. navajita	12.13	11.11	9.12	32.36
10	*Cenchrus ciliaris*	Zacate bufel	0.97	0.65	0.70	2.32
11	*Chenopodium graveolens*	H. del zorrillo	0.53	1.31	1.18	3.02
12	*Commelina erecta*	H. del pollo	3.09	9.15	9.53	21.78
13	*Cyperus seslerioides*	Z. de toche	8.26	11.11	9.67	29.05
14	*Dalea bicolor*	Engordacabra	1.84	1.31	0.63	3.77
15	*Dichondra argenta*	Oreja de ratón	1.21	0.65	0.28	2.14
16	*Eragrostis intermedia*	Z. Llanero	6.23	6.54	8.91	21.68
17	*Euphorbia prostrata*	H. de la golondrina	3.67	5.88	5.36	14.91
18	*Guilleminea densa*	Alfombrilla	0.43	1.31	1.04	2.79
19	*Helianthus petiolaris*	Girasolillo	2.46	1.96	1.81	6.24
20	*Ipomoea purpurea*	Correguela	0.53	1.31	1.04	2.88
21	*Manfreda scabra*	Amole	1.59	0.65	1.25	3.50
22	*Melinis repens*	Z. rosado	0.19	0.65	1.04	1.89
23	*Microchloa kunthii*	Z. de llano	1.35	1.96	1.67	4.98
24	*Milla biflora*	Azucena	0.77	1.96	1.18	3.92

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
25	*Mirabilis jalapa*	Maravilla	0.10	0.65	2.78	3.53
26	*Muhlenbergia minutissima*	Z. liendrilla	0.39	0.65	0.70	1.74
27	*Oxalis decaphylla*	Trébol largo	1.50	1.31	1.95	4.75
28	*Paspalum convexum*	Z. blanco	5.61	3.27	1.60	10.48
29	*Salvia tilifolia*	Chía	0.19	0.65	0.21	1.06
30	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de chanate	0.10	0.65	0.14	0.89
31	*Sida abutilifolia*	H. de la viejita	0.77	0.65	0.49	1.91
32	*Stevia serrata*	H. de San Nicolás	0.10	0.65	0.28	1.03
33	*Tagetes lunulata*	Cempasuchil	0.58	1.96	1.25	3.79
34	*Tagetes micrantha*	Anisillo	20.35	8.50	4.45	33.30
35	*Verbesina encelioides*	Girasolillo	0.14	1.31	5.57	7.02
36	*Viguiera linearis*	Lampotillo	0.82	5.23	12.18	18.23
37	*Zinnia peruviana*	Mal de ojo	3.09	3.27	1.88	8.24
			100	100	100	300

IVI para el estrato suculentas.

La especie que presenta mayor valor de importancia en el estrato de suculentas es *Mammillaria heyderi*, que es la especie que domina este estrato.

Cuadro IV-63 Densidad, frecuencia, cobertura relativa y valor de importancia, SA suculentas

No.	Nombre Científico	Nombre común	Densidad relativa	Cobertura relativa	Valor de Importancia
1	*Coryphantha compacta*	Biznaga	3.87	1.80	5.67
2	*Mammillaria heyderi*	Biznaga	45.82	43.25	89.08
3	*Nolina durangensis*	Palmilla	1.22	4.68	5.90
4	*Opuntia durangensis*	Nopal duraznillo	9.78	11.14	20.92
5	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla	0.41	2.16	2.57
6	*Opuntia leucotricha*	Nopal duraznillo	12.22	4.14	16.36
7	*Opuntia robusta*	Nopal Tapón	19.55	29.46	49.02
8	*Thelocactus hexaedrophorus*	Biznaga de pezón	7.13	3.37	10.49
			100	100	200

Las memorias de cálculo que permiten determinar parámetros e índices de diversidad de la flora en el ecosistema por afectar dentro en el SA y AI se encuentran en los anexos digitales.

Fauna Silvestre

México forma parte de los países que cuentan con una diversidad alta derivado de su ubicación geográfica (Navarro-Sigüenza, y otros, 2014). Los anfibios con 376 especies registradas en el país equivalen al 5.3% de los reportado a nivel mundial (7,187 especies). Para los reptiles se estima que existen 864 especies (Flores-Villela & García-Vázquez, 2014). En el caso de las aves, existen entre 1,123 y 1,150 especies, cantidad que representa el 11% de las 10,500 especies que habitan en el mundo (Navarro-Sigüenza, y otros, 2014). Finalmente, se tienen 564 especies de mamíferos silvestres registrados, lo que representa el 13% de la diversidad mundial (Sánchez-Cordero, y otros, 2014).

El recurso de la fauna silvestre es uno de los menos estudiados en el estado de Durango, estado donde se ubica el SA y mucho menos en lo que es la zona de la Sierra Madre Occidental, por lo tanto, para obtener un listado de las especies con distribución potencial a nivel de SA, se tomó como referencia la información incluida en el en el estudio Regional Forestal para la UMAFOR 1007 “Durango” por considerarlo afín a la zona donde se ubica el SA del proyecto.

Debido a la falta de estudios especializados para la región, se cuestionó a los pobladores de la región sobre la existencia de fauna y de las especies que existen, aunque ellos solo saben el nombre común se investigó cuales posiblemente son las especies que allí se localizan.

Cuadro IV-64 Listado potencial de anfibios, peces, mamíferos y reptiles en el SA y AI

AVES		
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Hábitat**
Aura	*Cathartes aura*	Se localiza en asociaciones de pino – encino, su alimentación está basada en carne de animales muertos y de huevos de otras aves.
Zopilote común	*Coragyps atratus*	Ave de rapiña de amplia distribución, utiliza los cañones y áreas inaccesibles para pernoctar
Cuervo	*Corvus corax*	Ave de amplia distribución, de hábitos alimenticios de tipo omnívoros.
Guajolote	*Meleagris gallopavo*	Se localiza en bosques de pino – encino principalmente en áreas cercanas a arroyos y cuerpos de agua. (sujeta a protección especial)

AVES		
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Hábitat**
Urraca	*Aphelocoma ultramarina*	Se localiza en bosques de pino – encino principalmente en áreas cercanas a arroyos con pendientes pronunciadas; de hábitos gregarios, se alimentan de insectos y semillas.
Tordo migratorio	*Turdus migratorius*	Se localiza en el bosque de pino – encino; se alimenta de insectos y de semillas del pasto de la región
Zanate	*Molothrus aeneau*	Se localiza alrededor de las áreas agrícolas y poblaciones; se alimenta de granos
Corcove	*Caprimulgos vociferus*	Se localiza en cañadas, en bosques de pino – encino, ave insectívora de hábitos crepusculares. Anida en los árboles.
Tortolita	*Columbina inca*	Se encuentra en centros de población y áreas de cultivo.
Cuito	*Colapses auratus*	Se localiza en rodales maduros de asociación de pino – encino. Se alimenta de insectos que se encuentran en los árboles muertos, ocasionalmente se alimenta de semillas de pastos.
MAMIFEROS		
Nombre Común	**Nombre Científico**	**Hábitat**
Zorra gris	*Urocyon cinereoargenteus*	Se localiza en diversas condiciones vegetales de asociación de pino – encino; se alimenta de roedores y polluelos que caen de sus nidos. Cerca de ranchos y poblaciones se alimentan de aves de corral.
Coyote	*Canis latrans*	Se localiza cerca de asentamientos humanos; se alimenta de roedores y polluelos de aves de corral; ocasionalmente se alimenta de frutos silvestres y reptiles por necesidad. Es de amplia distribución.
Venado cola blanca	*Odocoileus virginianus*	Se localiza en diversas condiciones vegetales de asociación de pino – encino; y se alimenta principalmente de rebrote y ramas nuevas principalmente de las especies arbustivas.
Tlacuache	*Didelphis virginiana*	Habita en donde abunda el matorral y vive en oquedades del suelo y debajo de las rocas, se alimenta de huevos de aves, insectos y algunos frutos silvestres
Zorrillo	*Mephitis macroura*	Se localiza en asociaciones de pino – encino; se alimenta de roedores y huevos de aves.
Tejón	*Nasua narica*	Se localiza en asociaciones de pino – encino; cerca de cultivos de maíz, su alimentación es de insectos, raíces y maíz.
REPTILES		
Cascabel	*Crotalus basiliscus*	Se encuentra en bosques de pino – encino. (sujeta a protección especial)
Cascabel	*Crotalus molossus*	Se encuentra en bosques de pino – encino y tropical. (sujeta a protección especial)
ESPECIES DENTRO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010		
Víbora de Cascabel	*Crotalus basiliscus*	Sujeta a protección especial
Cascabel	*Crotalus molossus*	Sujeta a protección especial

Método de muestreo por grupo faunístico.

Es importante mencionar que, el conocimiento de las especies con distribución potencial en el SA y AI, permitieron definir el método y técnica de muestreo que se ajustara a las especies, lo que contribuye al registro de especies. Para establecer el método de muestreo de fauna en el SA y AI se consideró las diferencias fisiológicas y etológicas que existen entre los diferentes grupos, con el objetivo de por lo que se establecieron diferentes métodos para su registro, mismos que se enlistan a continuación.

Herpetofauna.

Para el registro de Herpetofauna se realizaron **20 transectos** de dimensiones de 100 metros de longitud, con una distribución al azar simple en el SA. El número de sitios fue de manera proporcional a la longitud del área a afectar, cubriendo una superficie no menor al 10% del área a perturbar. Se realizó una exhaustiva búsqueda en lugares potenciales tales como: afloramientos rocosos, troncos caídos, debajo de la hojarasca y cuerpos de agua.

Así mismo se anoto en una libreta de campo, los avistamientos de cada una de las especies y el tipo de vegetación de cada uno de los transectos. En los ejemplares capturados se identificaron de forma directa y en algunos casos se tomaron fotografías para su identificación por claves. Se corroboró la presencia de algunas especies de reptiles con pláticas y entrevistas con los lugareños de la zona de estudio. De igual manera se enlistaron especies que por su distribución ecológica, es muy probable su ocurrencia de acuerdo con los tipos de hábitats.

Para la búsqueda de anfibios se llevó a cabo en un periodo de las 8:00 y 12:00 h en sitios con presencia de cobertura vegetal, madrigueras, así como en zonas próximas a cuerpos de agua, mismos que son considerados áreas de importancia ecológica para los anfibios ya que es donde estos suelen reproducirse o habitar. En el caso de los reptiles, la búsqueda se realizó debajo de la hojarasca, troncos secos o rocas, los cuales actúan como sitios potenciales para el refugio de estos organismos, lo anterior con ayuda de ganchos y pinzas herpetológicas

Para algunas especies registradas en el listado de herpetofauna, se consultaron fuentes bibliográficas especializadas que nos brindaron información detallada de su distribución e

importancia ecológica entre otros, (Lemos *et al*., 2004; Bradley, 1983; Hobart, M y Edmund, D. 1982 y Natureserve, 2012).

Mamíferos.

Debe resaltarse que los sitios utilizados para el registro de herpetofauna, también fueron utilizados para el registro de mamíferos, por lo que se realizaron **20 transectos** de 100 de longitud en el SA. Registrando cualquier tipo de evidencia, como son: huellas, excretas, pelos, senderos, madrigueras, restos orgánicos, sonidos y otros rastros que indican la presencia de mamíferos.

Se recurrió a literatura especializada para corroborar la presencia de especies. (Aranda, 2000; Villarreal, 2000; Olaus y Elbroch, 2005; Fiona, 2006 y Natureserve, 2012). Se registra también las especies que no fueron observadas pero que es de posible su ocurrencia, de acuerdo con el tipo de ecosistema, además que muchas especies presentan un rango de distribución muy amplio.

Aves.

Para la elaboración de los listados, riqueza y densidad de especies de aves existente en el área del Sistema Ambiental, fue mediante 20 transectos de 100 metros de longitud.

En cada transecto se realizaron censos de aves iniciando desde antes del amanecer y se concluyeron antes de mediodía, hora en que disminuye la actividad de estas. Para la identificación de la avifauna se recurrió a la experiencia persona acumulada en ecosistemas similares, además se emplearon binoculares 10x42, así como de guías de identificación (Howell, S. N. G, y S. Webb, 1995 y Peterson, T. y E. L. Chalif 1989), todas las aves observadas y/o identificadas por su canto o llamado se registraron en una libreta de campo, anotando la especie y en el número de individuos de cada especie. Asimismo, se cotejaron las especies con categoría de riesgo según la lista de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura IV - 35 a) *Agelaius phoeniceus*; b)*Anas diazi*; c) *Ardea alba*; d) *Cathartes aura*

Las coordenadas de los sitios de muestreo de los grupos faunísticos de herpetofauna, aves y mastofauna se presentan en el Cuadro IV-65.

Cuadro IV-65 Coordenadas UTM Z 13 (WGS-84) de los transectos de muestreo de aves, mamíferos y herpetofauna en el SA

Transecto	Coordenadas Iniciales	
	X	Y
T-01	483642	2704378
T-02	484249	2702088
T-03	484453	2701500
T-04	484088	2701409
T-05	483224	2701199
T-06	483024	2700907

Transecto	Coordenadas Iniciales	
	X	Y
T-07	483067	2700597
T-08	483142	2700239
T-09	483670	2704278
T-10	484957	2704481
T-11	485822	2705281
T-12	486555	2705051
T-13	486126	2704700
T-14	484137	2704708
T-15	482609	2705249
T-16	482179	2705361
T-17	481972	2705518
T-18	481838	2705715
T-19	481632	2705967

Las memorias de cálculo que permiten determinar parámetros e índices de diversidad de la fauna en el ecosistema por afectar dentro del SA y AI se encuentran en los anexos digitales de este estudio.

Esfuerzo de muestreo

Se realizaron 20 transectos para mamíferos, herpetofauna y aves.

La demostración estadística que justifica el muestreo tomando en cuenta la biodiversidad es la siguiente:

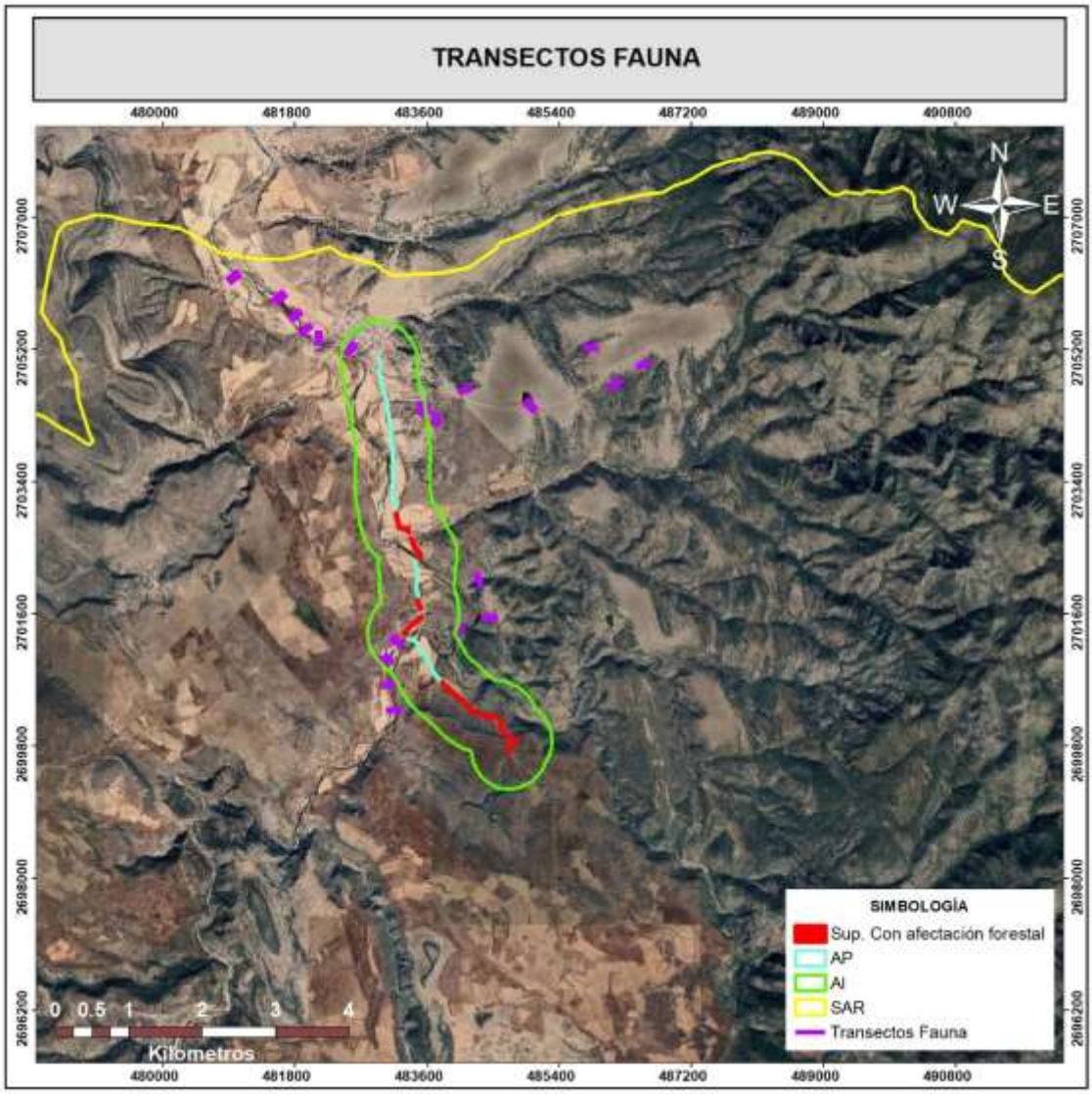

Figura IV - 36 Unidades de Muestreo de fauna SA

Se analizaron los datos encontrados separándose por componente faunístico.

El análisis fue mediante métodos de rarefacción no paramétricos (Chao 2), Modelo Logarítmico y Potencial de acuerdo con el que presente mejor ajuste (R^2) para observar la certeza de que el inventario para la biodiversidad de fauna es suficiente en el SA.

Las curvas de rarefacción se pueden construir basándonos en la acumulación de individuos o de muestras sobre el eje horizontal (X) de un sistema de coordenadas cartesianas, mientras que en el eje vertical (Y) vamos acumulando los valores de nuestras métricas de biodiversidad.

Los análisis de curvas de rarefacción basados en muestras tienen las siguientes ventajas.

- Altamente confiables y permiten comparar las métricas de diversidad de manera muy adecuada.
- Son más fáciles de comprender y explicar que las curvas de rarefacción basadas en el número de individuos.
- Aplicando los procedimientos adecuados, permiten realizar integraciones y comparaciones de las métricas de diversidad a través de escalas espaciales (permiten estimar b y g diversidad).

Una interpretación importante del estimador Chao2 es que si su 95% Intervalo de Confianza (IC) se solapa con la riqueza máxima de especies (estimada para máximo número de muestras), esto nos indica que el muestreo fue exhaustivo, habiéndose capturado una muestra representativa de la diversidad y composición de especies de las comunidades.

Para ello se utiliza el software EstimateS para confeccionar curvas de rarefacción basadas en el número de muestras que estiman las métricas de diversidad.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. Se obtuvo la curva de acumulación de especies, a través de una matriz de ausencia - presencia Estimación de los Índices de Riqueza y Diversidad para las Especies de Fauna en el Área del SA.

Para la estimación de los diferentes índices de riqueza y diversidad para las especies de fauna en el área del SA y AI primeramente se realizaron las **curvas de acumulación de especies** generadas mediante la estimación de la riqueza, así como métodos no paramétricos para los distintos grupos con el objetivo de corroborar que nuestro esfuerzo de muestreo (sitios y/o transectos) son los suficientes y adecuados para la estimación de los diferentes indicadores, para ello se utilizó la metodología y fórmulas que ya se mencionaron, por lo que a continuación se muestran los resultados obtenidos.

Los resultados obtenidos a través de la Matriz de datos presentada en el cuadro anterior se procesaron en el programa EstimateS 9.1.0., introduciendo un número de aleatorización de 100.

El resultado de este proceso se presenta en el cuadro siguiente para cada grupo faunístico, mismos que fueron graficados.

Cuadro IV-66 Resultados de datos para el componente faunístico aves SA y AI

Salida de diversidad desde el archivo de entrada: Aves								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	8.11	2.84	5.27	10.95	8.17		12.92	12.92
2	13.68	4.32	9.36	18	34.88		18.76	112.58
3	17.85	5.22	12.63	23.07	40.13		22.92	122.32
4	21.16	5.84	15.32	26.99	42.6		27.11	104.28
5	23.91	6.29	17.62	30.19	44.76		29.78	103.6
6	26.26	6.64	19.62	32.9	46.73		32.19	100.24
7	28.4	6.92	21.48	35.33	47.08		33.9	94.29
8	30.13	7.16	22.97	37.3	48.6		35.63	94.81
9	31.8	7.38	24.42	39.18	51.15		37.49	99.77
10	33.34	7.58	25.76	40.92	53.14		39.1	102.76
11	34.77	7.76	27.01	42.53	59.22		41.67	124.76
12	36.11	7.94	28.17	44.06	60.36		43.06	121.97
13	37.38	8.12	29.26	45.5	63.55		44.94	128.98
14	38.59	8.3	30.29	46.88	66.37		46.52	136.08
15	39.74	8.47	31.27	48.21	70.2		48.48	146.3
16	40.86	8.65	32.21	49.51	74.63		50.43	160.56
17	41.93	8.83	33.1	50.77	81.42		53.22	181.73
18	42.98	9.02	33.96	52	91.21		53.22	225.78
19	44	9.22	34.78	53.22	93.32		53.22	219.5
20	45	9.42	35.58	54.42	94.15	40.93	53.22	205.52
23	94.15	40.93						

Nota: I.C.= Intervalo de confianza, li=límite inferior, ls=límite superior

Cuadro IV-67 Resultados de datos para el componente faunístico herpetofauna en el SA y AI

Salida de diversidad desde el archivo de entrada: Herpetofauna								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	0.65	0.29	0.36	0.94	0.66		0	0
2	1.27	0.56	0.71	1.83	1.52		0	0
3	1.86	0.81	1.05	2.66	2.81		0	0
4	2.41	1.02	1.39	3.44	4.23		0	0

Salida de diversidad desde el archivo de entrada: Herpetofauna								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
5	2.94	1.22	1.72	4.17	5.51		3.34	22.27
6	3.45	1.4	2.05	4.86	6.63		3.84	27.82
7	3.94	1.56	2.38	5.51	7.87		4.42	33.3
8	4.37	1.71	2.66	6.08	9.83		5.25	41.95
9	4.79	1.84	2.95	6.63	11.02		5.83	46.94
10	5.19	1.96	3.23	7.14	11.57		6.1	50.43
11	5.56	2.06	3.5	7.62	12.23		6.6	52.12
12	5.91	2.16	3.75	8.07	12.51		6.94	52.01
13	6.24	2.24	4	8.48	12.65		7.17	51.11
14	6.55	2.33	4.22	8.87	12.48		7.45	47.09
15	6.83	2.39	4.44	9.23	12.57		7.65	46.69
16	7.1	2.46	4.64	9.56	12.14		7.89	40.67
17	7.35	2.53	4.82	9.88	11.52		7.97	35.91
18	7.58	2.59	4.99	10.18	11.53		8.21	34.02
19	7.8	2.65	5.15	10.45	11.17		8.3	30.71
20	8	2.72	5.28	10.72	10.53	2.17	8.36	26.05
23	10.53	2.17						

Nota: I.C.= Intervalo de confianza, li=límite inferior, ls=límite superior

Cuadro IV-68 Resultados de datos para el componente faunístico mamíferos en el SA y AI

Salida de diversidad desde el archivo de entrada: Mamíferos								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
1	0.3	0.19	0.11	0.49	0.29		0	0
2	0.58	0.35	0.23	0.93	0.63		0	0
3	0.84	0.5	0.34	1.33	1.08		0	0
4	1.08	0.62	0.46	1.7	1.48		0	0
5	1.3	0.73	0.57	2.03	1.75		0	0
6	1.51	0.83	0.68	2.33	2.06		0	0
7	1.7	0.9	0.8	2.6	2.17		0	0
8	1.86	0.96	0.9	2.82	2.49		0	0
9	2.02	1.02	1	3.03	2.67		0	0
10	2.16	1.06	1.1	3.22	2.66		0	0
11	2.29	1.1	1.19	3.38	2.86		2.24	10.66
12	2.4	1.12	1.28	3.53	3.05		2.39	11.3
13	2.51	1.15	1.36	3.66	3.23		2.54	11.88
14	2.6	1.16	1.44	3.77	3.27		2.62	11.49
15	2.69	1.18	1.51	3.87	3.38		2.73	11.89
16	2.76	1.19	1.57	3.96	3.45		2.82	11.75

Salida de diversidad desde el archivo de entrada: Mamíferos								
Muestra	**Riqueza estimada**	**Ampl. 95% I.C.**	**S(est) 95% I.C. li**	**S(est) 95% I.C. ls**	**Chao 2 Media**	**Ampl. 95% I.C. chao 2**	**Chao 2 95% I.C li**	**Chao 2 95% I.C. ls**
17	2.83	1.2	1.63	4.04	3.37		2.86	10.78
18	2.89	1.22	1.67	4.12	3.38		2.92	10.45
19	2.95	1.24	1.71	4.19	3.44		2.99	10.74
20	3	1.26	1.74	4.26	3.48	0.45	3.03	11.09
23	3.48	0.45						

Nota: I.C.= Intervalo de confianza, li=límite inferior, ls=límite superior

Como se puede observar en las gráficas siguientes, en los diferentes grupos de fauna (avifauna, mastofauna y herpetofauna) los resultados indican que el esfuerzo de muestreo utilizado es bueno y es adecuado para estimar los diferentes indicadores de riqueza y diversidad de las especies ecológicas presente dentro del área del SA y AI. El estimador Chao2 nos indica que si su 95% IC se solapa con la riqueza máxima de especies (estimada para máximo número de muestras), esto nos indica que el muestreo fue exhaustivo, habiendo capturado una muestra representativa de la diversidad y composición de especies de las comunidades.

En las gráficas siguientes se observa que las curvas de acumulación de especies representan un buen muestreo, dado que los intervalos de confianza de Chao 2 (punto ubicado al final y separado del resto) se solapan con el máximo número de muestras estimado. Para la construcción de las curvas se utilizó el método propuesto por Jiménez-Valverde y Hortal (2003) utilizando el software: EstimateS (Colwell, 2013).

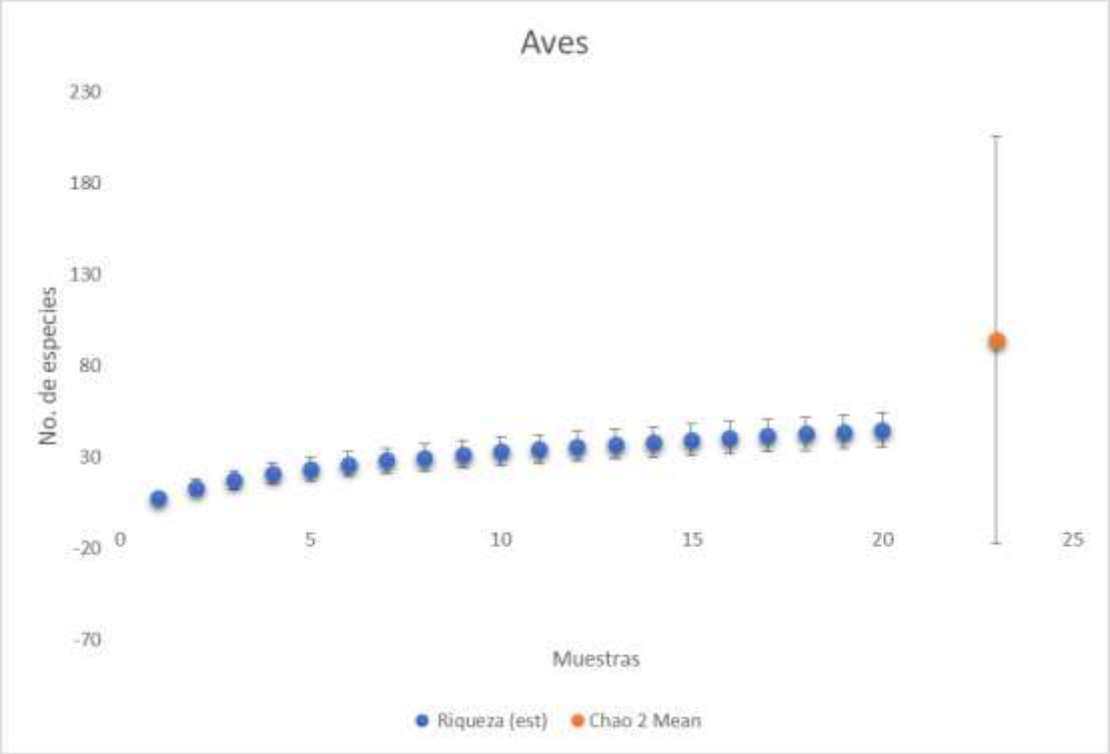

Gráfico IV-14 Curva de acumulación de especies para la avifauna del SA y AI

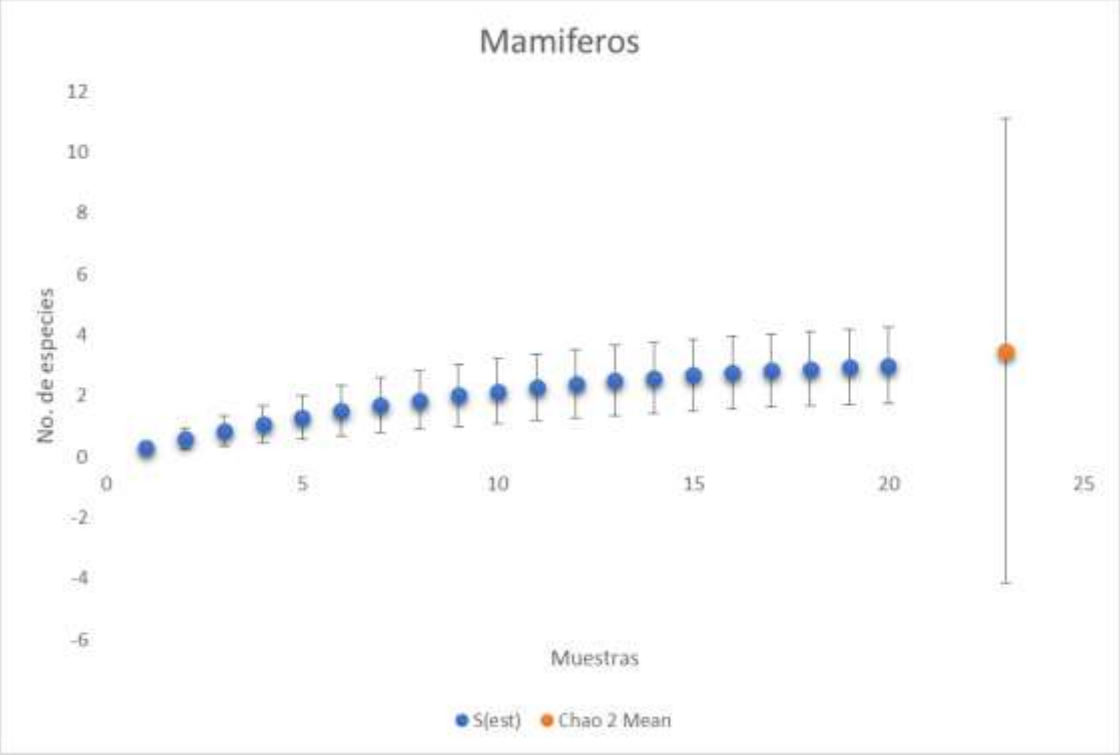

Gráfico IV-15 Curva de acumulación de especies para mamíferos del SA y AI

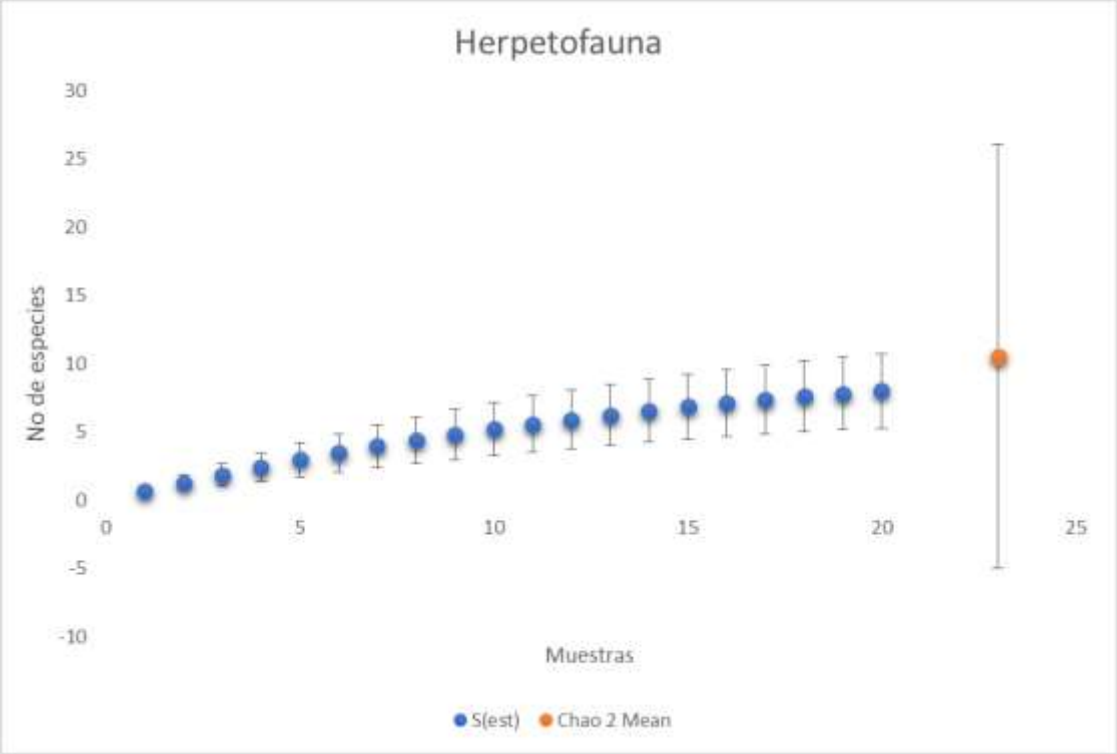

Gráfico IV- 16 Curva de acumulación de especies para la herpetofauna del SA

Modelos paramétricos.

Estimación de los modelos paramétricos (Logarítmica y Potencial) conforme a la proporción de especies registradas (Sobs).

a) Aves

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Aves**, nos indica que el modelo Logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 98% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación se tendrían que realizar 5 sitios de muestreos más para registrar una especie más en el SA, con esta situación se hace incosteable el inventario ya que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo para localizar solo una especie.

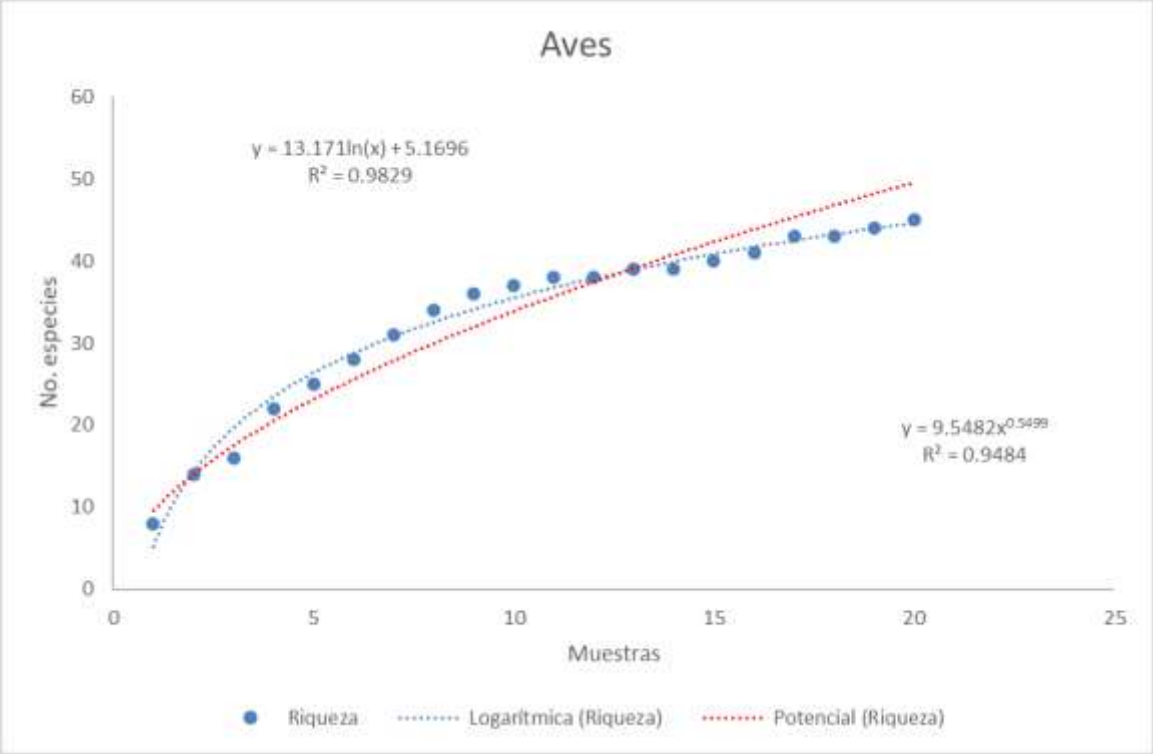

Gráfico IV-17 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) conforme a la proporción de especies registrada (S obs) aves SA y AI

Cuadro IV-69 Modelo logarítmico aves

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	5.1696	13.171	45
25	5.1696	13.171	48

b) Mamíferos

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Mamíferos**, nos indica que el modelo Potencial es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 87% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación se tendrían que realizar 5 sitios de muestreos más para registrar una especie más en el SA, con esta situación se hace incosteable el inventario ya que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo para localizar solo una especie.

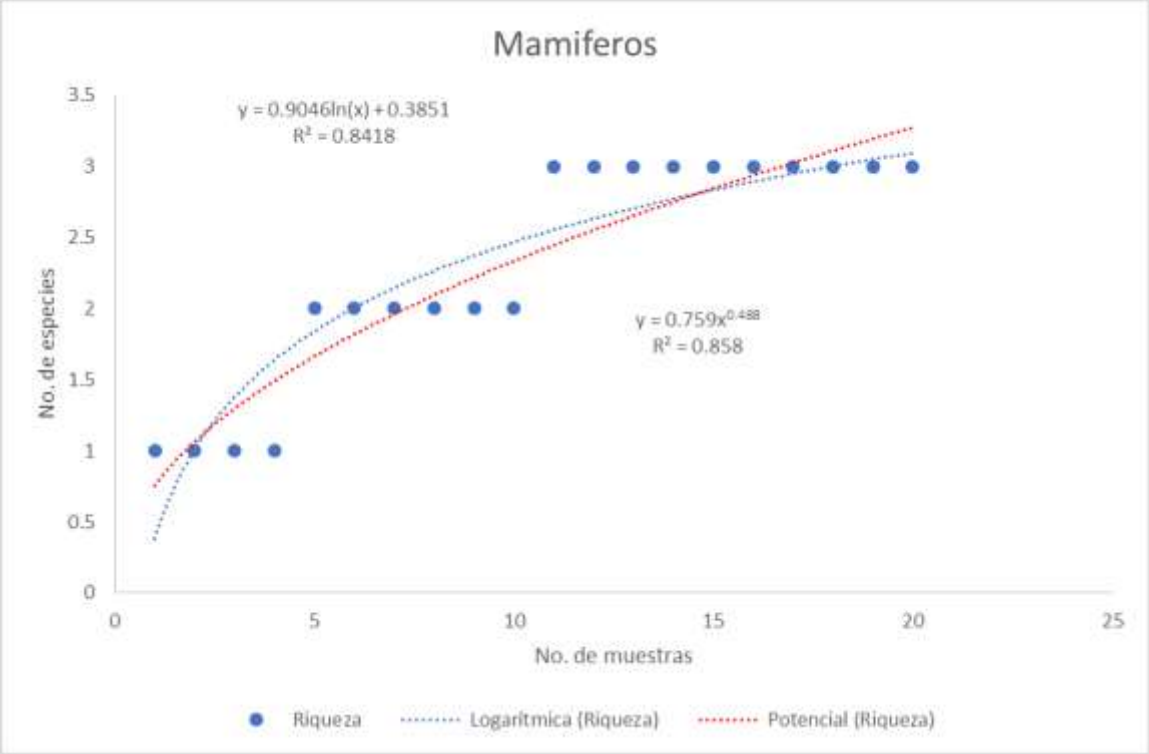

Gráfico IV- 18 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) conforme a la proporción de especies registrada (S obs) mamíferos SA y AI

Cuadro IV-70 Modelo logarítmico mamíferos

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	0.759	0.488	3
25	0.759	0.488	4

c) Herpetofauna

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Herpetofauna**, nos indica que el modelo logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 87% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación se tendrían que realizar 5 sitios de muestreos más para registrar una especie más en el SA, con esta situación se hace incosteable el inventario ya que los resultados no compensan el esfuerzo de muestreo para localizar solo una especie.

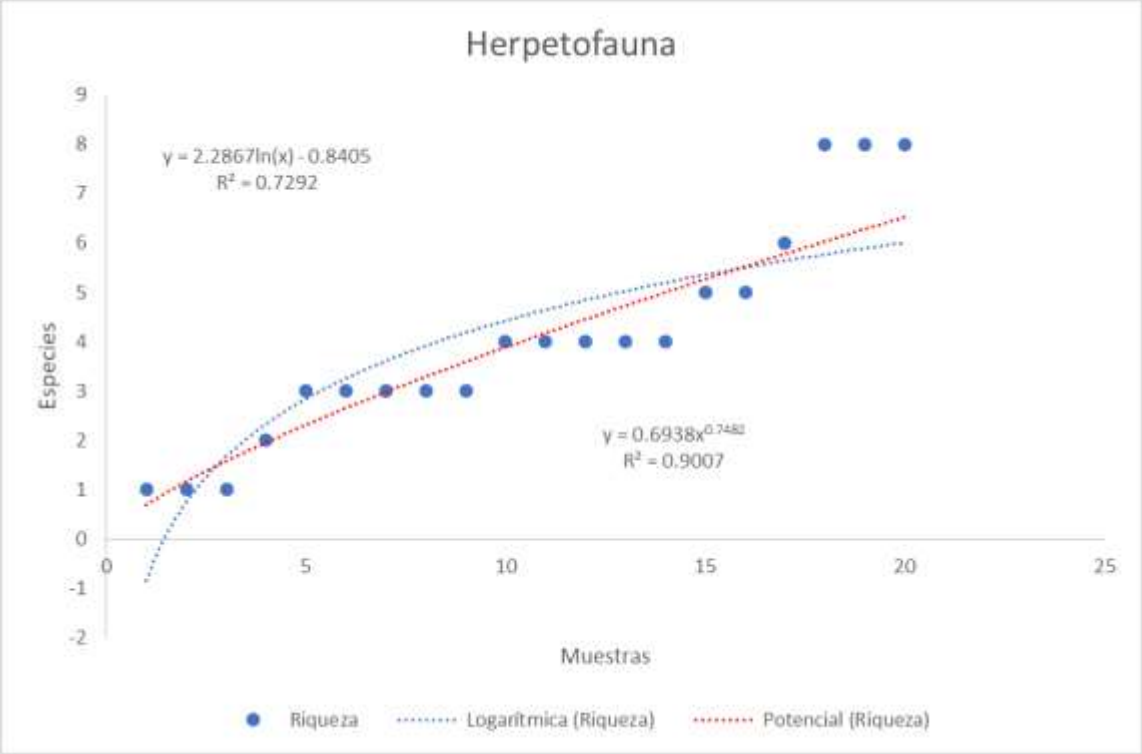

Gráfico IV- 19 Estimación de los modelos paramétricos (logarítmica y potencial) conforme a la proporción de especies registrada (*Sobs*) herpetofauna SA

Cuadro IV-71 Modelo logarítmico herpetofauna

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	0.6938	0.7482	7
25	0.6939	0.7482	8

En conclusión, podemos decir que los esfuerzos de muestreos realizados para cada grupo faunístico del SA y AI es el adecuado para las estimaciones de los diversos indicadores de biodiversidad (índice de Shannon-Wiener, Simpson, etc.).

Resultados y análisis.

De acuerdo con la información recabada de campo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada grupo faunístico de acuerdo a los tipos de vegetación muestreados dentro del área del SA y AI, calculando posteriormente los índices de diversidad.

Durante el muestreo de fauna silvestre realizado se registró un total de 56 especies; el grupo mejor representado son las aves con 45 especies, seguido del grupo de Mastofauna con 3 y 8 especies del grupo de Herpetofauna.

Cuadro IV-72 Número de especies de fauna encontradas

GRUPO	ESPECIES
Aves	45
Mamíferos	3
Herpetofauna	8
TOTAL	**56**

Riqueza específica de herpetofauna.

De acuerdo con la búsqueda de herpetofauna en los 20 transectos de muestreo ubicados en el SA, se identificó un total de 8 especies, mismas que son de lento desplazamiento, y algunas están clasificadas dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación de su anexo III, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro IV-73 Herpetofauna identificada en el SA

ID	Nombre científico	Nombre Común	Número de Ind.	Tipo de Identificación	NOM 059	De lento Desplaz.
HERPETOFAUNA						
1	*Anaxyrus compactilis*	Sapo de la meseta	2	A		x
2	*Crotalus molossus*	Víbora de cascabel	2	A	Pr no endémica	x
3	*Hyla arenicolor*	Ranita de las rocas	2	A		x
4	*Kinosternon hirtipes*	Tortuga pecho quebrado	6	A	Pr no endémica	x
5	*Pituophis deppei*	Alicante	2	A	A endémica	x
6	*Salvadora hexalepis*	Culebra chata	1	A		x
7	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	1	A	Pr no endémica	x
8	*Thamnophis eques*	Culebra nómada de agua	4	A	A no endémica	x

*H = Huellas, E = Excretas, A = Avistamiento, P = Plumas/Pelaje, N = Nidos, M = Madrigueras, C=Canto
**Categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: E - Probablemente extinta, P – En peligro de extinción, A - Amenazada y Pr – Sujeta a protección especial.

Riqueza específica de Aves.

La riqueza para el presente grupo fue de 45 especies, no se registraron especies consideradas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, este grupo presenta un alto grado de desplazamiento por su capacidad de volar (Cuadro IV-74)

Cuadro IV-74 Aves registradas en el SA

ID	Nombre científico	Nombre Común	Número de Ind.	Tipo de Identificación	NOM 059
1	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	2	A	---
2	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	2	A	---
3	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	3	A	---
4	*Anas diazi*	Pato mexicano	30	A	---
5	*Aphelocoma californica*	Chara de collar	2	A	---
6	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	3	A	---
7	*Ardea alba*	Garza blanca	33	A	---
8	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	5	A	---
9	*Cardelliana pusilla*	Chipe Corona Negra	1	A	---
10	*Cathartes aura*	Aura	41	A	---
11	*Charadrius vociferus*	Chorio tildio	1	A	---
12	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	6	A	---
13	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	1	A	---
14	*Columbina inca*	Torcaza	10	A	---
15	*Coragyps atratus*	Zopilote común	4	A	---
16	*Corvus corax*	Cuervo común	18	A	---
17	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	1	A	---
18	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	21	A	---
19	*Hirundo rustica*	Golondrina común	2	A	---
20	*Icterus abeillei*	Caliandria Flancos Negros	6	A	---
21	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	1	A	---
22	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	8	A	---
23	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	1	A	---
23	*Mimus polyglottos*	Cenzontle Norteño	19	A	---
24	*Myiarchus cinerascens*	Papámoscas garganta ceniza	6	A	---

ID	Nombre científico	Nombre Común	Número de Ind.	Tipo de Identificación	NOM 059
25	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	1	A	---
26	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	1	A	---
27	*Quiscalus mexicanus*	Chanate	8	A	---
28	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	16	A	---
29	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	2	A	---
30	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	2	A	---
31	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	1	A	---
32	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	1	A	---
33	*Spizella passerina*	Gorrión de cejas blancas	2	A	---
34	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca	1	A	---
35	*Tachycineta thalassina*	Golondrina Verdemar	60	A	---
36	*Thryomanes bewickii*	Salta pared cola larga	14	A	---
37	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	10	A	---
38	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	2	A	---
39	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	3	A	---
40	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	10	A	---
41	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	2	A	---
42	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	A	---
43	*Zenaida auriculata*	Torcaza	1	A	---
44	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	2	A	---
45	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	2	A	---

*H = Huellas, E = Excretas, A = Avistamiento, P = Plumas/Pelaje, N = Nidos, M = Madrigueras.
**Categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: E - Probablemente extinta, P – En peligro de extinción, A - Amenazada y Pr – Sujeta a protección especial.

Riqueza específica de mamíferos

De acuerdo con las observaciones de mamíferos en el SA, se registró un total de 3 especies.

Cuadro IV-75 Mamíferos registrados en el SA

ID	Nombre científico	Nombre Común	Número de Ind.	Tipo de Identificación	NOM 059
1	*Canis latrans*	Coyote	4	A	---
2	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	1	A	---
3	*Procyon lotor*	Mapache	6	A	---

*H = Huellas, E = Excretas, A = Avistamiento, P = Plumas/Pelaje, N = Nidos, M = Madrigueras.
**Categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: E - Probablemente extinta, P – En peligro de extinción, A - Amenazada y Pr – Sujeta a protección especial.

Índice de Diversidad.

Para determinar la diversidad de los diferentes grupos faunísticos en el SA se utilizó el Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949). El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992).

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \ln (P_{i)}$$

Dónde:
H'= Índice de Shannon
S = número de especies
P_i = proporción de individuos de la especie *i*
A mayor valor de *H'* mayor diversidad de especies

Diversidad de aves en el SA y AI.

El grupo taxonómico de Aves dentro del SA y AI se encontró que tiene una riqueza específica de 45 especies las cuales poseen una distribución de 0.39, con esto se afirma que la presencia de especies dominantes está presente.

De acuerdo con los cálculos la máxima diversidad faunística de aves que se puede alcanzar en el SA y AI es de 3.81 y la H´ es de 1.50, de acuerdo con estos datos podemos inferir que las aves están lejos de alcanzar su máxima diversidad posible.

El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992) y de acuerdo con estos resultados tenemos que para el SA y AI las aves presentan una biodiversidad baja.

Cuadro IV-76 Índice de Shannon SA aves

No.	Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
1	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
2	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
3	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela	3	0.0081	-4.82	0.04	0.81
4	*Anas diazi*	Pato mexicano	30	0.0809	-2.52	0.20	8.09
5	*Aphelocoma californica*	Chara de collar	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
6	*Aphelocoma woodhouseii*	Chara de Collar	3	0.0081	-4.82	0.04	0.81
7	*Ardea alba*	Garza blanca	33	0.0889	-2.42	0.22	8.89
8	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	5	0.0135	-4.31	0.06	1.35
9	*Cardelliana pusilla*	Chipe Corona Negra	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
10	*Cathartes aura*	Aura	41	0.1105	-2.20	0.24	11.05
11	*Charadrius vociferus*	Chorio tildio	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
12	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	6	0.0162	-4.12	0.07	1.62
13	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
14	*Columbina inca*	Torcaza	10	0.0270	-3.61	0.10	2.70
15	*Coragyps atratus*	Zopilote común	4	0.0108	-4.53	0.05	1.08
16	*Corvus corax*	Cuervo común	18	0.0485	-3.03	0.15	4.85
17	*Eremophila alpestris*	Alondra cornuda	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
18	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	21	0.0566	-2.87	0.16	5.66
19	*Hirundo rustica*	Golondrina comun	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
20	*Icterus abeillei*	Caliandria Flancos Negros	6	0.0162	-4.12	0.07	1.62
21	*Lanius ludovicianus*	Verdugo americano	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
22	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota reidora	8	0.0216	-3.84	0.08	2.16
23	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
24	*Mimus polyglottos*	Cenzontle Norteño	19	0.0512	-2.97	0.15	5.12
25	*Myiarchus cinerascens*	Papámoscas garganta ceniza	6	0.0162	-4.12	0.07	1.62
26	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27

No.	Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
27	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
28	*Quiscalus mexicanus*	Chanate	8	0.0216	-3.84	0.08	2.16
29	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas	16	0.0431	-3.14	0.14	4.31
30	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
31	*Sialia sialis*	Azulejo garganta canela	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
32	*Sitta carolinensis*	Bajapalos Pecho Blanco	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
33	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
34	*Spizella passerina*	Gorrion de cejas blancas	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
35	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
36	*Tachycineta thalassina*	Golondrina Verdemar	60	0.1617	-1.82	0.29	16.17
37	*Thryomanes bewickii*	Salta pared cola larga	14	0.0377	-3.28	0.12	3.77
38	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	10	0.0270	-3.61	0.10	2.70
39	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
40	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera	3	0.0081	-4.82	0.04	0.81
41	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	10	0.0270	-3.61	0.10	2.70
42	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
43	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	5	0.0135	-4.31	0.06	1.35
44	*Zenaida auriculata*	Torcaza	1	0.0027	-5.92	0.02	0.27
45	*Zenaida macroura*	Paloma huilota	2	0.0054	-5.22	0.03	0.54
			371			1.4967	100
						Riqueza S =	45
						H Calculada =	1.50
						H max Ln S	3.81
						Equidad J	0.39

Diversidad de herpetofauna en el SA y AI.

El grupo taxonómico de Herpetofauna dentro del SA y AI, se encontró que tiene una riqueza específica de 8 especies las cuales poseen una distribución de 0.92, con esto se afirma la presencia es baja de especies dominantes.

De acuerdo con los cálculos la máxima diversidad faunística de mamíferos que se puede alcanzar en el SA y AI es de 2.08 y la H´ es de 1.90, de acuerdo con estos datos podemos inferir que los mamíferos se encuentran por alcanzar su máxima diversidad posible.

El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992) y de acuerdo con estos resultados tenemos que para el SA y AI los mamíferos presentan una biodiversidad media.

Cuadro IV-77 Índice de Shannon SA herpetofauna

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
Anaxyrus compactilis	Sapo de la meseta	2	0.1000	-2.3026	0.2303	10.00
Crotalus molossus	Víbora de cascabel	2	0.1000	-2.3026	0.2303	10.00
Hyla arenicolor	Ranita de las rocas	2	0.1000	-2.3026	0.2303	10.00
Kinosternon hirtipes	Tortuga pecho quebrado	6	0.3000	-1.2040	0.3612	30.00
Pituophis deppei	Alicante	2	0.1000	-2.3026	0.2303	10.00
Salvadora hexalepis	Culebra chata	1	0.0500	-2.9957	0.1498	5.00
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	1	0.0500	-2.9957	0.1498	5.00
Thamnophis eques	Culebra nómada de agua	4	0.2000	-1.6094	0.3219	20.00
		20			1.9037	100
					Riqueza S	8
					H Calculada	1.90
					H max Ln S	2.08
					Equidad J	0.92

Diversidad de mamíferos en el SA.

El grupo taxonómico de Mamíferos dentro del SA y AI se encontró que tiene una riqueza específica de 3 especies las cuales poseen una distribución de 0.83, con esto se afirma la presencia baja de especies dominantes.

De acuerdo con los cálculos la máxima diversidad faunística de mamíferos que se puede alcanzar en el SA y AI es de 1.10 y la H´ es de 0.92, de acuerdo con estos datos podemos inferir que los mamíferos se encuentran por alcanzar su máxima diversidad posible.

El índice de Shannon tiene un valor máximo constante en torno a 5.3, conocido un resultado puede compararse directamente con este como medida de referencia (Margalef, 1992) y de acuerdo con estos resultados tenemos que para el SA y AI los mamíferos presentan una biodiversidad baja.

Cuadro IV-78 Índice de Shannon SA mamíferos

No.	Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (SHANNON)	Densidad relativa
1	*Canis latrans*	Coyote	10	0.0725	-2.6247	0.1902	7.25
2	*Procyon lotor*	Mapache	11	0.0797	-2.5294	0.2016	7.97
3	*Mephitis macroura*	Zorrillo rayado	3	0.0217	-3.8286	0.0832	2.17
4	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	7	0.0507	-2.9813	0.1512	5.07
5	*Sciurus nayaritensis*	Ardilla	14	0.1014	-2.2882	0.2321	10.14
6	*Spermophilus variegatus*	Ardillón	14	0.1014	-2.2882	0.2321	10.14
7	*Thomomys umbrinus*	Tuza	30	0.2174	-1.5261	0.3318	21.74
8	*Neotoma mexicana*	Rata	16	0.1159	-2.1547	0.2498	11.59
9	*Sylvilagus floridanus*	Conejo	13	0.0942	-2.3623	0.2225	9.42
10	*Myotis californicus*	Miotis californiano	20	0.1449	-1.9315	0.2799	14.49
TOTAL			138			2.1746	100
						Riqueza S	10
						H Calculada	2.17
						H max Ln S	2.30
						Equidad J	0.94

El valor ecológico de las especies es de vital importancia ya que mantiene el equilibrio ecológico, el atractivo turístico y es un controlador biológico, la fauna en el área del Proyecto no presenta un uso económico, si no meramente silvestre, su hábitat se considera en proceso de recuperación, y se prevé que, durante la construcción del proyecto, no se vaya a ver afectada, puesto que será motivo de sanciones para todas aquellas personas que pretendan capturar o cazar especies silvestres. En el siguiente Cuadro IV-79 se muestra un resumen del índice de diversidad para la fauna del SA.

Cuadro IV-79 Resumen índice de Shannon SA Fauna

Índice	Aves	Mamíferos	Herpetofauna
Riqueza S =	45	3	8
H´ calculada =	1.50	0.92	1.90
H Max = LnS =	3.81	1.10	2.08
Equidad (J) = H/Hmax=	0.39	0.83	0.92

FAUNA EN EL ÁREA DEL PROYECTO.

Con la información obtenida de los sitios de muestreo recabados se construyó una matriz de datos de abundancia de especies S.

A continuación, se elaboró la curva de acumulación de especies, la cual representa la incorporación de nuevas especies en un inventario conforme aumentan los sitios de muestreo. Se obtuvo la curva de acumulación de especies, a través de una matriz de ausencia - presencia

Estimación de los Índices de Riqueza y Diversidad para las Especies de Fauna en el Área del proyecto.

Para la estimación de los diferentes índices de riqueza y diversidad para las especies de fauna en el área del proyecto primeramente se realizaron las curvas de acumulación de especies generadas mediante la estimación de la riqueza, así como métodos no paramétricos para los distintos grupos con el objetivo de corroborar que el esfuerzo de muestreo (Unidades de Muestreo) son los suficientes y adecuados para la estimación de los diferentes indicadores, para ello se utilizó la metodología y fórmulas que ya se mencionaron, por lo que a continuación se muestran los resultados obtenidos.

Se utilizaron las 20 Transectos de Muestreo para el grupo faunístico de aves, mamíferos y herpetofauna, lo que permitió aplicar las matrices en formato TXT para posteriormente utilizarlo el software EstimateS 9.1.0., resultando lo siguiente:

Cabe señalar que, la primera fila lleva el nombre del archivo, la segunda el número de especies y de muestras, y las siguientes corresponden a las diferentes especies. Cada columna es una unidad de muestreo.

Las cifras deben ir separadas por tabulaciones. En este caso concreto, la matriz contiene datos de abundancia.

Los resultados obtenidos a través de la Matriz de datos se procesaron en el programa EstimateS 9.1.0., introduciendo un número de aleatorización de 100. El resultado de este proceso se presenta en el cuadro siguiente para cada grupo faunístico, mismos que fueron graficados.

Parámetros generados por el programa EstimateS 9.1.0 para la curva de acumulación de especies

Cuadro IV-80 Parámetros para la curva de acumulación de especies (aves), fauna del área del proyecto

Muestras	Riqueza (est)	Ampl. 95% I.C.	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	Chao 2 Mean	Ampl. 95% I.C. chao 2	Chao 2 95% CI Lower Bound	Chao 2 95% CI Upper Bound
1	2.6	0.57	2.03	3.16	2.63		4.16	4.16
2	4.95	1	3.95	5.95	9.33		5.65	31.27
3	7.08	1.33	5.75	8.42	19.34		9.65	70.31
4	9.01	1.58	7.43	10.59	28.54		13.19	110.21
5	10.76	1.75	9.01	12.51	33.7		15.38	134.04
6	12.38	1.88	10.5	14.25	35.22		17.17	128.37
7	13.82	1.94	11.88	15.76	31.67		17.53	101.1
8	15.05	1.99	13.06	17.04	29.86		18.48	80.3
9	16.22	2.02	14.2	18.23	30.41		19.76	75.12
10	17.27	2.02	15.25	19.29	28.95		20.26	64.69
11	18.21	2.01	16.2	20.23	28.6		21.05	58.96
12	19.06	2	17.06	21.07	27.25		21.22	51.74
13	19.82	1.98	17.84	21.81	27.3		21.77	50.25
14	20.5	1.97	18.53	22.46	26.6		22.07	45.78
15	21.09	1.94	19.15	23.04	26.35		22.38	43.69
16	21.61	1.93	19.68	23.54	25.77		22.61	40.21
17	22.06	1.91	20.15	23.97	25.54		22.93	38.09
18	22.44	1.9	20.54	24.34	24.9		22.99	35.05
19	22.75	1.9	20.85	24.65	24.49		23.11	32.81
20	23	1.91	21.09	24.91	23.99	6.47	23.13	30.46
23	23.99	6.47						

Cuadro IV-81 Parámetros para la curva de acumulación de especies (mamíferos), fauna área del proyecto

Muestras	S(est)	Ampl. 95% I.C.	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	Chao 2 Mean	Ampl. 95% I.C. chao 2	Chao 2 95% CI Lower Bound	Chao 2 95% CI Upper Bound
1	0.15	0.11	0.04	0.26	0.15		0	0
2	0.29	0.22	0.07	0.52	0.33		0	0
3	0.43	0.32	0.11	0.76	0.53		0	0
4	0.57	0.42	0.15	0.98	0.74		0	0
5	0.7	0.51	0.19	1.2	0.95		0	0
6	0.82	0.59	0.23	1.41	1.06		0	0
7	0.95	0.67	0.28	1.61	1.12		0	0
8	1.05	0.73	0.32	1.78	1.27		0	0

Muestras	S(est)	Ampl. 95% I.C.	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	Chao 2 Mean	Ampl. 95% I.C. chao 2	Chao 2 95% CI Lower Bound	Chao 2 95% CI Upper Bound
9	1.16	0.79	0.37	1.95	1.35		0	0
10	1.26	0.85	0.41	2.11	1.53		0	0
11	1.36	0.9	0.46	2.26	1.67		0	0
12	1.45	0.95	0.5	2.4	1.71		0	0
13	1.54	0.99	0.55	2.53	1.91		0	0
14	1.62	1.03	0.59	2.65	2.09		0	0
15	1.7	1.07	0.63	2.76	2.23		1.77	9.17
16	1.77	1.1	0.67	2.87	2.31		1.84	9.55
17	1.83	1.12	0.71	2.96	2.36		1.89	9.75
18	1.89	1.15	0.74	3.05	2.46		1.96	10.2
19	1.95	1.19	0.76	3.14	2.44		1.98	9.99
20	2	1.21	0.79	3.21	2.48	7.61	2.03	10.09
23	2.48	7.61						

Cuadro IV- 82 Parámetros para la curva de acumulación de especies (herpetofauna), fauna área del proyecto

Muestras	S(est)	Ampl. 95% I.C.	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	Chao 2 Mean	Ampl. 95% I.C. chao 2	Chao 2 95% CI Lower Bound	Chao 2 95% CI Upper Bound
1	0.25	0.11	0.14	0.36	0.22		0	0
2	0.49	0.21	0.28	0.7	0.49		0	0
3	0.72	0.31	0.41	1.03	0.86		0	0
4	0.94	0.4	0.54	1.33	1.22		0	0
5	1.14	0.47	0.67	1.62	1.47		0	0
6	1.35	0.55	0.8	1.9	1.69		0	0
7	1.54	0.61	0.93	2.15	2.04		0	0
8	1.71	0.67	1.04	2.37	2.35		0	0
9	1.87	0.71	1.16	2.58	2.58		0	0
10	2.03	0.75	1.28	2.78	2.83		0	0
11	2.17	0.78	1.39	2.96	3.25		2.32	13.86
12	2.31	0.82	1.49	3.12	3.5		2.49	14.84
13	2.43	0.84	1.59	3.27	3.55		2.57	14.66
14	2.54	0.85	1.69	3.4	3.79		2.71	15.58
15	2.64	0.87	1.77	3.51	3.82		2.81	15.1
16	2.74	0.88	1.86	3.62	3.77		2.85	14.44
17	2.82	0.89	1.93	3.71	3.75		2.91	13.68
18	2.89	0.9	1.99	3.79	3.68		2.94	12.96
19	2.95	0.91	2.04	3.86	3.62		2.98	12.01
20	3	0.92	2.08	3.92	3.24	4.32	3.01	7.56

Muestras	S(est)	Ampl. 95% I.C.	S(est) 95% CI Lower Bound	S(est) 95% CI Upper Bound	Chao 2 Mean	Ampl. 95% I.C. chao 2	Chao 2 95% CI Lower Bound	Chao 2 95% CI Upper Bound
23	3.24	4.32						

Como se puede observar en las gráficas siguientes, en los diferentes grupos de fauna (avifauna, mastofauna y herpetofauna), los resultados indican que el esfuerzo de muestreo utilizado es bueno y es adecuado para estimar los diferentes indicadores de riqueza y diversidad de las especies ecológicas presente dentro del área del Proyecto.

El estimador Chao2 indica que si su 95% IC se solapa con la riqueza máxima de especies (estimada para máximo número de muestras), esto muestra que el muestreo fue exhaustivo, habiéndose capturado una muestra representativa de la diversidad y composición de especies la comunidad.

En las gráficas siguientes se observa que las curvas de acumulación de especies representan un buen muestreo, dado que los intervalos de confianza de Chao 2 se solapan con el máximo número de muestras estimado.

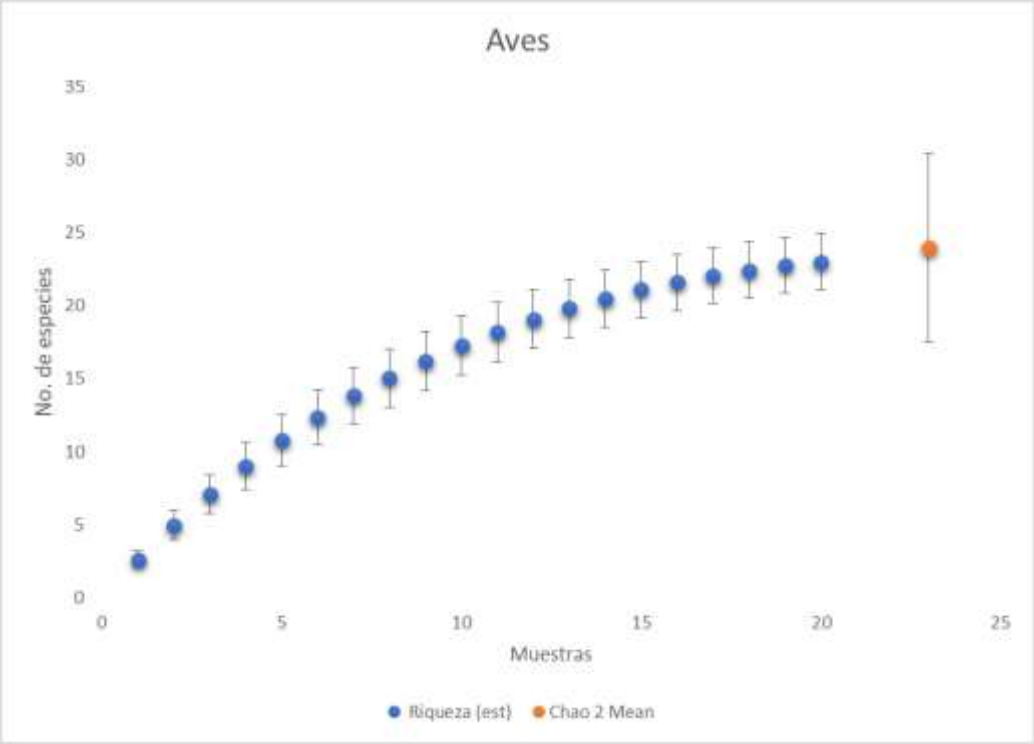

Gráfico IV- 20 Curva de acumulación de especies Proyecto aves

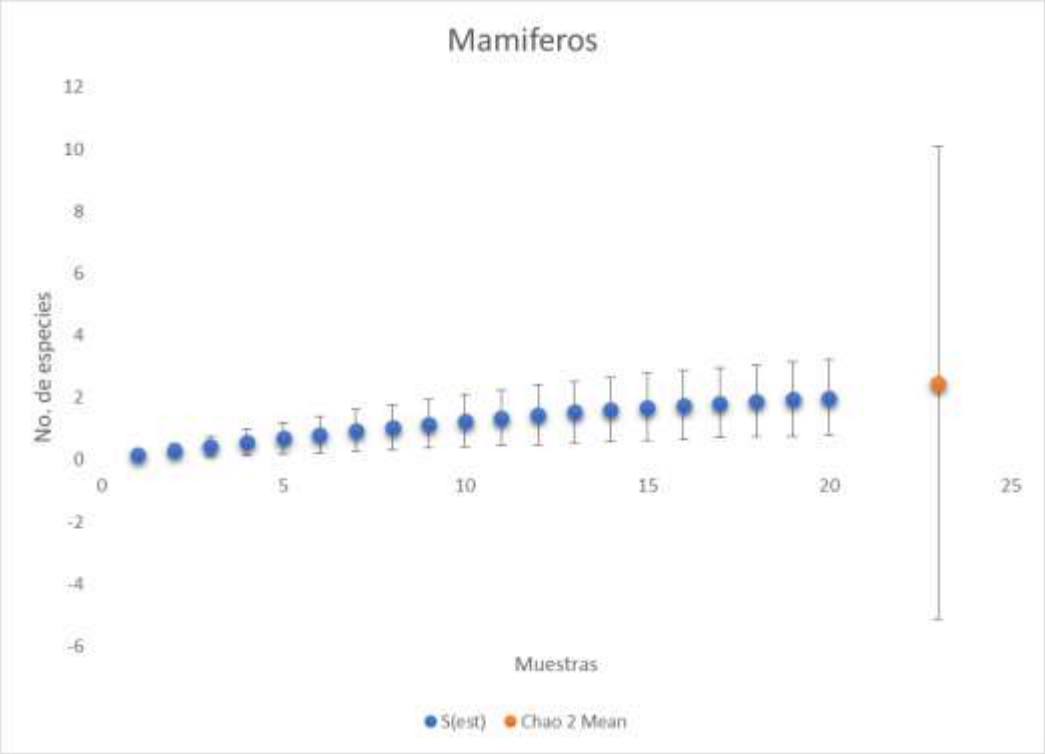

Gráfico IV-21 Curva de acumulación de especies Proyecto mamíferos

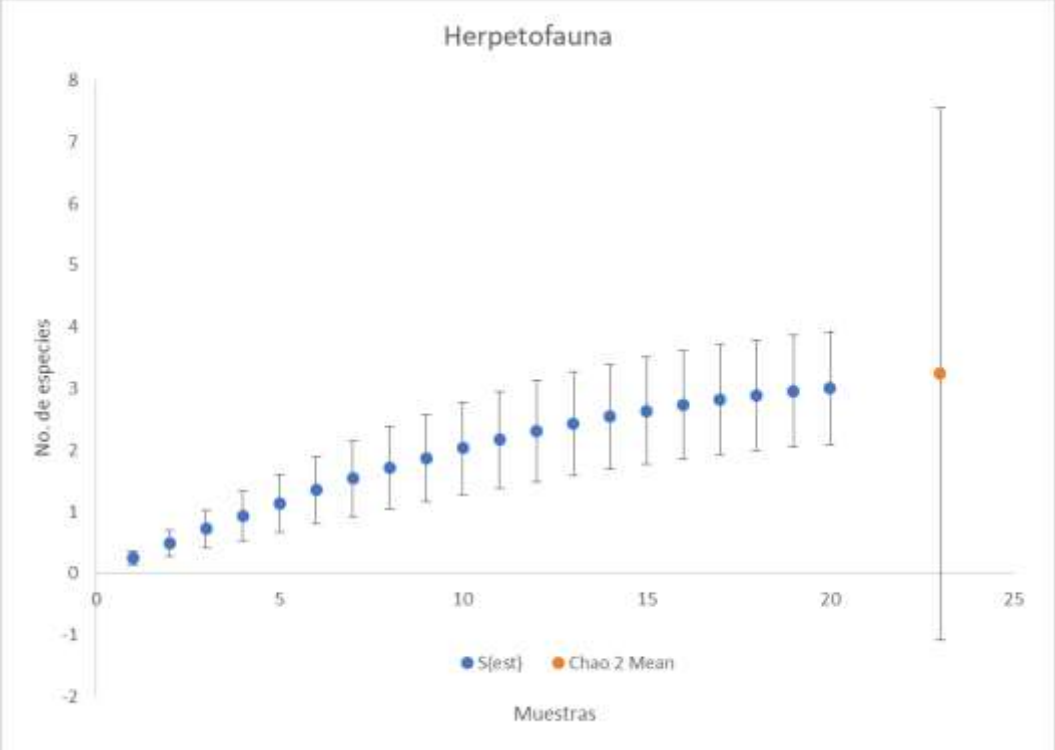

Gráfico IV-22 Curva de acumulación de especies Proyecto herpetofauna

Estimación de los modelos paramétricos (**Logarítmica y Potencial**) conforme a la proporción de especies registradas (Sobs).

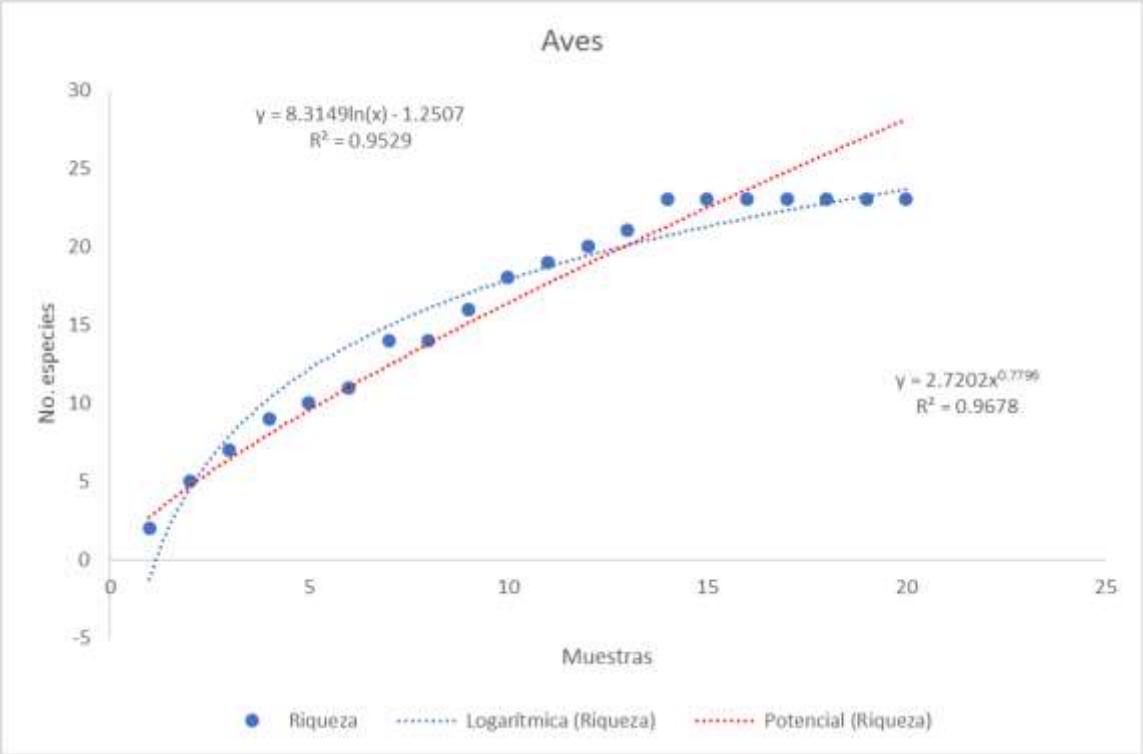

Gráfico IV-23 Modelos paramétricos (logarítmica y potencial) Proyecto aves

Cuadro IV-83 Modelo logarítmico Proyecto aves

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	8.3149	-1.2507	24
25	8.3149	-1.2507	26

De acuerdo con los resultados obtenidos para el coeficiente de determinación (R^2) para el componente de **Aves**, nos indica que el modelo logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 95% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación, nos indica que se tendrían que realizar 5 sitios más para poder localizar 2 especies en el Área del Proyecto, por lo que el esfuerzo de muestreo sería demasiado y seria incosteable.

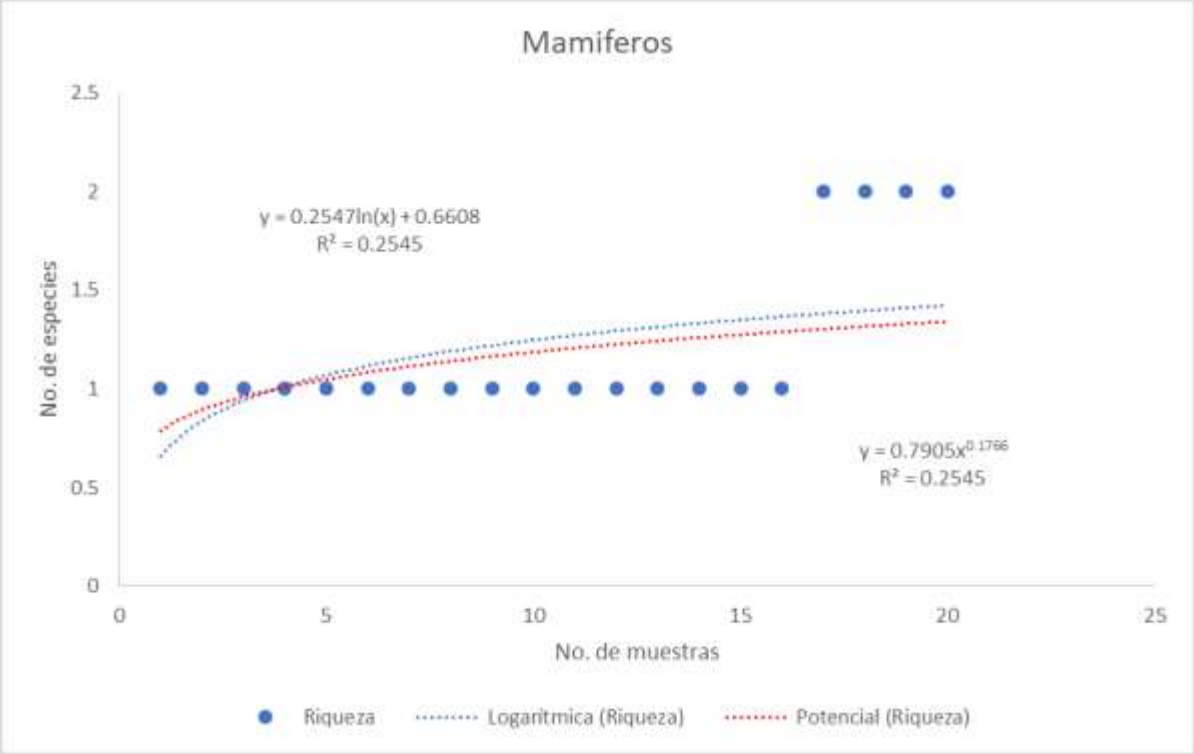

Gráfico IV-24 Modelos paramétricos (logarítmica y potencial) Proyecto mamíferos

Cuadro IV-84 Modelo logarítmico CUSTF mamíferos

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	0.7905	0.1766	1
25	0.7905	0.1766	1

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **mamíferos**, indica que el modelo Logarítmico es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 29% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación, nos indica que aun y cuando se realicen 5 sitios más, se obtendría la misma riqueza, con esto se confirma que el muestreo realizado fue exhaustivo y suficiente.

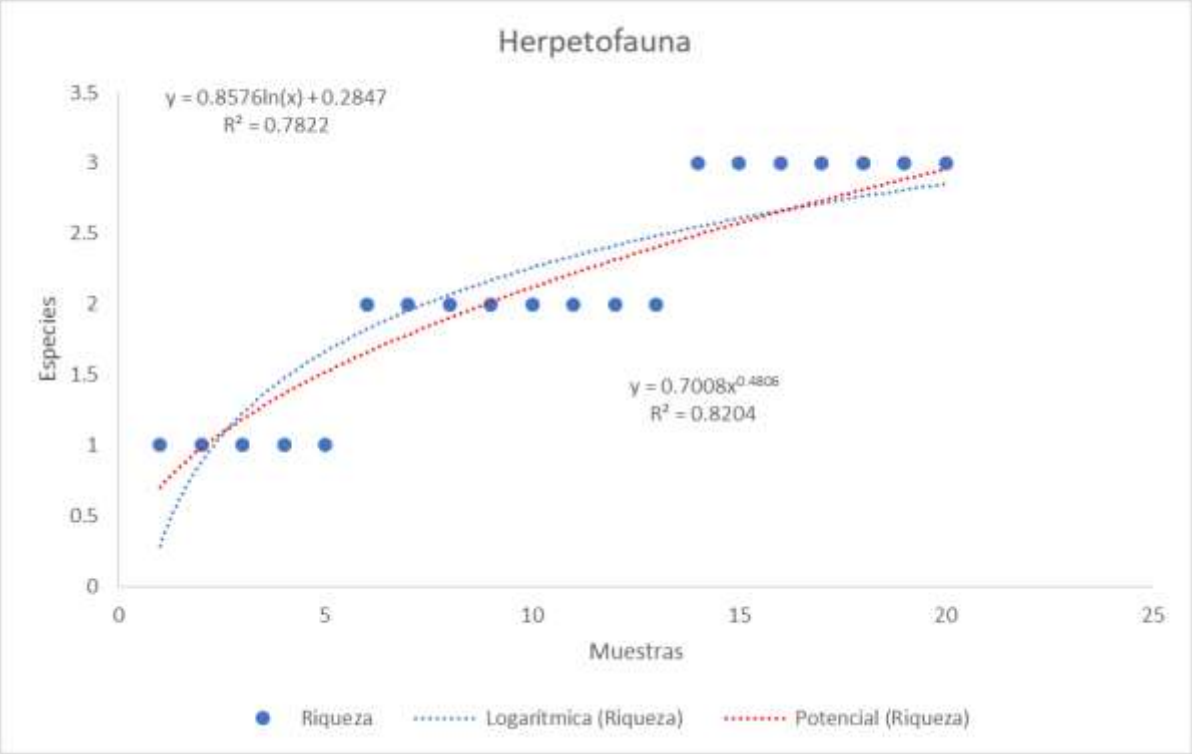

Gráfico IV-25 Modelos paramétricos (logarítmica y potencial) Proyecto herpetofauna

Cuadro IV-85 Modelo potencial Proyecto herpetofauna

Muestras	alfa	beta	Resultado
20	0.7008	0.4806	3
25	0.7008	0.4806	3

De acuerdo con los resultados obtenidos para las R^2 para el componente de **Herpetofauna**, indica que el modelo Potencial es el que presenta el mejor ajuste, dado en un 86% de confiabilidad, y una vez sustituidos los valores en la ecuación, nos indica que aun y cuando se realicen 5 sitios más, se obtendría la misma riqueza, con esto se confirma que el muestreo realizado fue exhaustivo y suficiente.

En conclusión, se puede decir que los esfuerzos de muestreos realizados para cada grupo faunístico del AP es el adecuado para las estimaciones de los diversos indicadores de biodiversidad (índice de Shannon-Wiener, Simpson, etc.)

Índice de Shannon.

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} P_i \ln (P_{i)}$$

Dónde:

H'= Índice de Shannon.

S = número de especies.

P_i = proporción de individuos de la especie *i.*

A mayor valor de *H'* mayor diversidad de especies.

Cuadro IV-86 Índice de Shannon para avifauna presente en el área del proyecto

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Anas diazi	Pato mexicano	5	0.0588	-2.83	0.17	5.88
Aphelocoma californica	Chara de collar	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Cardelliana pusilla	Chipe Corona Negra	1	0.0118	-4.44	0.05	1.18
Cathartes aura	Aura	7	0.0824	-2.50	0.21	8.24
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	1	0.0118	-4.44	0.05	1.18
Columbina inca	Torcaza	6	0.0706	-2.65	0.19	7.06
Coragyps atratus	Zopilote común	3	0.0353	-3.34	0.12	3.53
Corvus corax	Cuervo común	3	0.0353	-3.34	0.12	3.53
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	3	0.0353	-3.34	0.12	3.53
Hirundo rustica	Golondrina comun	8	0.0941	-2.36	0.22	9.41
Mimus polyglottos	Cenzontle Norteño	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Myiarchus cinerascens	Papámoscas garganta ceniza	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	1	0.0118	-4.44	0.05	1.18
Quiscalus mexicanus	Chanate	5	0.0588	-2.83	0.17	5.88
Streptopelia decaocto	Paloma turca	1	0.0118	-4.44	0.05	1.18
Tachycineta thalassina	Golondrina Verdemar	10	0.1176	-2.14	0.25	11.76
Turdus migratorius	Mirlo primavera	2	0.0235	-3.75	0.09	2.35
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	3	0.0353	-3.34	0.12	3.53
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	5	0.0588	-2.83	0.17	5.88
Zenaida auriculata	Torcaza	5	0.0588	-2.83	0.17	5.88
Zenaida macroura	Paloma huilota	6	0.0706	-2.65	0.19	7.06

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
		85			1.5051	100
				Riqueza S		23
				H Calculada		1.51
				H max Ln S		3.14
				Equidad J		0.48

Como se puede observar el valor de H' es igual a 1.51, lo que indica que en el área existe una diversidad baja de especies en el área del proyecto, y la diversidad máxima sería de 3.14, indicando que la diversidad del área del proyecto está lejos de alcanzar su máxima diversidad.

Cuadro IV-87 Índice de Shannon para mastofauna presente en el área del proyecto

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
Canis latrans	Coyote	2	0.6667	-0.4055	0.2703	66.67
Procyon lotor	Mapache	1	0.3333	-1.0986	0.3662	33.33
		3			0.6365	100
				Riqueza S		2
				H Calculada		0.64
				H max Ln S		0.69
				Equidad J		0.92

Como se puede observar el valor de H' es igual a 0.64, lo que indica que en el área existe una Biodiversidad baja de especies en el área del proyecto, y la diversidad máxima sería de 0.69, indicando que la diversidad del área del proyecto alcanzó su máxima diversidad.

Cuadro IV-88 Índice de Shannon para herpetofauna presente en el área del proyecto

Nombre Científico	Nombre común	Ni	pi	ln(pi)	H (Shannon)	Densidad relativa
Crotalus molossus	Víbora de cascabel	2	0.4000	-0.9163	0.3665	40.00
Pituophis deppei	Alicante	2	0.4000	-0.9163	0.3665	40.00
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	1	0.2000	-1.6094	0.3219	20.00
		5			1.0549	100
				Riqueza S		3
				H Calculada		1.05
				H max Ln S		1.10
				Equidad J		0.96

Como se puede observar el valor de H' es igual a 1.05, lo que indica que en el área existe una Biodiversidad baja de especies en el área del proyecto, y la diversidad máxima sería de 1.10, indicando que la diversidad del área del proyecto alcanzó su máxima diversidad.

Cuadro IV- 89 Resumen Shannon Proyecto Fauna

Índice	Aves	Mamíferos	Herpetofauna
Riqueza S =	23	2	3
H´ calculada =	1.51	0.64	1.05
H Max = LnS =	3.14	0.69	1.10
Equidad (J) = H/Hmax=	0.48	0.92	0.96

Criterios de importancia ecológica de las especies de Fauna.

A continuación, se presentan las características propias de cada uno de los individuos registrados.

Cuadro IV- 90 Características propias de la fauna en el SA, AI y el área del proyecto

Nombre científico	Nombre común	Valor cinegético	Hábitat	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Distribución vertical
AVES								
Actitis macularius	Playero alzacolita	No	VSa/BPQ	MI	Común	Pareja	Omnívoro	A nivel del suelo
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	No	VSa/BPQ	R, MI	Común	Gregario	Insectívoro	Arbustivo
Aimophila ruficeps	Zacatonero Corona Canela	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregario	Granívoro	Herbáceo
Anas diazi	Pato	Si		MI, R	Abundante	Gregaria	Omnívoro	Herbáceo
Aphelocoma californica	*Chara de collar*	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregario	Omnívoro	Arbustivo y herbáceo
Aphelocoma woodhouseii	*Chara de Collar*	No		R	Común	Gregario	Omnívoro	Arbustivo y herbáceo
Ardea alba	Garza blanca	No		MI, R	Común	Gregaria	Invertebrado	Herbáceo
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	No	VSa/BPQ	MI, R	Poco común	Solitario	Carnívoro	Arbóreo
Cardelliana pusilla	Chipe Corona Negra	No		MI, R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbustivo
Cathartes aura	Aura común	No	VSa/BPQ	R	Común	Abundante	Carroñero	Arbóreo
Charadrius vociferus	Chorio tildio	No		R,MI	Común	Gregario	Omnívoro	Arbustivo y herbáceo
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	No		MI, R	Abundante	Gregaria	Granívoro	Arbóreo y Arbustivo
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera	No	VSa/BPQ	MI,R	Abundante	Gregaria	Insectívoro y frugívoro	Arbóreo
Coragyps atratus	Zopilote	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregaria	Carroñero	Arbóreo
Corvus corax	Cuervo	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo y Arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Valor cinegético	Hábitat	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Distribución vertical
Eremophila alpestris	Alondra cornuda	No		R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo y Arbustivo
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbustivo
Hirundo rustica	Golondrina comun	No		MV,MI,R,T	Abundante	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo
Icterus abeillei	Caliandria Flancos Negros	No		MI, R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo
Lanius ludovicianus	Verdugo americano	No		MI, R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo
Leucophaeus atricilla	Gaviota reidora	No		MI, R	Común	Gregaria	Omnívoro	A nivel piso
Melozone fusca	Rascador viejito	No	MDR	R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo y herbáceo
Mimus polyglottos	Cenzontle	No	MDM	MI,R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbustivo
Myiarchus cinerascens	Papamoscas garganta ceniza	No	MDR	MI, MV, R	Abundante	Gregaria	Omnívoro	Arbustivo y herbáceo
Psaltriparus minimus	Sastrecillo	No		R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo y Arbustivo
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	No	Buena MDM	MI, R	Común	Pareja	Insectívoro	Arbóreo y arbustivo
Quiscalus mexicanus	Zanate mayor	No	MDR	R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo
Salpinctes obsoletus	Saltapared de Rocas	No	VSa/BPQ	R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	No	BP	MI, R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbustivo
Sialia sialis	Azulejo garganta canela	No	VSa/BPQ	MI, R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo

Nombre científico	Nombre común	Valor cinegético	Hábitat	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Distribución vertical
Sitta carolinensis	Bajapalos Pecho Blanco	No	Buena	R	Común	Pareja	Omnívoro	Arbóreo
Spinus psaltria	Jilguerito Dominico	No	BPQ	R	Común	Solitario	Granívoro	Arbóreo
Spizella passerina	*Gorrión de cejas blancas*	Si	BPQ	MI, R	Común	Gregaria	Granívoro	Arbóreo y arbustivo
Streptopelia decaocto	Paloma turca	Si		R	Común	Gregaria	Granívoro	Arbóreo y arbustivo
Tachycineta thalassina	Golondrina Verdemar	No		MI, R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo y arbustivo
Thryomanes bewickii	Salta pared cola larga	No	Buena BPQ	R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	No	MDR	R	Común	Pareja	Omnívoro	Arbustivo
Troglodytes aedon	*Saltaparedes común*	No	BPQ	MI, R, T	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbóreo y arbustivo
Turdus migratorius	Mirlo primavera	No	BPQ	MI,R	Común	Gregaria	Omnívoro	Arbustivo
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	No	MDR	MI, R	Común	Gregaria	Insectívoro	Arbustivo
Vireo huttoni	Vireo reyezuelo	Si	Buena	R	Poco común	Pareja	Omnívoro	Arbustivo
Zenaida asiatica	Paloma de alas blancas	Si	MDR	MI, R	Abundante	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo y arbustivo
Zenaida auriculata	Torcaza	Si	MDR	MI, R	Abundante	Gregaria	Omnívoro	Arbóreo y arbustivo
Zenaida macroura	Huilota	Si	MDR	MI, R	Abundante	Gregaria	Granívoro	Arbóreo y arbustivo

Nombre científico	Nombre común	Valor cinegético	Hábitat	Estacionalidad	Abundancia	Sociabilidad	Alimentación	Distribución vertical
MAMÍFEROS								
Canis latrans	Coyote	Si	BPQ	R	común	Solitario	Carnívoro	Herbáceo
Odocoileus virginianus	Venado	Si	Buena BPQ	R	Común	Solitario	Herbívoro	Herbáceo
Procyon lotor	Mapache	No	Buena MDM	R	Poco común	Solitario	Omnívoro	Herbáceo
HERPETOFAUNA								
Anaxyrus compactilis	Sapo de la meseta	No		R	Común	Solitario	Herbívoro e Insectívoro	A ras del suelo
Crotalus molossus	Víbora de cascabel	No	Buena MDM	R	Poco común	Solitario	Carnívoro	Herbáceo
Hyla arenicolor	Ranita de las rocas	No	Buena	R	Poco común	Pareja	Insectívoro	Herbáceo
Kinosternon hirtipes	Tortuga pecho quebrado	No		R	Común	Solitario	Omnívoro	A ras del suelo
Pituophis deppei	Alicante	No		R	Común	Solitario	Carnívoro	A ras del suelo
Salvadora hexalepis	Culebra chata	No		R	Común	Solitario	Carnívoro	A ras del suelo
Sceloporus grammicus	Lagartija	No	BPQ	R	Común	Solitario	Insectívoro	Herbáceo
Thamnophis eques	Culebra nómada de agua	No		R	Común	Solitario	Carnívoro	Herbáceo

Nota: R – residente, MI – Migratoria de Invierno, MV – Migratoria de Verano, T – Transitoria, A – Accidental, O - Oceánica

IV.3.3 Medio socioeconómico

a) DEMOGRAFÍA

El proyecto se pretende instalar en una zona rural poblada; las poblaciones más cercanas que se ven ligadas al proyecto son: San Diego de Alcalá, municipio de Canatlán e Ignacio Zaragoza, municipio de Victoria de Durango.

La cantidad de habitantes de ambos poblados se muestra en el Cuadro IV-91(Censo de Población y Vivienda 2020[12])

Cuadro IV-91 Habitantes de las poblaciones beneficiadas

Nombre	Clave	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
San Diego de Alcalá	112	250	119	131
Ignacio Zaragoza	0190	232	142	90

a) Dinámica de la población.

La información disponible en el INEGI, para datos del censo es por municipio en ese sentido se presentan los datos que permiten evaluar la dinámica poblacional.

Cuadro IV-92 Población total en los municipios de Canatlán y Durango

Municipio	Año	Población Total	Población Masculina	Población Femenina
Canatlán	2020	31,454	15,651	15,803
Durango	2020	688,697	335,412	353,285

Se observa que la dinámica poblacional, para ambos municipios, es regular ya que la población total se ha mantenido constante.

Niveles de escolaridad[13]

[12] https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/default.html#microdatos (24/09/25)

[13] https://www.economia.gob.mx/datamexico/ (24/09/25)

En 2020, los principales grados académicos de la población de Canatlán fueron Secundaria (8,225 personas o 37.13% del total), Primaria (5,531 personas o 24.97% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (3,817 personas o 17.23% del total).

Por su parte, en el municipio de Durango, los principales grados académicos fueron: Secundaria (166,486 personas o 33.91% del total), Preparatoria o Bachillerato General (109,207 personas o 22.24% del total) y Licenciatura (103,151 personas o 21.01% del total).

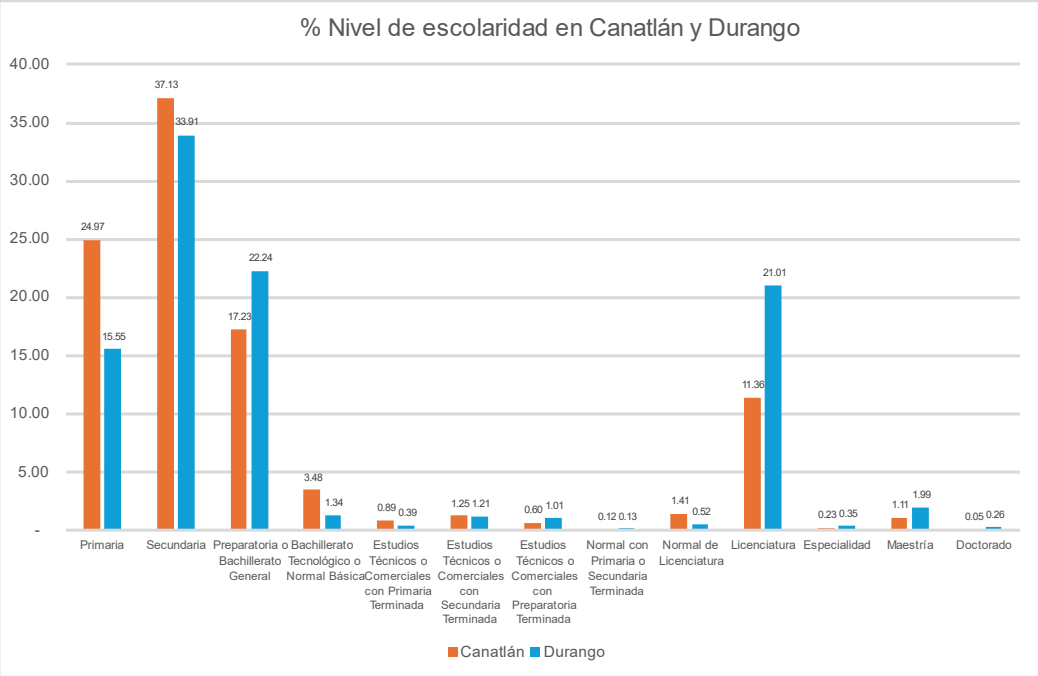

Gráfico IV-26 Niveles de escolaridad de la población de 15 años y más en Tepehuanes (Distribución de la población total)

Egresados por tipo de institución y nivel.

Según el tipo de institución de educación superior, la mayor cantidad de egresados en el ciclo escolar 2020-2021 en Canatlán egresaron de: Universidades Públicas Normales 112 personas, representando el 100% de los egresados.

Para el caso de Durango, la mayor cantidad de egresados en el ciclo escolar 2020-2021 en Canatlán egresaron de: Universidades Públicas Estatales (39.1%, 2,054 egresados), Instituto tecnológico (21.6%, 1,136 egresados) y Universidades tecnológicas (21.1%, 1,109 egresados), como se muestra en el Gráfico IV-27.



Gráfico IV-27 Egresados por tipo de institución

Tasa de analfabetismo.

La tasa de analfabetismo de Canatlán en 2020 fue 1.89%. Del total de población analfabeta, 57.8% correspondió a hombres y 42.2% a mujeres.

Para el caso de Durango, la tasa de analfabetismo fue de 1.03%, siendo de este porcentaje, 50.2% hombres y 49.8% mujeres.

* Se considera población analfabeta a la población de 15 años y más que no sabe leer ni escribir.

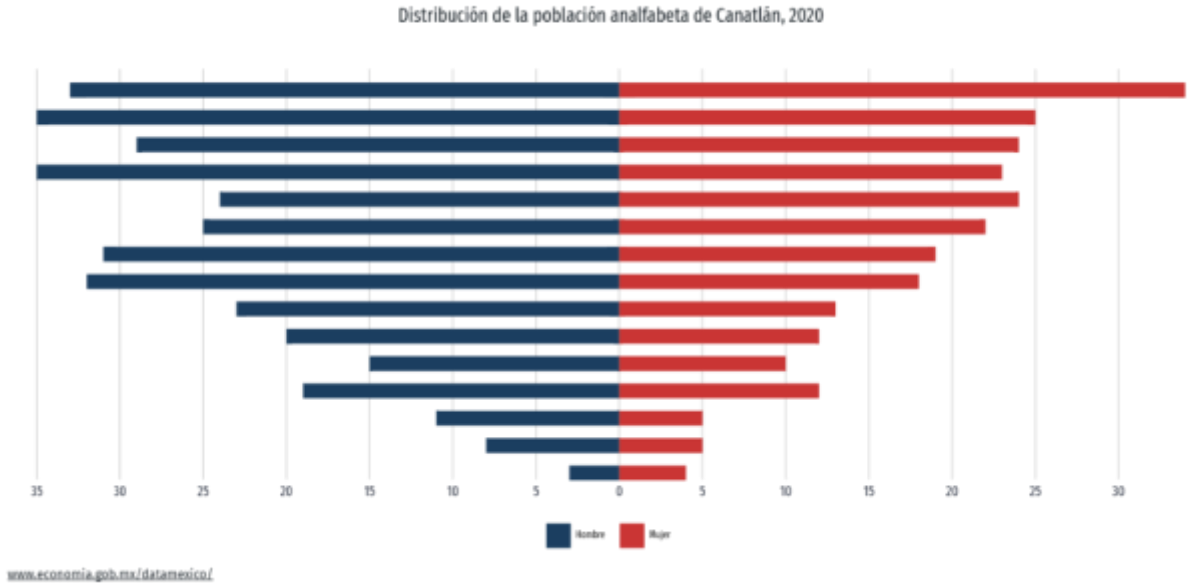

Gráfico IV-28 Distribución de la población analfabeta de Canatlán, 2020

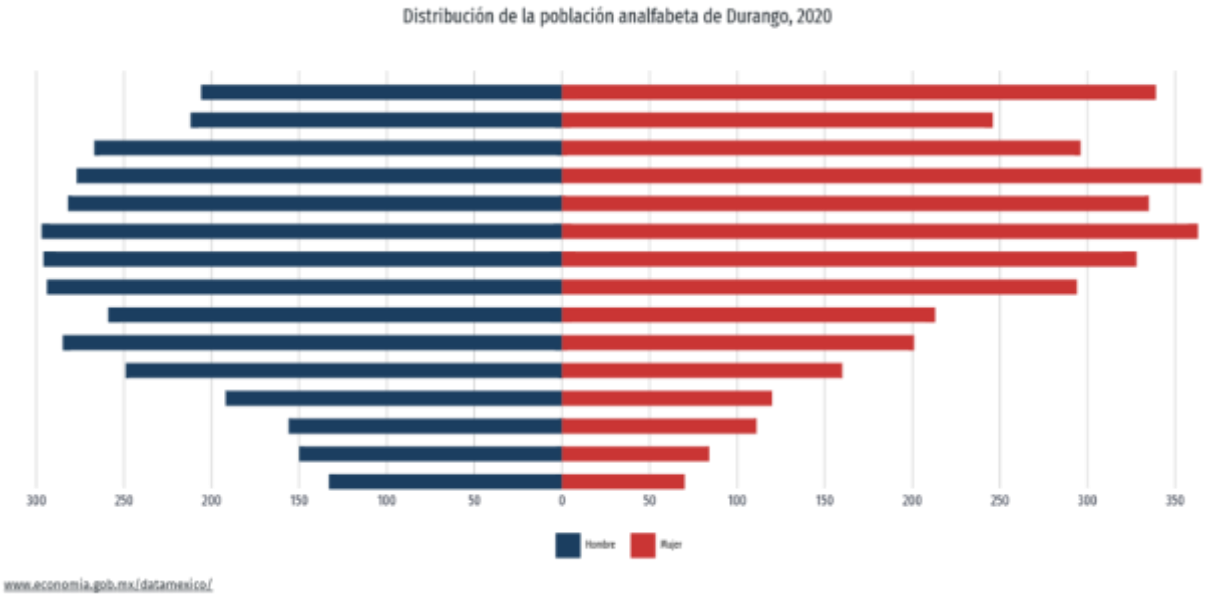

Gráfico IV-29 Distribución de la población analfabeta de Durango, 2020

Salud.

En Canatlán, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (16.3k), IMSS (Seguro social) (5.81k) y ISSSTE (4.07k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (8.15k) y No Especificado (1.54k).

Asimismo, en Durango las opciones de atención de salud más utilizadas para el mismo periodo fueron IMSS (Seguro social) (265k), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (158k) y Otro lugar (82k).

* La sumatoria de la población afiliada es mayor a la población nacional debido a que una persona puede estar afiliada en múltiples instituciones de salud.

Desigualdad en la distribución del ingreso.

GINI EN CANATLÁN (0.36).
GINI EN DURANGO (0.34).

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su población.

En 2020, en Durango, los municipios con menor desigualdad social, de acuerdo con el índice de GINI, fueron: Mapimí (0.301), Cuencamé (0.313), San Pedro del Gallo (0.322), Tlahualilo (0.322) y Santiago Papasquiaro (0.329). Por otro lado, los municipios con menor igualdad social por esta métrica fueron: Mezquital (0.505), Tamazula (0.434), Súchil (0.418), Otáez (0.411) y Topia (0.402).

Indicadores de pobreza y carencia sociales.

Para el municipio de Canatlán se obtuvieron los siguientes porcentajes sobre el total de la población en 2020:

- 2.05%, POBLACIÓN EN EXTREMA POBREZA
- 41.2%, POBLACIÓN EN POBREZA MODERADA

Bajo este contexto, en el periodo ya mencionado, 41.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 2.05% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 31.9%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 8.94%.

Cabe mencionar además que, las principales carencias sociales de Canatlán fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

Para el municipio de Durango, se muestran a continuación los siguientes porcentajes:

- 2%, POBLACIÓN EN EXTREMA POBREZA
- 30.1%, POBLACIÓN EN POBREZA MODERADA

El 30.1% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 2% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 26.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 12.2%.

Las principales carencias sociales de Durango fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación.

b) FACTORES SOCIOCULTURALES

1) Usos que se da a los recursos naturales del área de influencia del proyecto como a sus características.

En el municipio es común la actividad agrícola, se tiene también como actividad la ganadería extensiva.

2) Nivel de aceptación del proyecto

El proyecto previo a la realización de los estudios de impacto ambiental fue puesto a consideración con los pobladores de la región, así mismo se llevó a cabo un acuerdo entre el promovente del proyecto y las autoridades de ambas comunidades (Ignacio Zaragoza y San

Diego de Alcalá), por donde pasara el trazo, en ambos casos el proyecto fue bien recibido y apoyado para su ejecución.

3) Valor que se le da a los espacios o sitios ubicados dentro de los terrenos donde se localizará el proyecto y que los habitantes valoran al constituirse en puntos de reunión, recreación o de aprovechamiento colectivo.

La modernización a realizar se ubica cerca de algunas localidades con baja densidad poblacional. El área de influencia no se emplea como punto de reunión ni posee un valor especial, ya que se trata de un camino existente de terracería que actualmente se utiliza para el mismo fin previsto en el proyecto.

4) Patrimonio histórico, en el cual se caracterizarán los monumentos histórico-artísticos y arqueológicos que puedan ubicarse en la zona de influencia del proyecto.

El Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, a través del Sistema Nacional de Información Municipal, reporta que los atractivos culturales y turísticos del municipio de Canatlán son la Hacienda La Sauceda, la Parroquia de Canatlán y el Museo Comunitario de la población Gomelia, que expone una colección de piezas prehispánicas, incluyendo puntas de obsidiana, flechas y restos de vasijas.

El Instituto Nacional de Antropología e Historia, no reporta ninguna zona arqueológica en el municipio.

En los diferentes recorridos de campo, no se encontraron monumentos histórico-artísticos y/o arqueológicos, que no estuviesen registrados.

IV.3.4 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionado hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bio ecológicos y humanos.

Los paisajes no son estáticos, ya que las cubiertas y los usos del suelo cambian a lo largo del tiempo tanto por causas naturales como, sobre todo, por la actividad humana. Por lo tanto, el uso de suelo, las prácticas de manejo, la política pública ambiental, la accesibilidad y la cercanía a algunas zonas rurales pobladas y mercados son algunas de las causas que determinan el cambio de uso y modifican la estructura y composición del paisaje.

En el caso del impacto de la construcción y modernización de infraestructura vial, estos incluyen la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Estas interrumpen y modifican procesos naturales que alteran las estructuras comunitarias y, a largo plazo, la dinámica de la población.

Sin embargo, los bordes de las carreteras también pueden proporcionar oportunidades de hábitat y restaurar la conectividad en un paisaje fragmentado que ofrece potencial para compensar algunos de los impactos adversos de la red de carreteras existente.

El desarrollo de redes de carreteras está influenciado en gran medida por consideraciones socioeconómicas. Los caminos rurales proporcionan un mayor acceso a actividades recreativas y el intercambio de bienes y servicios. Asimismo, proporcionan acceso para la extinción de incendios forestales y sirven como brechas cortafuegos.

De este modo, el estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

En este sentido para analizar el estado actual del paisaje del área del proyecto se realizaron dos procedimientos metodológicos complementarios entre sí, el primero a partir de la evaluación in situ de algunos factores representativos del paisaje visual, mientras que el segundo se refiere al análisis espacial del paisaje en un Sistema de Información.

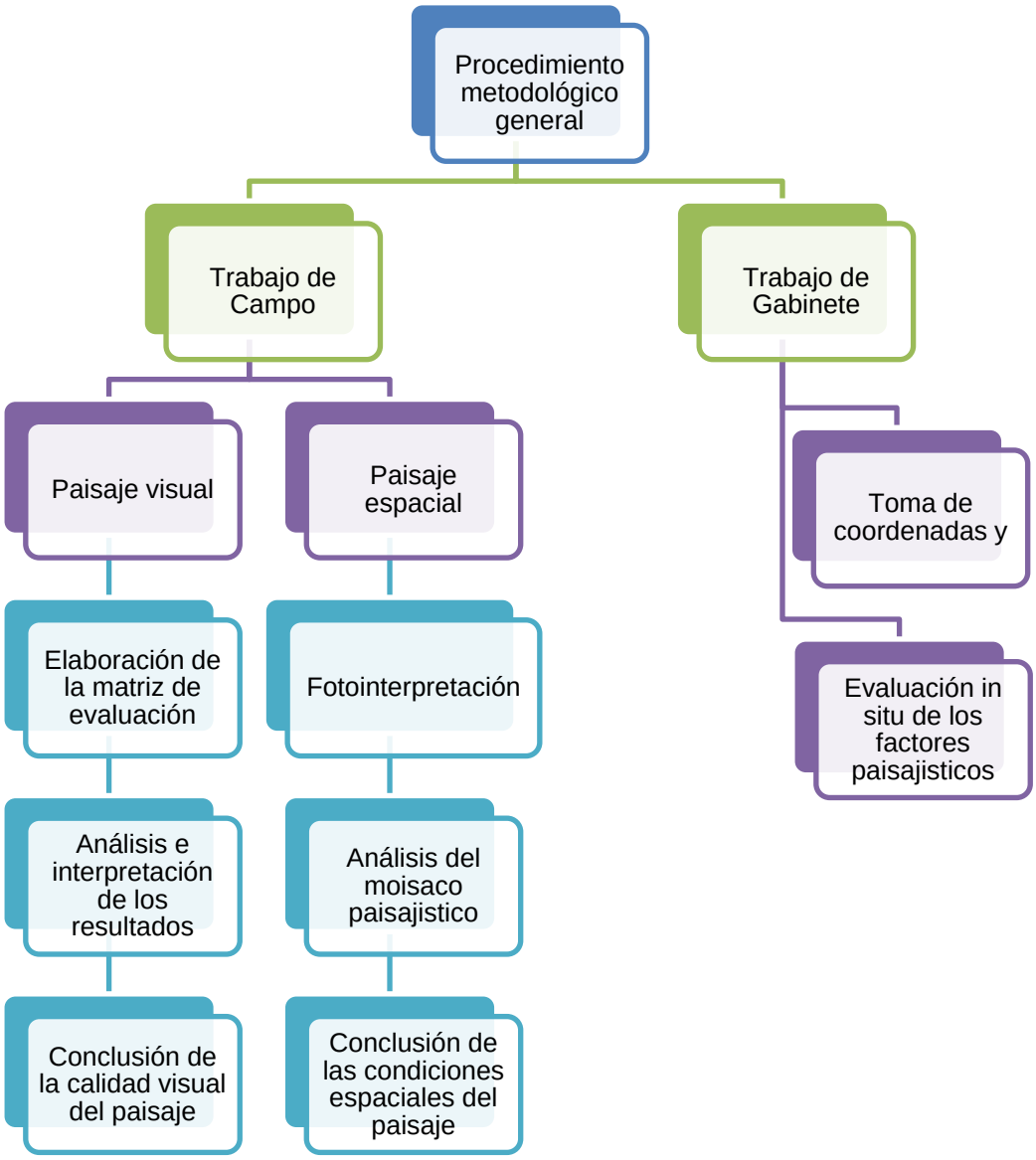

Figura IV-37 Metodología de evaluación de calidad del paisaje

Este análisis se hizo dentro del área de influencia, en la cuenca visual directa y su evaluación se definió a partir de los siguientes puntos:

o Delimitación de Unidades de Paisaje (UP), que están determinadas por diversos factores como son el relieve, vegetación, rocas, etc. es decir, a partir de su descripción según sus características fisiográficas y componentes básicos de percepción como forma, color y textura.

o Análisis y evaluación de las cuencas visuales, que son miradores naturales o puntos de concentración visual de paisaje seleccionado o áreas visualmente percibidas, a partir de las cuales se estableció su valor escénico y su grado de vulnerabilidad ante las intervenciones relacionadas con el proyecto. Los aspectos evaluados en esta sección fueron: a) el alcance visual (visibilidad), b) la calidad escénica (calidad visual).

Unidades de Paisaje (UP).

Las Unidades de Paisaje (UP), son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar, estas corresponden a la delimitación de una porción del territorio con una coherencia visual y estructura definida. En cada una se prevé una respuesta visual similar a las posibles actuaciones que en ella se realicen, de forma que un cambio en sus características visuales modificará los valores paisajísticos del conjunto. Las unidades se delimitaron con base en la fisiografía, topografía, cuerpos de agua, cobertura vegetal y uso actual del suelo.

Para el caso de este proyecto, la percepción del espacio panorámico se manifestó homogénea, donde el principal factor de cambio son los cambios de uso de suelo y donde existe una dominancia por la vegetación natural (V), ubicados en una topografía dominante de mesetas y lomeríos. En las siguientes imágenes se muestran las condiciones predominantes en el área del proyecto.



Figura IV-38 Fotografías de paisaje, se aprecia la topografía predominante, las localidades y el uso principal del área

Análisis y evaluación de cuencas visuales.

La cuenca visual se define como el área perceptible desde una posición determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetivos del estudio. La evaluación de cuencas visuales considera los sitios de exposición ante las actividades del proyecto, es decir áreas que se presentarán ante impacto directo desde el punto de vista de afectación paisajística. Para este análisis se abarcó toda el área delimitada como Área de Influencia y se hicieron muestreos de tal forma que se abarcara toda la zona.

a) Alcance visual

Este se observa el escenario paisajístico del área de interés; la observación permite ver segmentos visibles en función a la interferencia que pueda existir por elementos topográficos y de cobertura vegetal que impidan la visibilidad de un área. Para la elección de los puntos de observación de cuencas visuales se consideraron dos criterios: la distancia, ya que a medida que aumenta ésta, la calidad de la percepción visual disminuye y la existencia de áreas de concentración visual (puntos de visualización o miradores que pueden ser caminos o poblados, áreas abiertas o sitios elevados.

De acuerdo con esto se identificaron 7 transectos para la observación como se aprecia en el Cuadro IV-93 Coordenadas UTM de los transectos de evaluación del paisaje**,** distribuidos conforme al trazo (Figura IV-39)

Cuadro IV-93 Coordenadas UTM de los transectos de evaluación del paisaje

#	Coordenadas de inicio UTM Z 13		FOTO
	X	Y	
Obs. 1	484723.90	2699841.38	
Obs. 2	484773.90	2699967.61	
Obs. 3	484611.18	2700209.34	

#	Coordenadas de inicio UTM Z 13		FOTO
	X	Y	
Obs. 4	484444.81	2700244.15	
Obs. 5	484257.96	2700342.15	
Obs. 6	483988.88	2700588.27	
Obs. 7	483306.35	2701415.08	

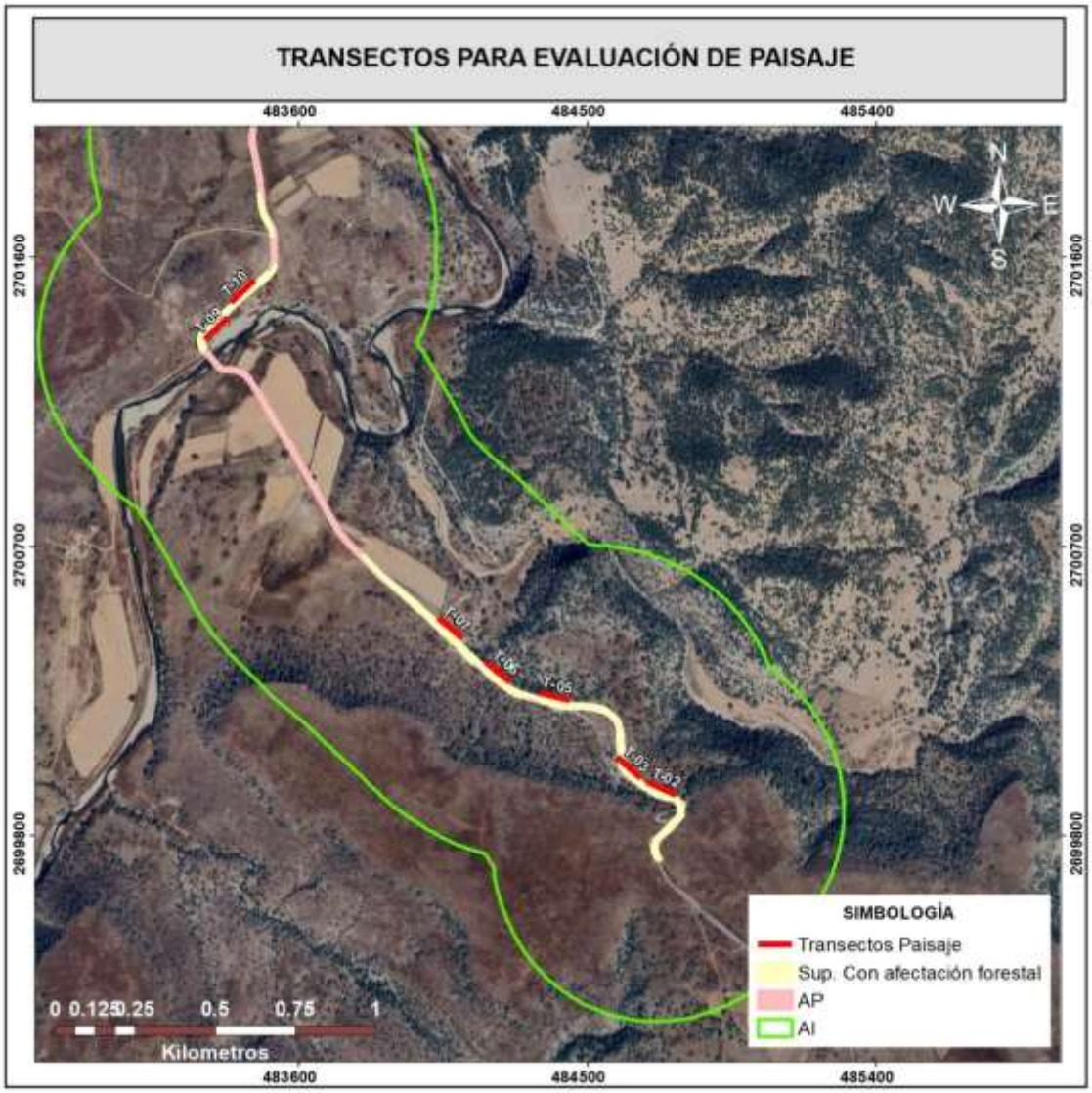

Figura IV-39 Mapa de ubicación de los transectos de observación para la evaluación del paisaje

Análisis y descripción de las cuencas visuales.

Las cuencas visuales se analizaron en función de cómo el observador percibe los componentes biofísicos (relieve, suelos y roca, vegetación, clima: Cuadro IV-94) y arquitectónicos del paisaje (forma, color, textura, ejes de línea), antes de que se llevan a cabo actividades del proyecto.

Cuadro IV-94 Cuencas visuales y sus características más sobresalientes

FOTO	Descripción
	Esta zona mantiene un relieve de llanura con vegetación VSa/BPQ. - La vista es amplia en el eje del camino, los colores contrastantes con el entorno. No existen evidencias antrópicas salvo el camino en uso actual. Se muestra importante presencia de fauna en el lugar ya sea través de cantos de aves, o vista directa de aves, mamíferos, reptiles y anfibios. La presencia humana es baja, aunque se llega a observar paso de personas en vehículos particulares (principalmente loa denominados troceros y camionetas de uso particular).
	La vista es amplia en el eje del camino, y limitada a una 15 m en los laterales del camino por acción humana para señalización del tramo rural. Existen evidencias antrópicas como el camino en uso actual. Se muestra presencia de fauna en el lugar ya sea a través de cantos de aves, o vista directa de mamíferos, reptiles y anfibios. La presencia humana es regular
	Esta zona mantiene mayor amplitud en el camino. La vegetación corresponde a VSa/BPQ, pero la vegetación está más espaciada debido a actividades previas en la zona; no obstante, los alrededores mantienen la vegetación conservada. La vista es amplia en el eje del camino, los colores contrastantes con el entorno .

FOTO	Descripción
	Esta zona mantiene mayor amplitud en el camino. La vegetación corresponde a VSa/BPQ, pero la vegetación está más espaciada debido a actividades previas en la zona. La vista es amplia en el eje del camino, los colores contrastantes con el entorno. No existen evidencias antrópicas salvo el camino en uso actual.
	Paisaje correspondiente a VSa/BPQ. Existe baja presencia humana, así como nula existencia de casas habitación. El eje de rodamiento presenta piedras y toda esta área se encuentra rodeada de vegetación. Se pueden ver ocasionalmente avistamientos de fauna nativa
	Esta zona mantiene un relieve de llanura con vegetación de BPQ. La vista es amplia en el eje del camino, los colores contrastantes con el entorno. Existen evidencias antrópicas como áreas destinadas a agricultura y el eje del camino existente.

FOTO	Descripción
	Esta zona mantiene un relieve de llanura o con algunos lomeríos suaves con vegetación de BPQ. La vista es amplia en el eje del camino, los colores contrastantes con el entorno. Existen evidencias antrópicas como áreas destinadas a agricultura y el eje del camino existente.

b) Calidad escénica o calidad visual

Para el análisis de la calidad visual del paisaje se utilizó una adaptación del método indirecto propuesto por Bureau of Land Management (BLM, 1980), denominado Matriz para la Evaluación de la Calidad Visual del Paisaje. Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas (forma, línea, color, textura) de los componentes del paisaje (morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza, actuación humana). Con dicha información se ejecuta una evaluación independiente de los principales componentes del paisaje y en las cualidades intrínsecas del espacio visual, se asigna un valor según los criterios de ordenación y la suma total de estos determina la clase de calidad visual del área en estudio.

Los criterios de valoración y la escala de referencia utilizada se muestran en los siguientes Cuadro IV-95.

Cuadro IV-95 Criterios de valoración y puntuación para evaluar la calidad visual del paisaje BLM

FACTORES	CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
GEOMORFOLOGÍA	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
Valor	5	4	3	2	1
VEGETACIÓN	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
Valor	5	4	3	2	1

FACTORES	CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
FAUNA	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
Valor	5	4	3	2	1
AGUA	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realzando moderadamente la calidad visual del paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	Corrientes o cuerpos de aguas poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas se aprecian contaminadas en una medida importante y presentan mal olor.	Corrientes o cuerpos de agua, ausentes, efímeros, intermitentes, perennes o poco perceptibles que apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos
Valor	5	4	3	2	1

FACTORES	CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
Valor	5	4	3	2	1

FACTORES	CALIDAD VISUAL DEL PAISAJE				
	Muy alta	**Alta**	**Media**	**Baja**	**Muy baja**
SINGULARIDAD Y RAREZA	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
GRADO DE ALTERACIÓN HUMANA	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista.	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
Valor	5	4	3	2	1

Se realizaron 7 puntos de observación distribuidos en el AP y en el SA.

En cada sitio se evaluó una distancia aproximada a un radio de 100 metros desde la posición del ponderador, donde se analizaron las condiciones actuales de cada factor en términos visuales y de apreciación en el paisaje local. Únicamente para el factor "fondo escénico" se consideró como distancia de evaluación hasta el infinito (hasta donde la condición del paisaje permitiera la observación). Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con la finalidad de garantizar resultados más fiables. Para tener la ubicación precisa de los sitios de evaluación se tomó la coordenada central (UTM) de cada uno de estos.

Cuadro IV-96 Clasificación de la calidad del paisaje

Clasificación	Rango
Muy alta	33.6 -40
Alta	27.2 – 33.5
Media	20.8 – 27.1
Baja	14.4 – 20.7
Muy baja	8 -14.3

Resultados

La evaluación del paisaje se llevó a cabo en los 7 transectos mostrados, mismos que abarcan la totalidad del Área de Influencia y del eje del proyecto todo dentro del municipio de Canatlán.
Los sitios de evaluación se ubicaron en el tramo donde tendrá lugar las modificaciones del trazo.

Los puntajes y resultados de la aplicación de este método para las áreas evaluadas, por componente del paisaje, se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro IV-97 Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje

Factor	Sitio de muestreo							Calidad Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	
GEOMORFOLOGÍA	3	3	3	2	4	4	2	3.0
VEGETACIÓN	2	2	3	3	2	2	1	2.1
FAUNA	2	3	2	2	3	3	1	2.3
AGUA	1	3	3	4	4	1	3	2.7

Factor	Sitio de muestreo							Calidad Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	
COLOR	2	2	2	3	3	3	3	2.6
FONDO ESCÉNICO	2	2	1	3	3	3	3	2.4
SINGULARIDAD O RAREZA	2	2	2	2	2	2	2	2.0
GRADO DE ALTERACIÓN HUMANA	2	2	1	3	3	3	3	2.4
CALIDAD PAISAJÍSTICA POR SITIO	16	19	17	22	24	21	18	19.6
VISUAL POR SITIO	B	B	B	M	M	M	B	BAJA

Con base en los resultados del cuadro anterior, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es "**BAJA**". En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por actividades como lo es asentamientos humanos, agricultura y desde luego por el camino ya existente.

Respecto al Área de Influencia y el Sistema Ambiental es evidente la modificación de la vegetación natural encontrándose zonas con poca vegetación, así como las actividades productivas de los pobladores, agricultura (maíz, avena y en algunos casos algún tipo de vegetales como son papas), asentamientos humanos y por vegetación compuesta de elementos secundarios.

A partir de la evaluación realizada, se obtuvo que el área del proyecto muestra una calidad promedio Baja (19.6 puntos).

Los sitios que alcanzaron los valores más bajos corresponden a zonas con desarrollo rural donde ha existido un cambio de uso de suelo y por lo tanto existe una pérdida de vegetación original Figura IV-40).



Figura IV-40 Zona con desarrollo agrícola

IV.4 Diagnóstico ambiental

Los problemas ambientales en el país cada vez son más numerosos, y aunque se han hecho múltiples esfuerzos por parte de académicos e instancias gubernamentales, aun se tiene una larga lista de pendientes al respecto. Entre los principales problemas, destacan los riesgos a la biodiversidad por eventos de fragmentación y pérdida de hábitats, problemas de erosión y desertificación, y alteración y contaminación de las riberas y aguas de los ríos entre otros (CONABIO-PNUD, 2009).

Metodología.

Con el fin de estimar la calidad ambiental en una escala localizada, es decir, en las zonas correspondientes al Área de Influencia, se llevó a cabo un procedimiento que se basa en la ponderación de diez factores representativos del entorno circundante que son: geoformas, suelo, calidad del agua, cubierta vegetal, naturalidad de la vegetación, presencia de ganado, presencia de cultivos, hábitat para la fauna silvestre, diversidad biológica observable y evidencia antrópica.

Dicho procedimiento se realizó en los 7 sitios citados en el apartado de Paisaje, mismos que se ubican dentro del Área de Influencia del proyecto.

El procedimiento consistió en el desarrollo de una matriz de evaluación donde se valoró cada factor en cada sitio; dicha matriz está compuesta por los ocho factores ambientales y donde cada uno, muestra cinco posibilidades de calidad ambiental tanto a nivel cualitativo como cuantitativo

(ver las siguientes tablas); así mismo, cada factor presenta una serie de calificativos o elementos a tomar en cuenta durante la evaluación.

Debido a que los procedimientos metodológicos fundamentados en la ponderación multicriterio o de múltiples factores presentan un carácter subjetivo, se tomaron consideraciones que permitan reducir los sesgos y obtener resultados más confiables. Algunos puntos básicos que se tomaron en cuenta en el desarrollo de la metodología son los siguientes:

o Se consideró un radio promedio de 150 m alrededor del ponderador, esto con la finalidad de tener un rango de visión óptimo del entorno inmediato, y a su vez, una mejor apreciación de los elementos a evaluar principalmente en las zonas de afectación y daños al ecosistema.

o Se tomaron en cuenta las condiciones ambientales adyacentes y los usos de suelo predominantes.

o Mantener un alto grado de objetividad a la hora de asignar los valores a cada factor para evitar sobre o sub-valoración hacia algún factor en especial.

Las ponderaciones fueron analizadas por un grupo de especialistas de carácter multidisciplinario con la finalidad de obtener resultados más confiables, que reflejaran una diversidad de enfoques y percepciones de las condiciones ambientales del entorno.

A continuación, se muestra la matriz utilizada para la evaluación ambiental de los sitios donde se muestran los niveles de calidad, así como sus respectivos valores cuantitativos Cuadro IV-98

Cuadro IV-98 Tabla de evaluación de la calidad ambiental

Factor ambiental / social / antrópico	Nivel de calidad	Calificación
GEOFORMAS (Existencia de cortes en el terreno, terraplenes, extracción de material, etc.)	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificadas	1
SUELO (Buscar evidencias de erosión laminar, surcos, cárcavas, suelos desnudos por efecto del hombre, pastoreo, etc.)	Sin erosión	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2

Factor ambiental / social / antrópico	Nivel de calidad	Calificación
	Extremadamente erosionado	1
CALIDAD DEL AGUA (evaluar cuerpos o corrientes de agua, fuentes contaminantes y variaciones en época de lluvias)	Sin contaminación aparente	5
	Ligera contaminación	4
	Moderada contaminación	3
	Alta contaminación	2
	Extrema contaminación	1
CUBIERTA VEGETAL	Mayor al 100 %	5
	75 - 100 %	4
	50 - 75 %	3
	25 - 50 %	2
	Menor al 25 %	1
NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN	Vegetación original (sin presencia de secundaria)	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural que la secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
HÁBITAT PARA LA FAUNA SILVESTRE (Estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales como estructura, composición, configuración, etc., elementos abióticos como cursos y cuerpos de agua, cañadas y potenciales refugios)	Potencial muy alto	5
	Potencial alto	4
	Potencial medio	3
	Potencial bajo	2
	Potencial muy bajo	1
EVIDENCIA ANTRÓPICA (Casas, Caminos, brechas, basura, etc.)	Alta diversidad	5
	Moderada diversidad	4
	Baja diversidad	3
	Muy baja diversidad	2
	Diversidad casi o aparentemente nula	1

Se generó una escala de cinco niveles de acuerdo al número de factores manejados, con estos valores se pudo estimar las condiciones del ambiente a partir de la cuantificación y cualificación de los resultados obtenidos por sitio de evaluación y de forma absoluta en la superficie total de estudio, los niveles y escala se muestran en el Cuadro IV-99.

Cuadro IV-99 Escala de calidad ambiental

Escala	
MUY BAJA	1 - 8.1
BAJA	8.1 -16
MEDIA	16.1 - 24
ALTA	24.1 - 32

Escala	
MUY ALTA	31.2 - 40

Resultados.

Como se puede apreciar en la siguiente tabla, de acuerdo con los valores del diagnóstico ambiental el sitio de forma general tiene una calidad ambiental Alta (26.25 puntos). Todos los lugares evaluados presentan un valor bajo en lo referente a la evidencia antrópica, sobre todo por la presencia del camino, es por eso que se tiene una calidad ambiental ALTA (Cuadro IV-100).

Cuadro IV-100 Tabla de resultados de la evaluación de la calidad ambiental

FACTOR	SITIOS								CALIDAD PROMEDIO
	1	2	3	4	5	6	7	8	
GEOFORMA	3	3	3	3	3	3	3	3	3
SUELO	3	3	3	3	4	3	3	3	3.1
CALIDAD DEL AGUA	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CUBIERTA VEGETAL	3	3	2	4	4	4	4	4	3.5
NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN	4	4	2	4	4	4	4	4	3.8
HÁBITAT PARA LA FAUNA	3	3	3	3	3	3	3	3	3.1
DIVERSIDAD BIOLÓGICA	3	4	3	4	4	4	4	4	3.8
EVIDENCIA ANTRÓPICA	2	2	2	2	2	2	2	2	2
CALIDAD AMBIENTAL	25	26	22	27	28	27	27	27	26.25
	A	A	A	A	A	A	A	A	ALTA

El uso de suelo y vegetación entrados a lo largo del trazo corresponde a VSa/BPQ (Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Pino – Encino), esta asociación se muestra en regulares condiciones de conservación. La fragmentación encontrada es la que se generó en el momento de hacer el camino actual, no obstante, debido a las características que tendrá la, obra no se considera que con la modernización cambien las condiciones ambientales de la zona.



Figura IV-41 Laterales del camino con Vegetación VSa/BPQ

En cuanto a la calidad ambiental encontrada por factor evaluado sobresale la diversidad biológica observable, ya que tanto para la flora como para la fauna es abundante y se puede apreciar en casi desde cualquier punto en el camino. Aunado a esto se encuentra el hábitat para la fauna, así como la naturalidad de la vegetación, que son resultado de las buenas condiciones de conservación del sitio.

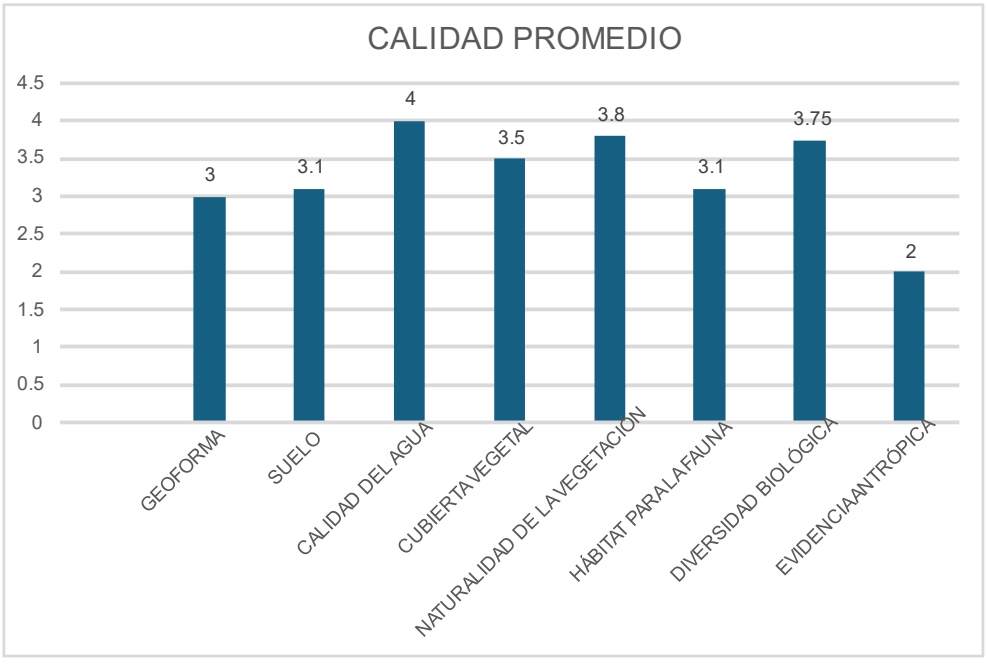

Gráfico IV-30 Calidad ambiental promedio mostrado por factor ambiental

Los parámetros que clasificaron al área del proyecto con un valor ALTO en su integridad ecológica fueron entonces la naturalidad de la vegetación, diversidad ecológica y calidad del agua, mismos

que se relacionan entre ellos al encontrar sitios con la presencia de espacios de flora nativa conservada; es por ello que las medidas de mitigación propuestas en la presente MIA-P, deben ser contundentes y viables con el fin de no degradar la integridad ecológica tanto del AI como del SA.

Las medidas de mitigación apoyaran al SA y al AI para resistir con mayor facilidad la perturbación y disminuir los impactos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 3

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 3

V.1.1 Indicadores de impacto 4

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto 12

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación 14

V.1.3.1 Criterios 14

V.1.3.2 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada 15

V.2 Valoración de los impactos 20

V.3 Impactos residuales 45

V.4 Resultados y conclusiones 46

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro V-1 Componentes del medio ambiente 4
Cuadro V-2 Indicadores de impacto ambiental 13
Cuadro V-3 Valor de importancia de los impactos ambientales 15
Cuadro V-4 Comparativo del Índice de Shannon a nivel SA y área de la trayectoria del Proyecto Flora .. 22
Cuadro V-5 Comparativo del Índice de Shannon a nivel SA y área de la trayectoria del Proyecto Fauna 25
Cuadro V-6 Niveles de calidad del aire 26
Cuadro V-7 Datos línea base Calidad del Aire actual 27
Cuadro V-8 Datos potenciales Calidad del Aire 27
Cuadro V-9 Matriz de impactos (Suelo) 29
Cuadro V-10 Matriz de impactos (Agua superficial) 30
Cuadro V-11 Matriz de impactos (Agua subterránea) 31
Cuadro V-12 Matriz de impactos (Aire) 32
Cuadro V-13 Matriz de impactos (Geología y geomorfología) 33
Cuadro V-14 Matriz de impactos (Clima) 34
Cuadro V-15 Matriz de impactos (Paisaje) 35
Cuadro V-16 Matriz de impactos (Flora) 36
Cuadro V-17 Matriz de impactos (Fauna) 37
Cuadro V-18 Matriz de impactos absolutos Preparación del sitio 38
Cuadro V-19 Matriz de impactos absolutos Construcción 39
Cuadro V-20 Matriz de impactos absolutos Operación y mantenimiento 40
Cuadro V-22 Matriz de impactos de los impactos 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V-1 Erosión total en el área del Proyecto (actual, ideal y potencial) 21
Figura V-2 Curva de erosión a lo largo de la trayectoria del Proyecto 21
Figura V-3 Comparación de Riqueza (flora)..... 23
Figura V-4 Curva de diversidad Flora para el Proyecto 24
Figura V-5 Comparación de Riqueza (fauna)..... 25
Figura V-6 Curva de diversidad Fauna para el Proyecto 26
Figura V-7 Curva de calidad del aire en el área de la trayectoria del Proyecto..... 28
Figura V-8 Valores medios de importancia de impactos por etapa 41
Figura V-9 Valores medio total por medio (físico, biológico)..... 42
Figura V-10 Valores medios totales de importancia por factor ambiental 42

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

El proyecto denominado “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá, del km 4+400 al km 12+000”, ubicado en el municipio de Canatlán, Durango, contempla la rehabilitación y mejoramiento de un camino de terracería existente. Esta vía comunica principalmente a las localidades de Ignacio Zaragoza y San Diego Alcalá, además de beneficiar a diversas rancherías cercanas, mediante la construcción de una carretera tipo “D”.

La obra se desarrollará aprovechando el trazo actual del camino, con un ancho de corona de 7 m y sin acotamientos, lo que permitirá minimizar el grado de afectación ambiental.

Es importante señalar que los proyectos viales, además de facilitar la comunicación, son considerados como obras de beneficio social y económico, al mejorar la movilidad regional, la conectividad entre comunidades y la calidad de vida de los habitantes. En este sentido, representan un elemento fundamental para el desarrollo local y regional.

No obstante, la modernización de caminos y carreteras también conlleva impactos ambientales que deben atenderse de manera responsable. Entre los efectos más relevantes se encuentran la fragmentación de ecosistemas, la posible dispersión de especies exóticas y la disminución de poblaciones de flora y fauna nativas.

En este contexto, el presente proyecto generará afectaciones limitadas sobre las condiciones ambientales de la zona; sin embargo, resulta indispensable identificar, describir y evaluar dichos impactos, a fin de establecer medidas de prevención, mitigación y compensación que aseguren un equilibrio adecuado entre el desarrollo social y la conservación ecológica dentro del sistema ambiental.

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Para llevar a cabo la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales del proyecto, se eligió la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández-Vitora (1997), debido

a que permite analizar de manera clara y ordenada los posibles efectos sobre el medio ambiente, facilitando su valoración y la definición de medidas de prevención, mitigación o compensación.

V.1.1 Indicadores de impacto

Se identifican todos aquellos componentes del medio ambiente que podrían resultar afectados, ya sea de forma positiva o negativa, durante la ejecución del proyecto.

Estos componentes abarcan los elementos, cualidades y procesos del entorno que pueden experimentar algún tipo de alteración, tales como la vegetación, flora, fauna, agua, suelo y población.

Cada componente ambiental puede desglosarse en factores de distinta naturaleza, los cuales pueden ser:

Cuantificables: cuando es posible medirlos o expresarlos numéricamente.

Cualitativos: cuando su valoración se realiza en función de características descriptivas o apreciaciones no numéricas.

Cuadro V-1 Componentes del medio ambiente

Sistema Ambiental	Componente	Descripción
Medio Físico	Suelo	Superficie cubierta por suelo vegetal que actúa como soporte para la vegetación y la fauna, además de constituir un recurso natural con potencial de aprovechamiento económico.
	Agua Superficial	Cuerpos y corrientes de agua que se presentan en la zona, así como los rasgos asociados al escurrimiento superficial.
	Aire	Condiciones de la atmósfera en cuanto a su composición, procesos físicos y químicos, calidad del aire y capacidad de dispersión de contaminantes en el área del proyecto y su área de influencia.
	Paisaje	Valor estético y visual del entorno natural.

Sistema Ambiental	Componente	Descripción
Medio Biológico	Flora	Comunidades vegetales presentes en la trayectoria del proyecto y su área de influencia.
	Fauna	Conjunto de especies animales que habitan en la trayectoria del proyecto y su área de influencia.
Medio Socio-económico	Población	Habitantes y personas que realizan actividades en la trayectoria del proyecto y su área de influencia.
	Instalaciones e infraestructura	Estado y calidad de las viviendas, caminos y demás infraestructura localizada en la zona.
	Actividad agrícola, ganadera y forestal.	Desarrollo actual y potencial de las actividades productivas primarias de la región.

Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos

En esta etapa se realiza el análisis de las actividades del proyecto que, de forma directa o indirecta, pueden provocar modificaciones en el medio ambiente. Para ello, se identifican y distinguen los procesos, acciones o elementos con mayor potencial de generar impactos, ya sea por su carácter perturbador o por su capacidad de contaminar.

Acciones que modifican el uso del suelo:

- Por nuevas ocupaciones.
- Establecimiento de infraestructuras auxiliares o temporales.

Acciones que implican la emisión de contaminantes:

- A la atmósfera.
- Al agua.
- Al suelo.
- En forma de residuos sólidos.

Acciones derivadas del almacenamiento de residuos:

- Dentro del núcleo de la actividad.
- Transporte.

Acciones que implican sobreexplotación de recursos:

- Materias primas.
- Consumos energéticos.
- Consumos de agua.

Acciones que actúan sobre el medio biótico:

- Emigración/migración de fauna.
- Disminución.

Acciones que dan lugar al deterioro del paisaje:

- Topografía y suelo.
- Flora
- Agua
- Naturalidad
- Singularidad

Acciones que repercuten sobre las infraestructuras.

- Acciones que modifican el entorno social, económico y cultural.

Acciones derivadas del incumplimiento de la normativa medioambiental vigente.

Identificación de impactos

Para llevar a cabo una evaluación efectiva de los posibles impactos ambientales, es necesario identificarlos previamente. Para ello, se deben especificar de manera clara cada una de las actividades derivadas del proyecto en las que puedan presentarse dichos impactos

PREPARACIÓN DEL SITIO

Ahuyentamiento y rescate de fauna

La importancia de esta actividad radica en la protección de las especies que habitan en el área de influencia del proyecto. Se llevará a cabo antes del desmonte e incluye la realización de recorridos en la zona, generando el mayor nivel de ruido posible para favorecer el desplazamiento de la fauna.

En caso de encontrarse ejemplares de especies de desplazamiento lento, estos serán capturados y reubicados de manera segura en hábitats similares al original, a una distancia mínima de 1,000 metros en línea perpendicular al punto de captura.

Desmonte

El desmonte implica actividades específicas como son el marqueo de los árboles que habrán de derribar, desramar y trocear, además de llevar un control organizado de los desperdicios vegetales. La actividad general de desmonte solo se podrá ejecutar cuando el rescate de flora y fauna hayan sido realizados, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Todos los árboles que se encuentren dentro del área que ocupará la calzada del camino tendrán que ser marcados con pintura roja, actividad que deberá ser ejecutada por el responsable Técnico Forestal que indique el Promovente, con la única condición de contar con el Registro Forestal Nacional. Posteriormente al marqueo de los árboles, se llevará a cabo su derribo. Para este efecto se puede utilizar motosierras, machetes, hachas, sierras manuales, cascos, guantes de carnaza, lentes de seguridad, entre otros.

Es importante señalar que durante la ejecución de esta labor no se utilizarán pesticidas ni herbicidas, debido a su potencial contaminante para el suelo.

Los huecos causados por la extracción de este tipo de elementos, así como los pozos y agujeros existentes en la zona de terraplén, deberán rellenarse y compactarse adecuadamente según las

recomendaciones emitidas en el proyecto de terracerías, para evitar que estas zonas se comporten como puntos débiles en la estructura del terreno.

Control de desperdicios

El control de los residuos vegetales generados durante el aprovechamiento forestal deberá realizarse mediante su pica y dispersión, con el objetivo de facilitar su incorporación al suelo y reducir el riesgo de erosión. Los restos deberán colocarse de forma perpendicular a la pendiente cuando esta sea superior al 15 %, de manera que contribuyan a la retención del suelo y a la estabilización del terreno.

Señalamiento de los límites del Derecho de Vía.

Se establecerán las referencias (mojoneras, bancos de nivel, etc.) siguiendo el sistema de trazo.

Despalme

El despalme consiste en la remoción del material orgánico que forma la capa superficial del suelo. Se realizará a lo largo y ancho de las superficies que ocupará el camino en un espesor promedio de 20 cm.

Escarificado

Posteriormente a la eliminación de la capa vegetal es recomendable escarificar y re compactar el terreno en una profundidad de entre 15 y 25 cm dependiendo de las condiciones en que se encuentre dicho suelo, la altura del terraplén o el emplazamiento de la obra en zonas que comprometan su estabilidad.

Extendido

Primeramente, se realizará el extendido del suelo en capas de espesor uniforme y de composición homogénea. Para esto puede ser necesario mezclarlo adecuadamente.

Compactación

Una vez obtenido el grado de humedad óptimo, se procederá a la última fase de ejecución del terraplén: la compactación.

Terminación del terraplén

En el caso de terraplenes de acceso, se construirá el cuerpo de terraplén con alturas variables dependiendo de la rasante y se compactará al 95% de su PVSM de la prueba ASSHTO estándar.

Subyacente

Para el caso de terraplenes de espesor mayor a 50.0 cm, sobre las capas de terraplén debidamente terminado, se construirá la capa subyacente (transición) de 50 .0 cm de espesor (compacto); empleando material del banco más cercano y compactado al 95% (mínimo), de su P.V.S.M calculado con la prueba AASHTO estándar, con lo que se llegará a 50.0 cm abajo del nivel de subrasante de proyecto.

Procedimiento constructivo de la subrasante

Sobre la capa subyacente debidamente terminada, se construirá la capa subrasante de proyecto utilizando el material del banco más cercano a la obra.

Riegos de impregnación

Se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo el material suelto, polvo y materias extrañas que se encuentren en ella. Antes de aplicar el riego de impregnación, el barrido se dará por terminado cuando lo indique la secretaría.

Obras de drenaje

Para el caso de las alcantarillas que se vayan a reconstruir o que sean nuevas, será necesario llevar a cabo la excavación correspondiente, la demolición de la estructura existente que se reemplazará, así como la remoción de los tubos o residuos de la alcantarilla original.

Caracterización de los impactos

Recursos afectados. A continuación, se mencionan los posibles impactos por generarse por el proyecto, aclarando que no todos los impactos son negativos.

Agua:

- Aumento del acarreo de sedimentos a los cuerpos superficiales de agua.
- Posible alteración de parámetros físicos y químicos de los cuerpos de agua por incorporación accidental de residuos de lubricantes y combustibles, y otras sustancias contaminantes.

Recursos afectados

A continuación, se mencionan los posibles impactos por generarse por el proyecto, aclarando que no todos los impactos son negativos.

Agua:

- Aumento del acarreo de sedimentos a los cuerpos superficiales de agua.
- Posible contaminación de aguas subterráneas.
- Posible alteración de parámetros físicos y químicos de los cuerpos de agua por incorporación accidental de residuos de lubricantes y combustibles, y otras sustancias contaminantes.

Suelo:

- Aumento de las tasas de erosión.
- Compactación de los suelos en áreas de tráfico de automotores.

- Pérdida parcial de la humedad natural de los suelos en el área desmontada.
- Cambios en las propiedades físicas y químicas de los suelos.
- Pérdida de materia orgánica y disminución de productividad.

Aire:

- Aumento de los niveles de polvo sedimentable en el aire, debido a la eliminación de vegetación.
- Aumento de los niveles de contaminación por gases de los motores de combustión interna.
- Aumento de los niveles de ruido por el transporte automotor.

Flora:

- Deforestación de ejemplares arbóreos y arbustivos, alterando la calidad del paisaje.
- Fragmentación del hábitat al desmontar la superficie requerida.

Fauna:

- Estimulación a la migración de especies y posible introducción de la fauna oportunista.
- Modificación de hábitats, alteración de refugios y madrigueras de la fauna silvestre.

Paisaje:

- Introducción permanente de elementos diferentes en el sistema.
- Cambio permanente en la cobertura de la vegetación.

Población:

- Aumento del riesgo de enfermedades y molestias (polvo, ruido, vibraciones, gases, compuestos químicos tóxicos, etc.).
- Oportunidades de conseguir una fuente de empleo digno y estable.
- Arraigo de las poblaciones en su lugar de origen al mejorar las condiciones de vida.

Economía:

- Se mejora la economía de la región por la derrama económica del proyecto.
- Se generan nuevas fuentes de empleo tanto fijo como temporal.

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

Los indicadores de impacto se han definido con base en su pertinencia respecto al entorno del proyecto. Para que un indicador sea evaluado, se considera su situación actual en la línea base y se compara con los cambios previstos en el Sistema Ambiental (SA).

En este contexto, por ejemplo, la eliminación de la vegetación a lo largo de la trayectoria del camino sólo adquiere sentido al evaluarse en relación con la cobertura vegetal total existente en la zona. De igual manera, la generación de ruido en alguna de las fases del proyecto debe valorarse en proporción al número de personas potencialmente expuestas y al efecto que dicho ruido podría tener sobre su salud y calidad de vida.

Bajo este enfoque, el entorno se concibe como un sistema integrado por elementos y procesos, cuyo análisis resulta más claro al agruparse en tres grandes componentes:

a) Medio físico: constituido por los elementos y procesos del sistema natural en su estado actual. Incluye clima, aire, suelo, agua, geología, litología, topografía, flora y fauna.

b) Población: integrada por sus actividades productivas, atributos sociales y culturales, formas de vida, pautas de comportamiento y organización socioeconómica.

c) Sistemas de asentamientos humanos: comprende la infraestructura presente en el área de influencia, así como su eficiencia, funcionalidad, actualización y calidad.

Con base en la información recopilada en este estudio, se ha elaborado un listado de indicadores de impacto que permite evaluar tanto los efectos sobre los elementos físicos y socioeconómicos,

como sobre las funciones o efectos secundarios —positivos o negativos— que puedan derivarse, tales como la reducción de la exposición solar, modificaciones en el drenaje local o alteraciones en la visibilidad.

Es importante señalar que este listado se elaboró en estricto apego a la definición de indicador de impacto establecida en la Guía para la Evaluación de Impacto Ambiental (SEMARNAT, 2022), la cual lo define como: “elemento del ambiente afectado o potencialmente afectado”. Se excluyen, por tanto, los agentes o acciones que generan la afectación, dado que éstos constituyen una categoría distinta a la de los indicadores.

De esta manera, se presenta a continuación el listado de indicadores de impacto ambiental correspondientes al proyecto Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá.

MEDIO FÍSICO

Cuadro V-2 Indicadores de impacto ambiental

Factor	Indicador
Suelo	Remoción de la capa superficial arcillosa
	Alteración de la calidad del suelo
	Compactación del suelo
	Cambio en el uso del suelo
	Generación de residuos no peligrosos (requieren recolección y disposición adecuada)
Recursos hídricos	Alteración de la calidad del agua superficial
	Alteración de la calidad del agua subterránea
	Aprovechamiento de recursos hídricos
Calidad del aire	Incremento de gases de combustión
	Incremento de emisiones de material particulado (PM_{10}).
	Disminución de material particulado en suspensión (polvos).
Ruido	Incremento de niveles de ruido ambiental
Relieve y Geodinámica	Incremento de procesos de erosión por acción del viento
	Incremento de procesos de erosión por escorrentía superficial.
Vegetación	Pérdida de cobertura vegetal
	Eliminación de individuos de flora de diversas especies
	Disminución de la fotosíntesis local por remoción de vegetación

Factor	Indicador
Fauna	Desplazamiento temporal de fauna local
	Afectación de la fauna silvestre

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Criterios

El presente apartado considera de manera específica las interacciones entre las acciones generadoras de impactos y los elementos del medio ambiente susceptibles de ser afectados por la ejecución del proyecto.

Para ello, se emplea la matriz de importancia cualitativa, herramienta metodológica que permite identificar y evaluar los efectos ambientales de las acciones previstas durante todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y abandono). Esta matriz establece la relación entre cada acción del proyecto y los distintos componentes ambientales, proporcionando una visión integral de la magnitud y relevancia de los impactos potenciales.

En la matriz, cada cruce entre una acción y un componente ambiental refleja la naturaleza del efecto que puede generarse. Así, se identifican los impactos ambientales derivados de la interacción de actividades específicas con los factores ambientales considerados, ya sea en el medio físico, biótico o socioeconómico.

La valoración cualitativa de los impactos en la matriz se fundamenta en los siguientes principios: Importancia del impacto: medida cualitativa del grado en que se manifiesta el efecto de una acción sobre un componente ambiental.

Intensidad de la acción: nivel de incidencia que la acción genera en el ambiente, considerando su alcance espacial y temporal.

De esta manera, la matriz de importancia cualitativa constituye un instrumento clave dentro de esta MIA-P, al facilitar la sistematización, interpretación y jerarquización de los impactos

ambientales asociados al proyecto de modernización del camino, asegurando un análisis ordenado y transparente en la toma de decisiones ambientales.

V.1.3.2 Metodología de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

ara la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales asociados al proyecto, se adoptó la metodología que se expone a continuación. Bajo este enfoque, cada una de las actividades previstas en el Proyecto de Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá se analiza en función de su potencial para generar impactos —positivos o negativos— sobre los distintos componentes del medio ambiente, tanto bióticos como abióticos.

La metodología seleccionada corresponde al modelo propuesto por Vicente Conesa Fernández-Vitora (1997), ampliamente reconocido y aplicado en la identificación y valoración de impactos ambientales en proyectos de infraestructura. Este método se fundamenta en un análisis integral desarrollado por equipos interdisciplinarios de especialistas y se adapta de manera adecuada a las características y particularidades del presente proyecto.

El proceso de análisis incorpora la opinión técnica documentada, así como la experiencia del responsable técnico de este estudio, considerando antecedentes en proyectos de naturaleza similar. Se reconoce, no obstante, que toda valoración implica un margen de limitación asociado al carácter cualitativo de algunos criterios de evaluación.

La caracterización de los impactos se realiza a partir de un conjunto de atributos cualitativos, entre los que destacan:

Cuadro V-3 Valor de importancia de los impactos ambientales

Signo		**Intensidad (I)**	
Benéfico	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy Alta	8
		Total	12

Extensión (EX)		**Momento (MO)**	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Inmediato – corto plazo	4
Total	8	Critico	+10
Critica	12		
Persistencia (PE)		**Reversibilidad (RV)**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano Plazo	2
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		**Acumulación (AC)**	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico moderado	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		**Periodicidad (PR)**	
Indirecto	1	Irregular	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)			
Corto plazo o inmediato	1		
Mediano plazo	2		
Mitigable	4		
Irrecuperable	8		

•Signo (+/-)

El signo del efecto o del impacto hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que actúan sobre los distintos componentes ambientales (naturaleza del impacto). Se estudian principalmente los impactos perjudiciales para tratar de prevenirlos o mitigarlos.

•Intensidad (i)

Refiere al grado de incidencia de la acción sobre el componente ambiental (grado de destrucción).

La valoración está comprendida entre 1 y 12, donde 12 expresa una destrucción total del componente y 1 una afectación mínima (o baja). Los valores comprendidos entre esos dos términos reflejarán situaciones intermedias: Media (Valor 2), Alta (Valor 4) y Muy Alta (Valor 8).

•Extensión (EX)

Refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (por ejemplo, el porcentaje del área en que se manifiesta el efecto).

Si la acción produce un efecto muy localizado se considera que el impacto tiene un carácter Puntual (Valor 1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno, teniendo una influencia generalizada, el impacto será total (Valor 8), así como además de tener un impacto total además afecta el entorno circuncidante se define como un impacto crítico (Valor 12), considerando las situaciones intermedias como impacto Parcial (Valor 2) y Extenso (Valor 4).

•Momento (MO)

Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el componente del medio considerado.

Cuando el tiempo transcurrido es nulo o inferior a 1 año, el momento será Inmediato o Corto plazo (Valor 4), de 1 a 5 años, Mediano plazo (Valor 2) y más de 5 años, Largo plazo (Valor 1). Si ocurriese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto se le atribuye un valor de 10 unidades por encima de las especificadas.

•Persistencia (PE)

Tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y a partir de cuándo el componente afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras (grado de permanencia).

Cuando la permanencia es menos de 1 año el efecto es Fugaz (Valor 1), si dura entre 1 a 10 años, Temporal (Valor 2) y si es superior a 10 años, Permanente (Valor 4).

•Reversibilidad (RV)

Posibilidad de reconstrucción del componente afectado como consecuencia de la acción producida, ósea, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales, una vez que esta acción deja de actuar sobre el medio.

Si es a Corto Plazo (Valor 1), a mediano Plazo (Valor 2) y si el efecto es irreversible (Valor 4).

•Sinergia (SI)

Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples (potenciación de la manifestación). La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

Cuando una acción que actúa sobre un componente no es sinérgica con otra acción sobre el mismo componente el Valor es 1, si presenta sinergismo moderado (Valor 2) y si es altamente sinérgico (Valor 4). Puede ocurrir que el sinergismo ocasione un efecto de debilitamiento. En esos casos se emplea signo negativo reduciendo así el valor de importancia del impacto.

•Acumulación (AC)

Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como 1 (simple), si es acumulativo el valor es 4.

•Efecto (EF)

Se evalúa a la relación causa–efecto, ósea la forma de manifestación del efecto sobre un componente, como consecuencia de la acción.

El efecto puede ser directo o primario siendo la repercusión de la acción una consecuencia directa de la misma (Valor 4), o indirecto o secundario cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto secundario (Valor 1).

•Periodicidad (PR)

Regularidad de la manifestación del efecto.

Puede ser de forma impredecible en el tiempo, efecto irregular o aperiódico y discontinuo (Valor 1); de manera cíclica o recurrente, efecto periódico (Valor 2); o constante en el tiempo, efecto continuo (Valor 4).

•Recuperabilidad (MC)

Posibilidad de reconstrucción (total o parcial) del componente afectado como consecuencia de la acción producida, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medio de la acción antrópica (aplicación de medidas correctoras).

Si es recuperable a Corto plazo o inmediato, (Valor 1), recuperable a mediano Plazo, (Valor 2), si el efecto es parcialmente recuperable se lo considera Mitigable (Valor 4) y si es irrecuperable (Valor 8).

Lo anterior se describe como la importancia del impacto y se representa por la siguiente formula:

$$I = \pm[3\,IN + 2\,EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Una vez obtenida la valoración cualitativa de la importancia del efecto se procede a la clasificación del impacto. Si el valor es menor o igual que 25 se clasifica como COMPATIBLE (CO), si su valor es mayor que 25 y menor o igual que 50 se clasifica como MODERADO (M), cuando el valor obtenido sea mayor que 50 pero menor o igual que 75 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S), y por último cuando se obtenga un valor mayor que 75 la clasificación que se asigna es de CRITICO (C).

V.2 Valoración de los impactos

La valoración de los impactos ambientales se llevó a cabo con las metodologías descritas y separando por componente ambiental.

Suelo

Para el caso de los impactos al suelo fue necesario calcular la erosión hídrica y eólica actual, y potencial del Proyecto (realizado en el capítulo IV) para realizar una comparación. Actualmente en el área del Proyecto se pierden 40.710 toneladas por hectárea por año (ton/ha/año) por efecto de la erosión hídrica, y por efecto de erosión eólica, se pierden 23.170 (ton/ha/año, teniendo una erosión total de **63.880 ton/ha/año**.

La erosión potencial calculada se resume en 131.310 ton/ha/año de erosión hídrica más 55.180 ton/ha/año de erosión eólica. Teniendo en cuenta las erosiones potenciales hídrica y eólica, a lo largo de la trayectoria del Proyecto, se estima una pérdida de **186.490 ton/ha/año**.

La diferencia de erosiones actuales y potenciales dan como resultado una magnitud de 122.610 ton/ha/año de erosión en el área del Proyecto teniendo en cuenta una erosión ideal de 100 ton/ha/año, se generará poco más del 50% de la erosión considerada.

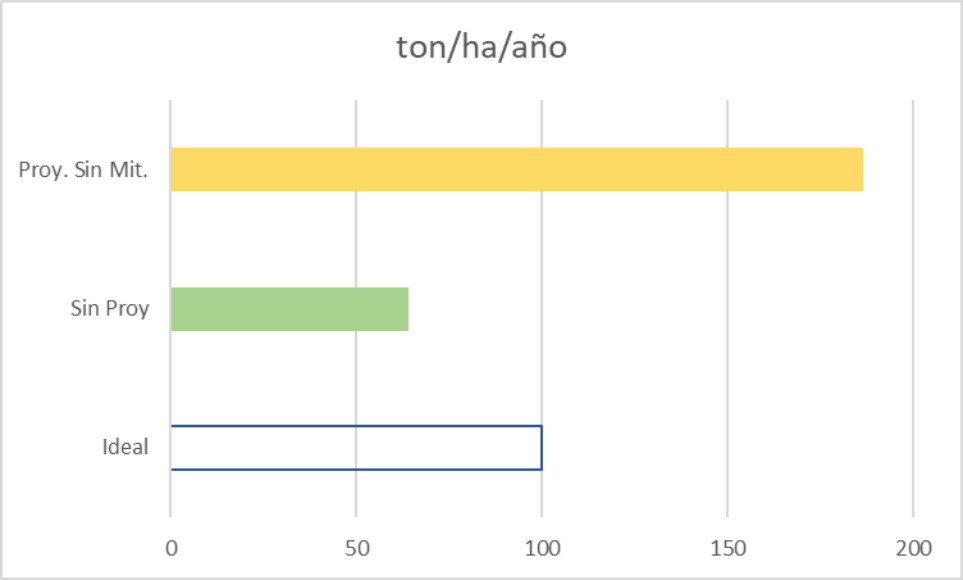

Figura V-1 Erosión total en el área del Proyecto (actual, ideal y potencial)

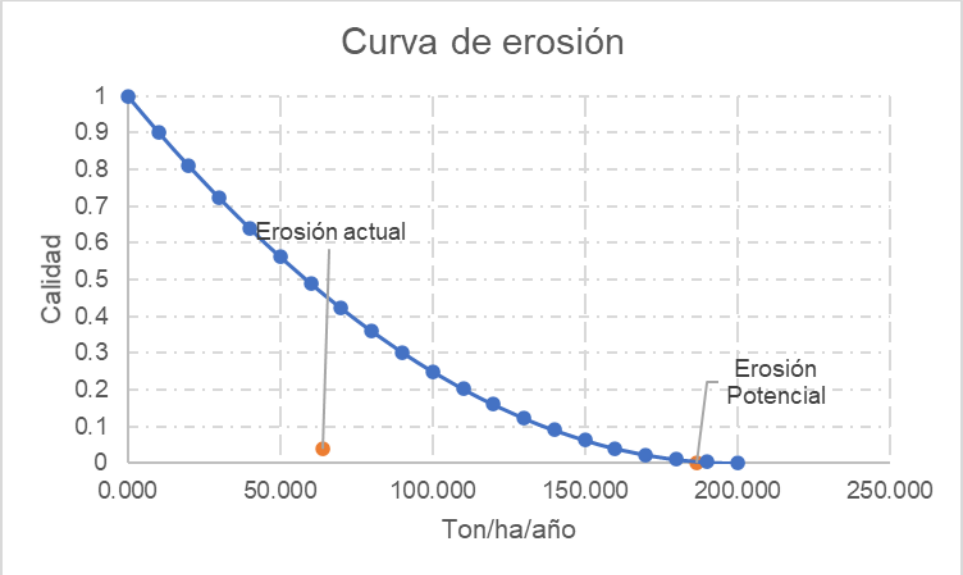

Figura V-2 Curva de erosión a lo largo de la trayectoria del Proyecto

De acuerdo con la **Figura V-2** Curva de erosión, se observa que actualmente el área del proyecto presenta una condición de erosión catalogada como de calidad “mala”, con un grado de erosión “alta” equivalente a 63.88 ton/ha/año. Una vez iniciadas y desarrolladas las actividades correspondientes a la modernización del camino, se prevé que la condición del suelo permanezca en un rango similar de calidad, mientras que el grado de erosión se incremente, alcanzando una categoría de “muy alta”, con un valor estimado de 186.49 ton/ha/año.

Este resultado refleja un aumento significativo en los procesos erosivos a lo largo de la trayectoria del proyecto, principalmente asociado a la remoción de la cubierta vegetal, la exposición del suelo a la escorrentía superficial y la alteración de la estabilidad estructural del terreno.

No obstante, es importante destacar que las medidas de mitigación y compensación planteadas en el Capítulo VI están orientadas específicamente a la protección y conservación del factor ambiental “Suelo”, considerado como uno de los más susceptibles a los impactos generados por el proyecto. Dichas medidas incluyen acciones de control de erosión, manejo adecuado de taludes, revegetación de áreas afectadas y establecimiento de prácticas de conservación, con el objetivo de reducir la pérdida de suelo y asegurar la sostenibilidad del área intervenida.

Biodiversidad

Se realizó la comparación de biodiversidad entre el SA y la trayectoria del Proyecto, tanto de flora como de fauna para poder observar el impacto que se tendrá durante su desarrollo.

Flora.

De acuerdo a los resultados en el Capítulo IV, se presenta un cuadro comparativo del Índice de Shannon a nivel del SA y del área de la trayectoria del Proyecto por estrato.

Cuadro V-4 Comparativo del Índice de Shannon a nivel SA y área de la trayectoria del Proyecto Flora

Estrato	**Arbóreo**		**Arbustivo**		**Herbáceas**		**Suculentas**	
Nivel	**SA**	**Proy.**	**SA**	**Proy.**	**SA**	**Proy.**	**SA**	**Proy.**
Riqueza S =	9	5	16	12	37	27	8	4
H Calculada =	1.386	1.349	1.642	1.355	2.616	2.182	1.551	0.69
H max Ln S	2.197	1.609	2.773	2.485	3.611	3.296	2.079	1.39
Equidad J	0.63	0.84	0.59	0.55	0.73	0.66	0.75	0.50

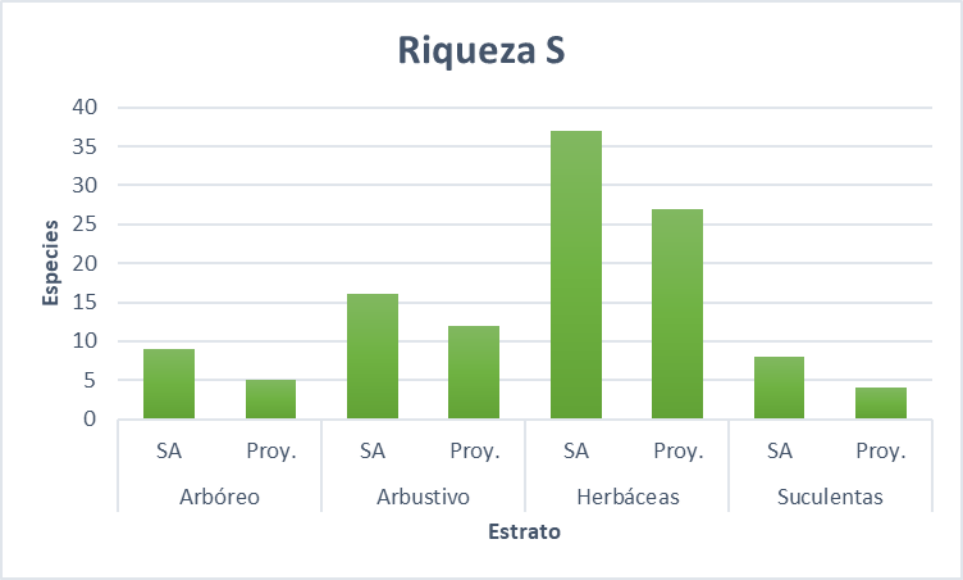

Figura V-3 Comparación de Riqueza (flora)

Con base en los resultados presentados en el cuadro y la gráfica anteriores, se aprecia que dentro del Sistema Ambiental (SA) se registra una mayor riqueza de especies, lo cual refleja una composición biológica más amplia en comparación con la zona directamente vinculada a la trayectoria del proyecto.

De manera complementaria, el Índice de Shannon-Wiener (H') evidencia que la diversidad ecológica es superior en el SA, indicando una mayor complejidad en la estructura de las comunidades vegetales y faunísticas.

En el caso específico del trazado del proyecto de modernización del camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá, los indicadores muestran una tendencia a la reducción de riqueza, diversidad y equidad, lo que sugiere que las actividades de desmonte, remoción de vegetación y modificación del hábitat generarán un impacto negativo sobre la biodiversidad local. Esta diferencia refuerza la necesidad de implementar medidas de manejo y conservación enfocadas a mitigar la pérdida de hábitat y preservar, en la medida de lo posible, la integridad ecológica del área circundante.

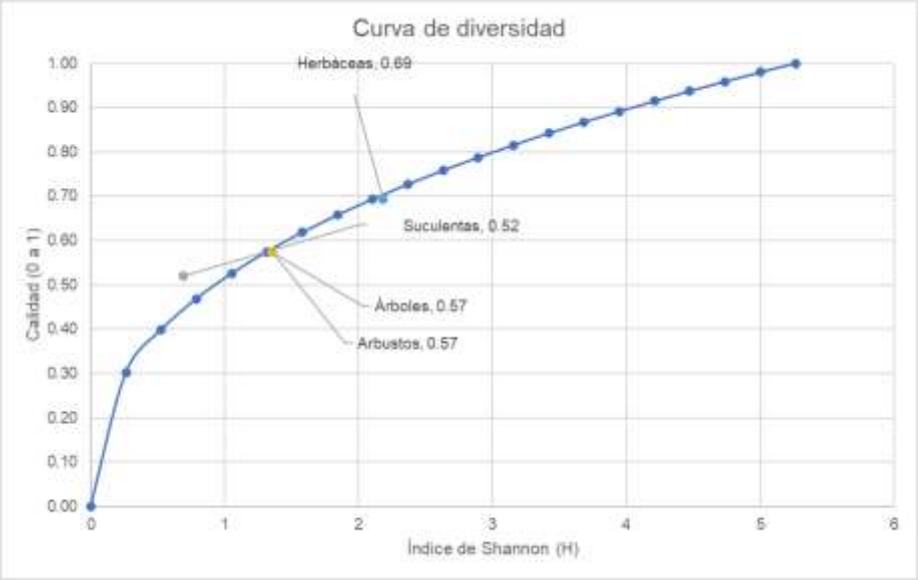

Figura V-4 Curva de diversidad Flora para el Proyecto

A partir de la gráfica de curva de diversidad, se identifica que los estratos arbóreo, herbáceo y arbustivo presentan una calidad alta en términos de diversidad y representatividad dentro del área de influencia del proyecto. En contraste, el estrato de suculentas refleja una condición de baja calidad a lo largo de la trayectoria del camino proyectado.

Con base en estos resultados, se concluye que la ejecución de la modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá no generará una afectación significativa sobre la biodiversidad a nivel de Sistema Ambiental (SA). Sin embargo, se reconoce que el estrato de las suculentas presenta una menor capacidad de regeneración natural en comparación con los demás grupos vegetales, lo cual lo hace más vulnerable frente a las actividades de desmonte y remoción de vegetación previstas en el proyecto.

Fauna

De acuerdo con el Cuadro V-5 biodiversidad de fauna, se observa que en el Sistema Ambiental (SA) se registra una riqueza faunística de 56 especies, en contraste con las 28 especies identificadas en el muestreo realizado a lo largo de la trayectoria del proyecto de modernización del camino. Este resultado evidencia que el SA concentra una mayor diversidad en todos los

grupos faunísticos evaluados, reflejando una mayor integridad ecológica en comparación con el área de influencia directa del trazo carretero.

Particular relevancia tiene el grupo de las aves, en el cual se documenta más del doble de especies en el SA respecto a las registradas en la trayectoria del proyecto. Este indicador resalta la importancia del hábitat circundante como zona de refugio, alimentación y reproducción para diversas especies, y confirma que el trazo carretero se desarrolla en un ambiente con menor representatividad faunística.

Cuadro V-5 Comparativo del Índice de Shannon a nivel SA y área de la trayectoria del Proyecto Fauna

Grupo	Aves		Mamíferos		Herpetofauna	
Nivel	**SA**	**Proy.**	**SA**	**Proy.**	**SA**	**Proy.**
Riqueza S	45	23	3	2	8	3
H Calculada	1.4967	1.5051	0.9165	0.6365	1.9037	1.0549
H max Ln S	3.8067	3.1355	1.0986	0.6931	2.0794	1.0986
Equidad J	0.39	0.48	0.83	0.92	0.92	0.96

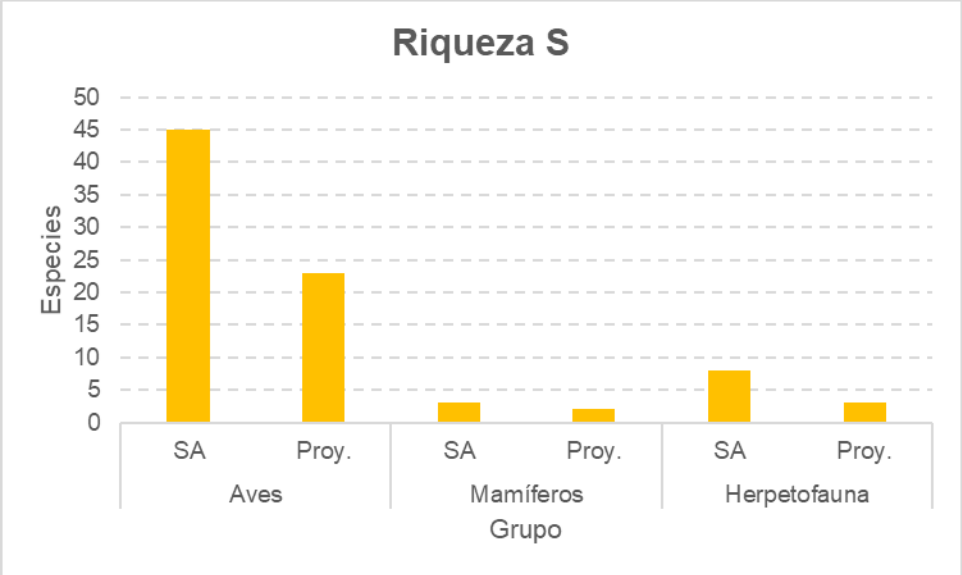

Figura V-5 Comparación de Riqueza (fauna)

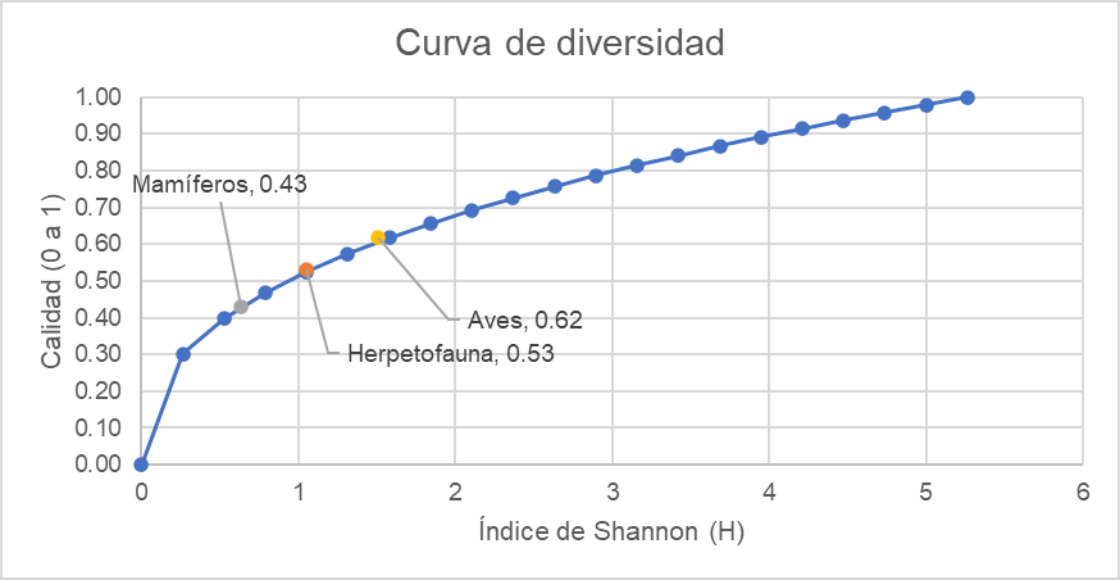

Figura V-6 Curva de diversidad Fauna para el Proyecto

De acuerdo con la gráfica de diversidad faunística, se observa que la diversidad de la fauna a lo largo de la trayectoria del proyecto varía entre rangos de baja a alta, lo que indica que la zona presenta una presencia limitada de especies, con la excepción del grupo de aves, que muestra una mayor representatividad y riqueza.

Aire

Para evaluar la calidad del aire se consultó el Índice de la Calidad del Aire (ICA)[1] en tiempo real, donde los datos provienen de AccuWeather Inc, empresa privada estadounidense que brinda servicios de pronóstico del tiempo y datos meteorológicos a nivel global.

Cuadro V-6 Niveles de calidad del aire

Calidad	Rango	Descripción
Excelente	0-19	La calidad del aire es idónea para la mayoría de las personas, puede disfrutar de sus actividades al aire libre con normalidad.
Buena	20-49	La calidad del aire es generalmente aceptable para la mayoría de las personas. Sin embargo, los grupos sensibles pueden experimentar síntomas de menores a moderados por la exposición a largo plazo.

[1]https://www.accuweather.com/es/mx/canatl%C3%A1n/232587/weather-forecast/232587?city=canatl%C3%A1n (15/09/25)

Calidad	Rango	Descripción
Mala	50-99	El aire ha alcanzado un nivel alto de contaminación y es poco saludable para los grupos sensibles. Reduce el tiempo que pasa fuera si siente síntomas como dificultad para respirar o irritación en la garganta.
Poco saludable	100-149	Los grupos sensibles pueden sentir inmediatamente los efectos sobre la salud. Las personas sanas pueden experimentar dificultad para respirar e irritación de la garganta tras una exposición prolongada. Limite sus actividades al aire libre.
Muy poco saludable	150-249	Los grupos sensibles sentirán inmediatamente los efectos sobre la salud y deben evitar las actividades al aire libre. Es probable que las personas sanas experimenten dificultad para respirar e irritación de la garganta; no salga y reprograme las actividades al aire libre
Peligrosa	250+	Cualquier exposición al aire, aunque sea por unos pocos minutos, pueden provocar graves efectos en la salud de todas las personas. Evite las actividades al aire libre.

Cuadro V-7 Datos línea base Calidad del Aire actual

Calidad del aire	Rango actual	Rango Óptimo	Rango Dañino
$PM_{2.5}$ (Partículas finas)	29	Bueno	>100
PM_{10} (Materia particuladas)	27	Bueno	>100
O_3 (Ozono)	**32**	Buena	>100
NO_2 (monóxido de carbono)	6	Excelente	>100

Fuente: ICA de AccuWeather, Canatlán, Dgo

Estas medidas fueron tomadas el domingo 14 de septiembre de 2025 en un horario de 3:35 p.m. (Cuadro V-7) y se tomaron como línea base. Posteriormente se tomó la lectura del mismo día, pero con horario de 11:40 a.m del día lunes 15/09/25 (Cuadro V-8) donde se considera que es la hora donde se han concentrado los contaminantes y en la zona del Proyecto podría llegar a tener dicha medida.

Cuadro V-8 Datos potenciales Calidad del Aire

Calidad del aire	Rango actual	Rango Óptimo	Rango Dañino
$PM_{2.5}$ (Partículas finas)	32	Bueno	>100
PM_{10} (Materia particuladas)	27	Bueno	>100
O_3 (Ozono)	**29**	Buena	>100
NO_2 (monóxido de carbono)	6	Excelente	>100

Fuente: ICA de (AccuWeather, 2025), Canatlán

Como se observa en el cuadro V-7 la calidad del aire en el supuesto que se desarrolle el Proyecto a su máxima capacidad tendría un Índice de Calidad del Aire con valor de **32**, lo cual lo pone en el rango “Buena”, tendiendo como escala lo presentado en el cuadro anerior, por lo cual, se establecen las medidas de mitigación en el Capítulo VI del presente documento.

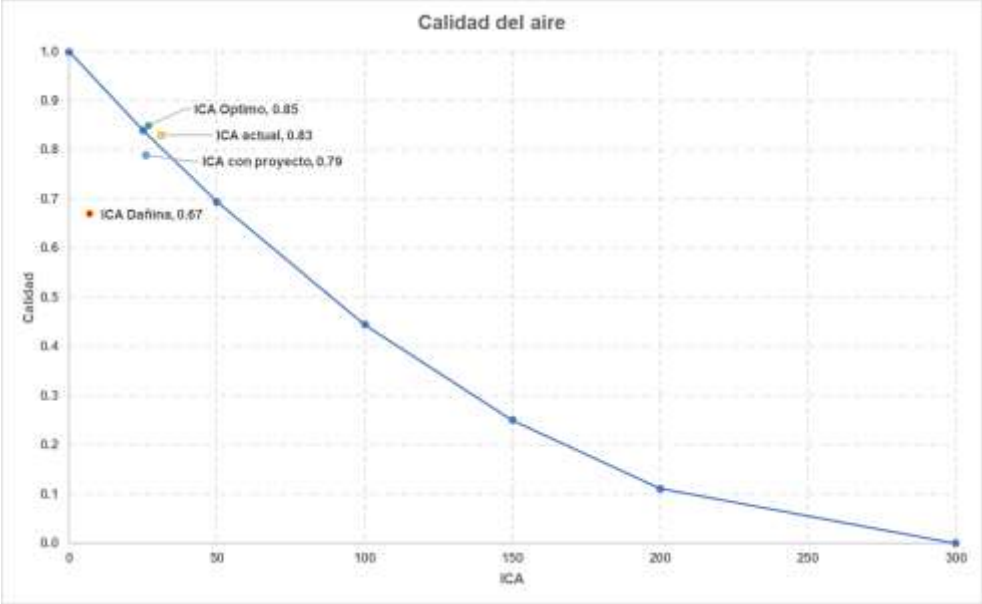

Figura V-7 Curva de calidad del aire en el área de la trayectoria del Proyecto

Así, poniendo los valores en un rango de calidad de 0 a 1 en una curva de tendencia polinómica de grado 2 (que es la que mejor se ajusta para este caso), se observa que actualmente se tiene una calidad buena en el área del Proyecto (0.83) y que a pesar de que se realice el Proyecto, aún se tendría una calidad buena, aunque un poco reducida (0.79).

De acuerdo con las evaluaciones anteriores, en los siguientes matices se muestran las calificaciones obtenidas con la finalidad de evaluar los daños que se pueden generar al ecosistema.

Cuadro V-9 Matriz de impactos (Suelo)

Suelo			Valor	**ACCIONES**													
				ETAPA DE PREPARACIÓN					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**					**ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**4**	**1**	**2**	**1**
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**2**	**4**	**1**	**2**	**1**
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**4**	**1**	**4**	**1**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**1**	**1**	**4**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				**13**	**13**	**44**	**26**	**13**	**13**	**44**	**13**	**42**	**34**	**13**	**30**	**13**

Cuadro V-10 Matriz de impactos (Agua superficial)

Agua superficial			Valor	**ACCIONES**													
				ETAPA DE PREPARACIÓN					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**					**ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENT**		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1	**4**	**4**	**2**	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**	**2**	**4**	**2**	**1**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**4**	**4**	**1**	**4**	**4**	**1**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													

Cuadro V-11 Matriz de impactos (Agua subterránea)

Agua subterránea			Valor	ACCIONES												
				ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Benéficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	+1 ó 4													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**2**	**4**	**1**	**1**	**2**	**2**
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				**13**	**13**	**38**	**13**	**13**	**13**	**42**	**14**	**38**	**13**	**13**	**32**	**14**

Cuadro V-12 Matriz de impactos (Aire)

Aire			Valor	ACCIONES													
				ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	i	Baja	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	4	1
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	EX	Puntual	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	MO	Largo Plazo	1	1	1	4	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	PE	Fugaz	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	11	4	1
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	RV	Corto Plazo	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	SI	Sin sinergismo	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	AC	Simple	1	1	1	1	1	1	1	2	1	4	4	1	4	1
		Acumulativo	4													
EFECTO	EF	Directo	4	1	1	4	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	PR	Irregular	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	MC	Rec. Inmediato	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	4	2
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				13	13	21	13	14	13	23	17	25	17	24	37	14

Cuadro V-13 Matriz de impactos (Geología y geomorfología)

Geología y Geomorfología			Valor	**ACCIONES**												
				ETAPA DE PREPARACIÓN					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**					**ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**4**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**1**	**1**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**1**	**4**	**4**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**2**	**1**
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1	**1**	**1**	**4**	**2**	**1**	**2**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**4**	**2**
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				**14**	**13**	**38**	**24**	**16**	**21**	**42**	**16**	**34**	**16**	**13**	**34**	**17**

Cuadro V-14 Matriz de impactos (Clima)

Micro-Clima			Valor	**ACCIONES**												
				ETAPA DE PREPARACIÓN					**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**					**ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**1**	**1**
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1	**1**	**1**	**4**	**1**	**1**	**1**	**4**	**2**	**2**	**2**	**1**	**1**	**2**
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				**13**	**13**	**26**	**13**	**13**	**13**	**30**	**14**	**25**	**16**	**13**	**13**	**14**

Cuadro V-15 Matriz de impactos (Paisaje)

Paisaje			Valor	ACCIONES													
				ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	i	Baja	1													
		Media	2													
		Alta	4	1	1	4	1	2	1	4	2	4	1	1	2	2
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	EX	Puntual	1													
		Parcial	2													
		Extenso	4	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	1	2	2
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	MO	Largo Plazo	1													
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	PE	Fugaz	1													
		Temporal	2	1	1	4	1	2	1	4	2	2	1	2	4	2
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	RV	Corto Plazo	1													
		Medio Plazo	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1
		Irreversible	4													
SINERGIA	SI	Sin sinergismo	1													
		Sinérgico	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	AC	Simple	1													
		Acumulativo	4	1	1	4	1	1	1	4	4	4	1	1	4	1
EFECTO	EF	Directo	4													
		Indirecto	1	4	1	4	1	4	1	4	1	4	1	1	4	1
PERIODICIDAD	PR	Irregular	1													
		Periódico	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	2	2	2
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	MC	Rec. Inmediato	1													
		Recuperable	2													
		Mitigable	4	2	1	4	1	2	1	4	2	4	1	2	4	2
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				17	13	40	13	26	13	40	27	38	13	19	34	23

Cuadro V-16 Matriz de impactos (Flora)

Flora			Valor	ACCIONES												
				ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Beneficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	i	Baja	1	1	1	4	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1
		Media	2													
		Alta	4													
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	EX	Puntual	1	1	2	4	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1
		Parcial	2													
		Extenso	4													
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	MO	Largo Plazo	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4													
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	PE	Fugaz	1	1	1	4	1	1	1	2	2	4	4	1	4	1
		Temporal	2													
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	RV	Corto Plazo	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	1	2	1
		Medio Plazo	2													
		Irreversible	4													
SINERGIA	SI	Sin sinergismo	1	1	1	4	2	1	1	2	1	2	2	1	2	1
		Sinérgico	2													
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	AC	Simple	1	1	1	4	1	1	1	1	1	4	4	1	4	1
		Acumulativo	4													
EFECTO	EF	Directo	4	1	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	PR	Irregular	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
		Periódico	2													
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	MC	Rec. Inmediato	1	1	1	4	1	1	1	2	2	2	2	1	4	1
		Recuperable	2													
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				13	18	46	19	13	13	24	20	28	28	13	30	13

Cuadro V-17 Matriz de impactos (Fauna)

Fauna			Valor	ACCIONES												
				ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
				Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía
SIGNOS DEL EFECTO		Benéficioso	+													
		Perjudicial	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTENSIDAD	**i**	Baja	1													
		Media	2													
		Alta	4	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**4**	**1**
		Muy Alta	8													
		Total	12													
EXTENSIÓN	**EX**	Puntual	1													
		Parcial	2													
		Extenso	4	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Total	8													
		Critica	12													
MOMENTO	**MO**	Largo Plazo	1													
		Medio Plazo	2													
		Inmediato	4	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**2**	**1**	**2**
		Crítico	(+1 ó 4)													
PERSISTENCIA	**PE**	Fugaz	1													
		Temporal	2	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**4**	**1**
		Permanente	4													
REVERSIBILIDAD	**RV**	Corto Plazo	1													
		Medio Plazo	2	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Irreversible	4													
SINERGIA	**SI**	Sin sinergismo	1													
		Sinérgico	2	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Muy Sinérgico	4													
ACUMULACION	**AC**	Simple	1	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Acumulativo	4													
EFECTO	**EF**	Directo	4	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**4**	**1**
		Indirecto	1													
PERIODICIDAD	**PR**	Irregular	1													
		Periódico	2	**4**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Continuo	4													
RECUPERABILIDAD	**MC**	Rec. Inmediato	1													
		Recuperable	2	**2**	**1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**2**	**1**	**2**	**2**	**1**	**2**	**1**
		Mitigable	4													
		Irrecuperable	8													
IMPORTANCIA (I)				**38**	**14**	**14**	**14**	**14**	**14**	**24**	**14**	**24**	**24**	**14**	**37**	**14**

Una vez efectuadas las valoraciones, se procede con el resumen de las matrices.

Cuadro V-18 Matriz de impactos absolutos Preparación del sitio

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO													
Componentes Ambientales			Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	**Valor medio**	**Nivel del impacto**	**Priorización**	**Porcentaje**	**Valor/1000**	**Unidades de importancia**
Sistema ambiental (1000)	**Medio Físico (600)**	Suelo	13	13	44	26	13	13	Bajo	8	7.94	47.62	0.048
		Agua Superficial	16	18	22	19	20	19.0	Bajo	3	11.60	69.60	0.070
		Agua Subterránea	13	13	38	13	13	18.0	Bajo	6	10.99	65.93	0.066
		Aire	13	13	21	13	14	14.8	Bajo	4	9.04	54.21	0.054
		Geología y Geomorfología	14	13	38	24	16	21.0	Bajo	1	12.82	76.92	0.077
		Clima	13	13	26	13	13	15.6	Bajo	2	9.52	57.14	0.057
		Paisaje	17	13	40	13	26	21.8	Bajo	9	13.31	79.85	0.080
	Medio Biológico (400)	Flora	13	18	46	19	13	21.8	Bajo	5	13.31	53.24	0.053
		Fauna	38	14	14	14	14	18.8	Bajo	7	11.48	45.91	0.046
		Importancia Media						18.20					
		Medio físico suma total						**123.20**					
		Medio biótico suma total						**40.60**					
		TOTAL						**163.80**					

Irrelevantes	0	<13
Bajo	36	13 a 24
Moderado	9	25 a 50
Critico	0	>50
TOTAL	45	

De la evaluación se identificó que 36 interacciones presentan impactos clasificados como bajos, con una importancia media total de 18.20, correspondiente al rango de impacto bajo.

En el ejercicio de priorización, los componentes más afectados son el paisaje, el suelo y la fauna. Esta situación obedece a que las actividades del proyecto contemplan principalmente la delimitación del área de intervención y la remoción de vegetación, lo que genera impactos de mayor relevancia en el paisaje, con efectos subsecuentes en el suelo y la flora.

Cuadro V-19 Matriz de impactos absolutos Construcción

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																	
Componentes Ambientales			Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	**Valor medio**	**Nivel del impacto**	**Priorización**	**Porcentaje**	**Valor/1000**	**Unidades de importancia**
Sistema ambiental (1000)	**Medio Físico (600)**	Suelo	13	44	13	42	34	13	30	27.0	Moderado	9	13.99	83.94	0.084
		Agua Superficial	19	20	19	33	24	27	16	22.6	Bajo	6	11.70	70.17	0.070
		Agua Subterránea	13	13	13	42	14	38	13	20.9	Bajo	1	10.81	64.84	0.065
		Aire	13	14	13	23	17	25	17	17.4	Bajo	3	9.03	54.18	0.054
		Geología y Geomorfología	24	16	21	42	16	34	16	24.1	Bajo	2	12.51	75.06	0.075
		Clima	13	13	13	30	14	25	16	17.7	Bajo	8	9.18	55.07	0.055
		Paisaje	13	26	13	40	27	38	13	24.3	Bajo	7	12.58	75.50	0.075
	Medio Biológico (400)	Flora	19	13	13	24	20	28	28	20.7	Bajo	4	10.73	64.40	0.064
		Fauna	14	14	14	24	14	24	24	18.3	Bajo	5	9.47	56.85	0.057
		Importancia Media								21.44					
		Medio físico suma total								**154.00**					
		Medio biótico suma total								**39.00**					
		TOTAL								**193.00**					

Irrelevantes	0	<13
Bajo	44	13 a 24
Moderado	19	25 a 50
Critico	0	>50
TOTAL	63	

Durante la etapa de construcción se generan los impactos de mayor relevancia. En esta fase no se identifica ninguna actividad con impacto crítico, mientras que, de las 63 interacciones evaluadas, 44 corresponden a impactos bajos y 19 a impactos moderados. La importancia media total registrada es de 21.44, lo que se ubica dentro del rango medio de impacto.

En el ejercicio de priorización, los factores ambientales con mayor nivel de afectación son el suelo y el microclima. Asimismo, en esta etapa la vegetación se clasifica como el elemento más sensible, al registrarse sobre ella los impactos más críticos y relevantes.

Cuadro V-20 Matriz de impactos absolutos Operación y mantenimiento

ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO												
Componentes Ambientales			Señalamiento	circulación de vehiculos automotores	Mantenimiento de derecho de vía	**Valor medio**	**Nivel del impacto**	**Priorización**	**Porcentaje**	**Valor/1000**	**Unidades de importancia**
Sistema ambiental (1000)	**Medio Físico (600)**	Suelo	13	24	13	16.7	Bajo	5	9.56	57.36	0.057
		Agua Superficial	24	23	13	20.0	Bajo	7	10.41	62.45	0.062
		Agua Subterránea	13	29	14	18.7	Bajo	3	9.71	58.29	0.058
		Aire	24	34	14	24.0	Bajo	6	12.49	74.94	0.075
		Geología y Geomorfología	13	31	17	20.3	Bajo	1	10.58	63.49	0.063
		Clima	13	13	14	13.3	Bajo	4	6.94	41.64	0.042
		Paisaje	19	31	23	24.3	Bajo	8	12.66	75.99	0.076
	Medio Biológico (400)	Flora	13	23	13	16.3	Bajo	2	8.50	51.00	0.051
		Fauna	14	34	14	20.7	Bajo	9	10.76	64.54	0.065
		Importancia Media			19.37						
		Medio físico suma total			**137.3**						
		Medio biótico suma total			**37.00**						
		TOTAL			**174.3**						

Irrelevantes	0	<13
Bajo	22	13 a 24
Moderado	5	25 a 50
Critico	0	>50
TOTAL	27	

En la etapa de operación y mantenimiento se identificaron 27 impactos, de los cuales 22 corresponden a la categoría de bajos y 5 a impactos moderados, sin registrarse impactos críticos. Dentro de esta fase, la fauna se clasifica como un impacto bajo; sin embargo, constituye el elemento de mayor relevancia debido a la incidencia del tránsito vehicular, que puede generar afectaciones directas e indirectas sobre las especies presentes en el área de influencia.



Figura V-8 Valores medios de importancia de impactos por etapa

En el gráfico anterior, los valores medio de importancia por etapa" se presentan los resultados obtenidos para los componentes medio físico y medio biológico a lo largo de las tres etapas del proyecto.

Se observa que el medio físico concentra los valores más altos en todas las fases, destacando la etapa de construcción con un valor de 153.14, seguida de la operación y mantenimiento con 137.33, y la preparación del sitio con 123.20. Esto refleja que las principales afectaciones se asocian a modificaciones directas sobre el terreno, el suelo y el microclima derivadas de las actividades de obra.

En contraste, el medio biológico presenta valores menores en cada etapa: 40.60 en la preparación del sitio, 39.00 en la construcción y 37.00 en la operación y mantenimiento. Si bien los valores se ubican en el rango bajo a medio, es importante señalar que la vegetación y la fauna se ven particularmente influenciadas durante la fase de construcción, donde se concentran los impactos más relevantes sobre estos elementos.

En términos comparativos, el gráfico confirma que el medio físico es el componente más afectado a lo largo del ciclo del proyecto, mientras que el medio biológico mantiene un comportamiento más estable y con menor nivel de importancia, aunque con un énfasis en la interacción con la

fauna durante la operación y mantenimiento, por el tránsito vehicular, y con la vegetación en la fase de construcción, por la remoción asociada a las obras.



Figura V-9 Valores medio total por medio (físico, biológico)

En general los impactos se concentran en un valor de importancia considerado como moderado con un valor de 25.00 para el medio biológico, el medio físico se ubica como impacto bajo con un valor de 20.44.

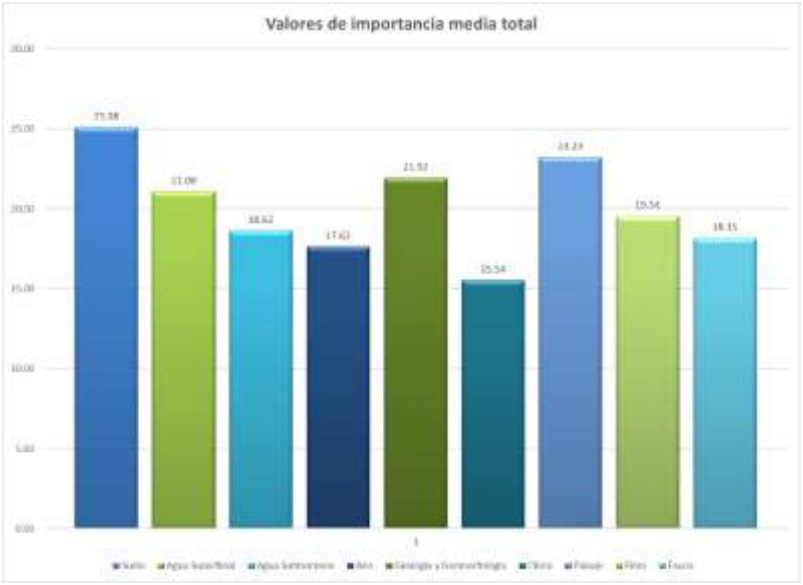

Figura V-10 Valores medios totales de importancia por factor ambiental

En el gráfico anterior, los “Valores de importancia media total” se presentan los resultados integrados de los componentes ambientales evaluados.

Se observa que el suelo es el elemento con mayor valor de importancia media total (25.08), seguido del paisaje (23.23) y la geología y geomorfología (21.92). Estos resultados reflejan que las principales afectaciones se relacionan con la preparación del terreno, la remoción de vegetación y las modificaciones directas al relieve, propias de las actividades de construcción de la vía.

En un nivel intermedio se encuentran el agua superficial (21.08), la flora (19.54) y el agua subterránea (18.62), lo que indica la relevancia de mantener medidas de protección y conservación para prevenir alteraciones en la dinámica hídrica y en la cobertura vegetal del área de influencia.

Los valores más bajos corresponden a la fauna (18.15), el aire (17.62) y el clima (15.54). Aunque se ubican en categorías de menor importancia relativa, no deben descartarse, ya que en conjunto representan efectos acumulativos y sinérgicos que pueden incidir en la calidad ambiental general.

En síntesis, el gráfico confirma que los impactos más relevantes recaen sobre el medio físico (suelo, paisaje y geología/geomorfología), mientras que los componentes del medio biológico (flora y fauna) y del medio socioambiental (aire y agua) presentan valores moderados a bajos, lo que se ajusta a la naturaleza del proyecto y a las actividades de construcción, operación y mantenimiento. Finalmente se observa que los componentes que reciben un mayor impacto son el suelo, el paisaje y la fauna.

La evaluación total se resume en “**Matriz de importancia de los impactos**”.
Con el fin de integrar y sistematizar los resultados obtenidos durante la identificación y valoración de los impactos ambientales, se elaboró la Matriz de Importancia de Impactos. Esta matriz constituye una herramienta metodológica que permite visualizar, de forma ordenada y comparativa, los efectos generados en cada una de las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento) sobre los diferentes componentes del medio físico, biótico y socioambiental.

Cuadro V-21 Matriz de impactos de los impactos

Componentes Ambientales			ETAPA DE PREPARACIÓN					ETAPA DE CONSTRUCCIÓN					ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
			Ahuyentamiento y Rescate de Fauna	Marqueo de vegetación	Desmonte y despalme	Extracción y Control de desperdicios	Señalamiento de los límites del Derecho de Vía	Localización de la línea topográfica	Movimiento de tierras	Obras de drenaje	Construcción de subbase y base	Riegos de impregnación	Señalamiento	circulación de vehículos automotores	Mantenimiento de derecho de vía	Valor medio		
Sistema ambiental	Medio Físico	Suelo	13	13	44	26	34	13	44	13	42	34	13	24	13	25.1	Moderado	Moderado
		Agua Superficial	16	18	22	19	24	19	20	19	33	24	24	23	13	21.1	Bajo	Bajo
		Agua Subterránea	13	13	38	13	14	13	13	13	42	14	13	29	14	18.6	Bajo	Bajo
		Aire	13	13	21	13	17	13	14	13	23	17	24	34	14	17.6	Bajo	Bajo
		Geología y Geomorfología	14	13	38	24	16	24	16	21	42	16	13	31	17	21.9	Bajo	Bajo
		Clima	13	13	26	13	14	13	13	13	30	14	13	13	14	15.5	Bajo	Bajo
		Paisaje	17	13	40	13	27	13	26	13	40	27	19	31	23	23.2	Moderado	Bajo
	Medio Biológico	Flora	13	18	46	19	20	19	13	13	24	20	13	23	13	19.5	Bajo	Bajo
		Fauna	38	14	14	14	14	14	14	14	24	14	14	34	14	18.2	Bajo	Bajo
			Importancia Media													20.1	Bajo	Bajo

A partir de la matriz se observa que la mayoría de los impactos se clasifican dentro del rango bajo, identificándose únicamente algunos de carácter moderado y sin registrarse impactos críticos. Esta tendencia refleja que, aunque el proyecto Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000, Municipio de Canatlán, Dgo, implica intervenciones directas sobre el suelo, la vegetación y la fauna, dichos efectos pueden ser prevenidos, mitigados y controlados mediante la implementación adecuada de las medidas de manejo ambiental propuestas en el presente estudio.

V.3 Impactos residuales

Se entiende por impacto residual aquel efecto que permanece en el ambiente aun después de aplicar las medidas de prevención, mitigación o compensación propuestas. En la práctica, algunos impactos carecen de medidas específicas que permitan su total eliminación, mientras que otros pueden ser atenuados de manera significativa, reduciendo su magnitud a niveles bajos o moderados.

En el caso del presente proyecto, uno de los impactos residuales más notorios corresponde al paisaje. La modernización del camino implica una transformación permanente de la percepción visual del entorno, particularmente por la apertura del trazo y la presencia de la infraestructura vial, la cual se suma a las modificaciones existentes por caminos y brechas. Con el tiempo, esta alteración puede llegar a integrarse como parte del paisaje cultural e histórico de la región, aunque representa un cambio irreversible respecto a las condiciones originales.

Otro impacto residual de relevancia es la pérdida de vegetación en las áreas de desmonte. Si bien se contempla la aplicación de medidas de reforestación y restauración en zonas cercanas, la regeneración no reproducirá de manera inmediata la estructura ni la diversidad de la vegetación original, por lo que la afectación se mantiene en el largo plazo.

Asimismo, la modificación del microclima local constituye un efecto residual, derivado de la reducción de cobertura vegetal y de la nueva superficie expuesta. Dicho impacto es de carácter permanente y puede intensificarse con el tiempo durante la operación del camino.

En el medio físico, se consideran impactos residuales los relacionados con la alteración del suelo y los recursos geológicos, producto de los movimientos de tierra y el acondicionamiento de la vía, que generan cambios difíciles de revertir.

Finalmente, en el medio biológico, se identifica como residual el ahuyentamiento de fauna. La presencia constante de tránsito vehicular y la pérdida de hábitat provocan que las especies reduzcan su permanencia en la zona o se desplacen hacia áreas menos perturbadas, modificando la dinámica ecológica local.

En síntesis, los impactos residuales más relevantes del proyecto se concentran en el paisaje, la vegetación, el microclima, el suelo y la fauna, los cuales, aunque mitigables en parte, no pueden

eliminarse totalmente y deberán considerarse dentro del programa de manejo ambiental y de seguimiento propuesto.

V.4 Resultados y conclusiones

La evaluación de impactos ambientales realizada para las distintas etapas del proyecto permitió identificar que la mayoría de las interacciones se clasifican dentro de la categoría de impacto bajo, con un número reducido de impactos moderados y la presencia puntual de impactos críticos, principalmente asociados a la fase de construcción. La importancia media total de los impactos se mantiene en un rango bajo a medio, lo que refleja que, aunque el proyecto implica intervenciones directas, los efectos pueden ser controlados y mitigados mediante la aplicación de las medidas propuestas.

En cuanto a los componentes ambientales, los resultados muestran lo siguiente:

Medio físico: el suelo y la geología/geomorfología resultan ser los elementos más afectados debido a los movimientos de tierra, el acondicionamiento de la vía y la modificación del relieve. Estos impactos, aunque significativos, pueden reducirse con prácticas adecuadas de manejo y control de erosión.

Medio biótico: la vegetación y la fauna presentan impactos de relevancia, particularmente en la fase de construcción, por la remoción de cobertura vegetal y el desplazamiento de especies. A pesar de ello, se prevé que con programas de rescate de fauna, reforestación y restauración se logre una mitigación efectiva, aunque no se eliminen del todo los impactos residuales.

Medio abiótico: el microclima muestra modificaciones permanentes derivadas de la reducción de vegetación, mientras que el aire y los recursos hídricos (superficiales y subterráneos) presentan impactos bajos, vinculados principalmente al tránsito de vehículos y a la modificación de escurrimientos locales.

Paisaje: constituye uno de los componentes con mayor impacto perceptible, dado que la obra modifica de forma permanente la apreciación visual del entorno. Con el tiempo, estas alteraciones pueden integrarse a la dinámica del paisaje cultural, aunque representan un cambio irreversible respecto a las condiciones originales.

En conclusión, los resultados evidencian que el proyecto genera impactos ambientales inevitables, pero en su mayoría mitigables, concentrados principalmente en el suelo, la vegetación, la fauna, el microclima y el paisaje. La adecuada implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, así como un programa de seguimiento y monitoreo ambiental, permitirán mantener los impactos dentro de rangos aceptables y garantizar la viabilidad ambiental del proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES VI-1

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental VI-1

VI.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales en sus distintas etapas de planeación VI-2

VI.1.2 La vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles VI-8

VI.1.3 Considerar el establecimiento como área de conservación de un mínimo del 20% de la superficie total cubierta por la vegetación original presente, la cual podrá ser distribuida en franjas y parches de vegetación VI-9

VI.1.4 Las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y su justificación, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo VI-11

VI.2 Impactos residuales VI-15

VI.3 Conclusión VI-19

VI.4 Programa de vigilancia ambiental VI-20

VI.5 Seguimiento y control (monitoreo) VI-23

VI.5.1 Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases VI-25

VI.5.2 Seguimiento de las afectaciones del suelo VI-27

VI.5.3 Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna VI-28

VI.5.4 Presentación de informes VI-29

VI.6 Programa de capacitación ambiental VI-31

VI.7 Programa de rescate y reubicación de flora VI-33

VI.8 Programa de rescate y reubicación de fauna VI-43

VI.9 Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Recursos Hídricos VI-62

VI.10 Programa de Manejo de Residuos VI-65

VI.11 Umbrales a los que están sujetas las acciones de mitigación VI-78

VI.12 Conclusión VI-79

ÍNDICE CUADROS

Cuadro VI- 1 Impactos identificados para el proyecto VI-1
Cuadro VI-2 Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Preparación del sitio..... VI-4
Cuadro VI- 3 Medidas de mitigación por etapa del Proyecto. Construcción..... VI-5
Cuadro VI- 4 Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Operación y mantenimiento..... VI-6
Cuadro VI- 5 Impactos residuales por factor ambiental..... VI-17
Cuadro VI- 6 Actividades contempladas en el plan de vigilancia ambiental..... VI-21
Cuadro VI- 7 Coordenadas del polígono propuesto para reforestación de flora (2 ha)..... VI-33
Cuadro VI- 8 Listado de especies propuestas para rescate VI-42
Cuadro VI- 9 Especies de fauna sujetas a rescate y reubicación..... VI-44
Cuadro VI- 10 Coordenadas de ubicación de las áreas de reubicación de fauna silvestre VI-45
Cuadro VI- 11 **-**Calendario de actividades del Programa..... VI-61
Cuadro VI- 12 Medidas de urgente aplicación. VI-62
Cuadro VI- 13 Coordenadas de ubicación de las franjas de acomodo de material vegetal muerto..... VI-65
Cuadro VI- 14 indicadores de eficiencia para medir los cambios observados en los impactos que serán monitoreados..... VI-74
Cuadro VI- 15 Resumen de prioridades en medidas de urgente aplicación..... VI-77
Cuadro VI- 16 Umbrales para la modernización del camino..... VI-78

ÍNDICE FIGURAS

Figura VI-1 Ejemplo del traslado de planta en vehículo..... VI-37
Figura VI-2 Ejemplificación del rescate de cactáceas..... VI-41
Figura VI-3 Ejemplo del rescate manual de suculentas..... VI-42
Figura VI-4 Caja para transporte de mamíferos medianos. VI-53
Figura VI-5 Ejemplificación del uso de trampas para rescate y reubicación de individuos VI-54
Figura VI-6 Trampas Sherman y Tomahawk. VI-57
Figura VI-7 Bastón manipulador, vara herpetológica y bastón herpetológico VI-58
Figura VI-8 Código de Colores de los residuos. VI-67
Figura 9 Ejemplo de la colecta y depósito adecuado de residuos domésticos..... VI-70

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas establecidas en este capítulo derivan de un análisis integral del proyecto, por lo que las acciones preventivas y de mitigación propuestas tienen como propósito principal minimizar, en la mayor medida posible, la generación de impactos ambientales adversos durante la ejecución de la obra. De esta manera, se contribuirá de forma significativa a la preservación y conservación de las condiciones naturales que caracterizan al ecosistema presente en el área de influencia.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular, la presente sección se construye mediante la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, bajo la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas correctivas.

Cuadro VI- 1 Impactos identificados para el proyecto

ETAPA	#	FACTOR	IMPORTANCIA	
			Valor medio	Nivel de impacto
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO	1	Suelo	13.0	Bajo
	2	Agua Superficial	19.0	Bajo
	3	Agua Subterránea	18.0	Bajo
	4	Aire	14.8	Bajo
	5	Geología y Geomorfología	21.0	Bajo
	6	Clima	15.6	Bajo
	7	Paisaje	21.8	Bajo
	8	Flora	21.8	Bajo
	9	Fauna	18.8	Bajo
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	1	Suelo	26.1	Moderado
	2	Agua Superficial	22.6	Bajo
	3	Agua Subterránea	20.9	Bajo
	4	Aire	17.4	Bajo
	5	Geología y Geomorfología	24.1	Bajo

ETAPA	#	FACTOR	IMPORTANCIA	
			Valor medio	Nivel de impacto
	6	Clima	17.7	Bajo
	7	Paisaje	24.3	Bajo
	8	Flora	20.7	Bajo
	9	Fauna	18.3	Bajo
ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1	Suelo	16.7	Bajo
	2	Agua Superficial	20.0	Bajo
	3	Agua Subterránea	18.7	Bajo
	4	Aire	24.0	Bajo
	5	Geología y Geomorfología	20.3	Bajo
	6	Clima	13.3	Bajo
	7	Paisaje	24.3	Bajo
	8	Flora	16.3	Bajo
	9	Fauna	20.7	Bajo

VI.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales en sus distintas etapas de planeación

La posible generación de impactos ambientales asociados a la ejecución del proyecto hace necesario definir un conjunto de medidas orientadas a prevenir, mitigar, restaurar, compensar o controlar dichos efectos. En este sentido, las medidas incluidas dentro del concepto de "mitigación" tienen como propósito reducir o atenuar los efectos negativos derivados de las obras y actividades de construcción. Estas acciones pueden clasificarse en los siguientes términos:

- Prevención. Obras o acciones encaminadas a evitar que un impacto ambiental potencial llegue a manifestarse.

- Mitigación. Medidas destinadas a que el factor ambiental bajo análisis se conserve en condiciones similares a las existentes antes de la ejecución del proyecto, procurando que su alteración sea mínima.

- Restauración. Acciones dirigidas a recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales previas a la perturbación, corrigiendo los cambios ocasionados por la obra. Su aplicación corresponde a la etapa posterior a la ocurrencia del impacto.

- Compensación. Medidas implementadas cuando no existen alternativas de prevención, mitigación o restauración, con el fin de equilibrar o compensar los efectos ocasionados. Estas acciones deberán guardar proporcionalidad con la magnitud del impacto generado.

- Control. Acciones orientadas a garantizar el cumplimiento de medidas correctivas sobre factores ambientales específicos y/o actividades del proyecto.

La relevancia de las medidas de mitigación radica en que permiten reducir de manera significativa los impactos ambientales. En particular, las medidas preventivas adquieren carácter prioritario, ya que su adecuada implementación evita la ocurrencia de diversos efectos negativos. No obstante, las acciones de mitigación resultan igualmente fundamentales para minimizar los impactos más significativos que puedan generarse.

Para el presente proyecto se contemplan medidas dentro de cada categoría mencionada. Cabe señalar que, a fin de demostrar su cumplimiento, será indispensable la elaboración de bitácoras de obra y la integración de evidencia fotográfica que respalde su correcta aplicación.

Cuadro VI-2 Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Preparación del sitio

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos requeridos	Responsable	Eficacia esperada
Suelo	Generación de residuos de manejo especial (excavaciones y construcción)	Preventiva	Área de acopio temporal	Habilitar y señalizar un sitio exclusivo para el almacenamiento de materiales de excavación y residuos de construcción, con manejo controlado.	Lona, sitio de acopio, empresa autorizada	Supervisor ambiental / Contratista	100% con adecuado almacenamiento y control
Suelo	Alteración del suelo por disposición inadecuada de residuos	Preventiva	Manejo diferenciado de residuos	Colocar contenedores rotulados con tapa para residuos urbanos, especiales y peligrosos; supervisar su uso y disposición final.	Contenedores, lonas informativas	Supervisor ambiental	Minimizar riesgos de contaminación
Agua superficial y subterránea	Modificación de escurrimientos cercanos	Preventiva	Monitoreo y control	Vigilar escurrimientos, recuperar materiales caídos de forma manual y evitar descargas de residuos en cuerpos de agua.	Contenedores, brigada de recolección	Supervisor ambiental	Reducción significativa del riesgo de contaminación
Agua superficial y subterránea	Contaminación por descargas sanitarias	Preventiva	Uso de sanitarios portátiles	Instalar, mantener y retirar sanitarios portátiles durante la obra.	Sanitarios portátiles, empresa de renta y mantenimiento	Contratista / Supervisor ambiental	Evitar contaminación de suelo y agua subterránea
Agua superficial	Dispersión de polvos y materiales	Preventiva	Cubierta y resguardo de materiales	Colocar lonas en vehículos y sobre materiales próximos a escurrimientos.	Lonas, vehículos de carga	Supervisor ambiental	Disminución de dispersión de partículas y contaminantes
Aire	Emisión de polvos	Preventiva	Buenas prácticas de transporte	Transportar materiales cubiertos y humedecer caminos de acceso en caso necesario.	Lonas, equipo de riego	Supervisor ambiental / Contratista	Control eficaz de emisiones de partículas
Geología y geomorfología	Alteración de topografía y riesgos de inestabilidad	Preventiva	Cortes y taludes conforme a diseño	Ejecutar cortes y terraplenes solo en áreas autorizadas, respetando las dimensiones del proyecto ejecutivo.	Equipo de obra, planos de diseño	Supervisor ambiental / Contratista	Evitar deslizamientos y afectaciones innecesarias
Paisaje	Afectación visual	Preventiva	Desmonte y despalme controlado	Retirar vegetación únicamente en áreas indispensables, bajo supervisión y conforme al programa de obra.	Personal de obra, supervisión ambiental	Supervisor ambiental	Minimizar pérdida de cobertura vegetal y deterioro visual
Flora	Pérdida de individuos de importancia ecológica o protegida (NOM-059)	Preventiva	Rescate y reubicación	Extraer, marcar y trasladar individuos en riesgo a sitios adecuados, conforme al Programa de Rescate de Flora.	Brigada (≥3 personas), equipo de extracción y transporte	Supervisor ambiental / Brigada especializada	100% de los individuos identificados en el programa

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos requeridos	Responsable	Eficacia esperada
Flora	Eliminación de vegetación no protegida	Preventiva	Manejo del material vegetal	Trocear y triturar árboles y arbustos, reincorporando el material al suelo para rehabilitación en áreas verdes o degradadas.	Brigadas con herramienta manual	Supervisor ambiental / Contratista	Reutilización del material y reducción de pérdida de biomasa
Fauna	Desplazamiento o afectación de especies de fauna (incluidas NOM-059)	Preventiva	Rescate, ahuyentamiento y reubicación	Implementar brigadas para el ahuyentamiento y reubicación de ejemplares, priorizando especies de lento desplazamiento o bajo protección.	Brigada (≥3 personas), equipo de manejo de fauna	Supervisor ambiental / Brigada especializada	100% de ejemplares detectados en campo

Cuadro VI- 3 Medidas de mitigación por etapa del Proyecto. Construcción

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos necesarios	Acción específica	Eficacia esperada
Suelo	Generación de residuos y afectación física por actividades de obra	Preventiva	Manejo adecuado de residuos y materiales	Implementar un sistema de acopio, clasificación y disposición autorizada de residuos sólidos, escombros y sobrantes de material.	Contenedores diferenciados, área de acopio, empresa autorizada	Supervisar acopio, almacenamiento y retiro periódico	Minimizar contaminación y afectación al suelo
Agua superficial	Alteración de escurrimientos y contaminación por arrastre de materiales	Preventiva	Recuperación manual y control de escurrimientos	Monitorear escurrimientos y retirar materiales arrastrados hacia cauces o drenajes, evitando descargas de residuos líquidos y sólidos.	Brigada de recolección, equipo manual	Recolección y disposición adecuada de materiales	Reducir contaminación de cuerpos de agua
Agua subterránea	Disminución de infiltración por compactación y carpeta asfáltica	Compensación	Programa de enriquecimiento de rodales	Ejecutar actividades de reforestación y enriquecimiento en áreas aledañas, con especies nativas acordes a la vegetación local, para mejorar infiltración.	Brigada (≥4 personas), plantas nativas, herramienta de plantación	Plantación y mantenimiento de individuos reforestados	Compensar reducción de recarga hídrica
Aire	Emisiones de polvo y gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento de maquinaria y vehículos	Aplicar programa de mantenimiento preventivo a maquinaria y transporte,	Programa de mantenimiento, talleres certificados	Revisar y dar mantenimiento periódico	Disminución de emisiones contaminantes

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos necesarios	Acción específica	Eficacia esperada
				cumpliendo con la NOM-041-SEMARNAT-2015.			
Geología y geomorfología	Modificación del relieve y riesgo de inestabilidad	Preventiva	Supervisión en cortes y taludes	Ejecutar obras de conformidad con el proyecto ejecutivo, limitando el cambio de uso del suelo a las áreas estrictamente autorizadas.	Equipo de obra, planos ejecutivos, supervisión ambiental	Supervisar cumplimiento y estabilización de taludes	Prevenir deslizamientos y afectaciones innecesarias
Paisaje	Alteración visual por la obra	Mitigación	Supervisión y restauración de áreas intervenidas	Vigilar que no se afecten áreas fuera del derecho de vía y, al concluir la etapa constructiva, implementar restauración ambiental.	Supervisión ambiental, brigadas de restauración	Restaurar áreas alteradas y revegetar zonas afectadas	Recuperar armonía visual y condiciones del paisaje
Flora	Pérdida de cobertura vegetal	Remediación	Enriquecimiento de rodales	Inducir regeneración de vegetación nativa en desmontes y taludes con especies locales, asegurando índice de supervivencia aceptable.	Brigada (≥4 personas), plantas nativas, herramientas de plantación	Plantar, monitorear y mantener individuos	Recuperación progresiva de la cobertura vegetal
Fauna	Desplazamiento y riesgo de atropellamiento	Preventiva / Mitigación	Integración de pasos de fauna	Incorporar pasos de fauna en obras de drenaje, con monitoreo mediante brigadas y cámaras trampa.	Brigada (≥2 personas), cámaras trampa, bitácoras	Instalar y dar seguimiento a cruces de fauna	Favorecer movilidad y reducir impactos sobre fauna silvestre

Cuadro VI- 4 Medidas de mitigación por etapa del proyecto. Operación y mantenimiento

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos necesarios	Acción específica	Eficacia esperada
Suelo	Generación de residuos de manejo especial (excavaciones, mantenimiento de obra)	Preventiva	Área exclusiva de acopio temporal	Habilitar un sitio controlado para almacenamiento temporal de materiales de excavación y residuos de mantenimiento, con disposición final mediante empresa autorizada.	Supervisor ambiental, área de acopio, lona de cobertura	Segregar, almacenar y gestionar residuos con empresa acreditada	Manejo adecuado de residuos, evitando contaminación y dispersión
Agua superficial	Disminución del potencial de recarga hídrica por impermeabilización	Mitigación	Obras de drenaje pluvial y enriquecimiento de rodales	Mantener funcionalidad de drenajes para conservar patrones naturales de escurrimiento y aplicar restauración vegetal que favorezca infiltración.	Supervisor ambiental, brigada de reforestación, plantas nativas	Restaurar áreas adyacentes con vegetación nativa y dar mantenimiento a obras de drenaje	Favorecer infiltración y reducir erosión y pérdida de recarga
Agua subterránea	Sin afectaciones significativas	–	–	No se contemplan impactos relevantes adicionales	–	–	–

Factor	Impacto identificado	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción de la acción	Recursos necesarios	Acción específica	Eficacia esperada
	adicionales en esta etapa			distintos a los mitigados en la fase constructiva.			
Aire	Emisiones por tránsito vehicular y maquinaria de mantenimiento	Control	Programa permanente de supervisión y mantenimiento de vehículos y maquinaria	Implementar revisiones técnicas y mantenimiento preventivo para asegurar que las emisiones se mantengan dentro de límites normativos.	Supervisor ambiental, programa de mantenimiento, talleres certificados	Verificación periódica y registro en bitácoras	Mantener emisiones dentro de parámetros normativos; evitar deterioro de calidad del aire
Fauna	Riesgo de atropellamiento y fragmentación de hábitat	Mitigación	Cruces o pasos de fauna en obras de drenaje	Incorporar pasos de fauna en sitios estratégicos y realizar monitoreo con brigadas y cámaras trampa.	Supervisor ambiental, brigada de monitoreo, cámaras trampa, bitácoras	Supervisar y dar seguimiento al uso de pasos de fauna	Reducción de atropellos y favorecimiento de conectividad

VI.1.2 La vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles

En el área del derecho de vía del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000, Municipio de Canatlán, Dgo.” se identificaron fragmentos de vegetación natural que cumplen un papel esencial en la protección de suelos frágiles y en el mantenimiento de los procesos ecológicos locales. Estos parches de vegetación, ubicados principalmente en pendientes, laderas y márgenes de cauces intermitentes, actúan como barreras naturales que reducen la erosión hídrica y eólica, disminuyen la pérdida de suelo fértil y favorecen la infiltración del agua al subsuelo.

La modernización del camino implica necesariamente la intervención selectiva de la cobertura vegetal dentro del derecho de vía; sin embargo, se establece como criterio fundamental la conservación in situ de la vegetación localizada en zonas clasificadas como frágiles o de alta susceptibilidad a degradación. Por lo tanto, se aplicarán las siguientes acciones:

Delimitación y señalización de áreas de exclusión, en las cuales quedará estrictamente prohibido el desmonte o retiro de vegetación. Estas áreas incluirán taludes naturales, cauces de arroyos temporales y sitios con pendientes superiores al 15%.

Conservación de franjas de vegetación riparia a lo largo de los cauces superficiales, que actúan como corredores biológicos y brindan protección frente a procesos de socavación y arrastre de sedimentos.

Establecimiento de coberturas vegetales en zonas de restauración dentro del derecho de vía, mediante reforestación, que refuercen la estabilidad de los taludes y eviten procesos de deslaves.

Uso de especies nativas adaptadas a las condiciones locales, priorizando aquellas con características de rápido crecimiento, amplia cobertura radicular y resistencia a sequías, que garanticen la recuperación de la cobertura vegetal y reduzcan la erosión en áreas intervenidas.

Manejo diferenciado del material orgánico producto del desmonte, destinándolo a la conformación de mantos de acolchado (mulching) sobre suelos expuestos, con el objetivo de mejorar la

infiltración, retener humedad y favorecer la germinación de especies reforestadas o regeneración natural.

La selección de la vegetación a respetar y/o establecer responde a criterios ecológicos, técnicos y preventivos, en concordancia con el enfoque de conservación del suelo y agua, la mitigación de impactos ambientales y el fortalecimiento de la resiliencia de los ecosistemas locales.

De esta manera, la protección y establecimiento de vegetación en tierras frágiles permitirá:

- Evitar procesos de erosión acelerada y pérdida de fertilidad.
- Reducir el riesgo de inestabilidad de taludes y deslaves en temporadas de lluvias intensas.
- Mantener la conectividad ecológica en el área del proyecto, garantizando hábitats para fauna silvestre.
- Asegurar la funcionalidad hidrológica de cauces, evitando azolvamientos y afectaciones a la infraestructura carretera.

Con estas medidas se da cumplimiento al principio de prevención y precaución en la gestión ambiental, asegurando que la modernización del camino se ejecute de manera compatible con la conservación del entorno natural y con apego a la normatividad ambiental vigente.

VI.1.3 Considerar el establecimiento como área de conservación de un mínimo del 20% de la superficie total cubierta por la vegetación original presente, la cual podrá ser distribuida en franjas y parches de vegetación

La conservación de esta superficie mínima tiene un carácter preventivo, ecológico y funcional, ya que busca garantizar la permanencia de fragmentos representativos de los ecosistemas locales, principalmente matorral y vegetación arbustiva típica de la región, que cumplen funciones esenciales de estabilización de suelos, infiltración de agua, captura de carbono, provisión de hábitat y conectividad para la fauna silvestre.

Para su correcta implementación se consideran las siguientes acciones:

- Identificación y delimitación de áreas de conservación: se seleccionarán zonas con mayor cobertura vegetal original y con mejor grado de conservación, priorizando aquellas que coincidan con pendientes, laderas, márgenes de arroyos y sitios con menor presión por actividades humanas.

- Distribución estratégica de las áreas de conservación: estas no se limitarán a un solo bloque, sino que se organizarán en parches y franjas continuas en los bordes del derecho de vía y en áreas aledañas no intervenidas, con el propósito de mantener la conectividad ecológica y reducir la fragmentación del hábitat.

- Funcionalidad como corredores biológicos: se garantizará que estas áreas permitan la movilidad de fauna silvestre a través del paisaje, actuando como corredores y zonas de refugio que reduzcan la probabilidad de atropellamientos y pérdidas de biodiversidad durante y después de la construcción.

- Mantenimiento y protección de la vegetación: dentro de las áreas designadas no se permitirá desmonte, tala ni aprovechamiento forestal. Asimismo, se implementarán acciones de vigilancia ambiental, incluyendo cercado temporal en áreas críticas, señalización y monitoreo periódico para evitar afectaciones indirectas.

- Fomento de la regeneración natural asistida: en los sitios de conservación se promoverá la regeneración natural mediante la exclusión de actividades perturbadoras y, en caso necesario, el reforzamiento con especies nativas propias de la zona (árboles, arbustos y herbáceas) para incrementar la diversidad y asegurar la estabilidad de la cobertura vegetal.

- Monitoreo y evaluación de indicadores de conservación: se establecerán indicadores como el índice de supervivencia de especies arbóreas y arbustivas (≥70%), el grado de cobertura vegetal (%) y la presencia de especies de fauna asociadas a estas áreas. Los resultados del monitoreo se reportarán en el marco del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA).

La justificación de esta medida radica en que el establecimiento de un área de conservación equivalente al 20% de la vegetación original no solo responde al cumplimiento de lineamientos ambientales y normativos, sino que además contribuye a

- Mantener la resiliencia ecológica frente a los impactos del proyecto.
- Garantizar servicios ambientales clave, como regulación hídrica y conservación de suelos.
- Preservar la diversidad genética y de especies propias del ecosistema.
- Asegurar que la modernización del camino se lleve a cabo en un marco de desarrollo sostenible, respetando los equilibrios naturales y la funcionalidad de los ecosistemas.

En suma, esta medida representa una estrategia integral de conservación, que refuerza el compromiso del proyecto con la protección ambiental y asegura que el desarrollo de infraestructura vial se realice con un enfoque de responsabilidad socioambiental.

VI.1.4 Las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales y su justificación, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo derivado de la modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá (km 4+400 al km 12+000, Municipio de Canatlán, Durango) implica la intervención de suelos, cobertura vegetal, cuerpos de agua, aire, fauna y paisaje, por lo que es indispensable implementar un conjunto integral de medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y control, aplicables a cada etapa del proyecto, con el fin de minimizar los impactos ambientales adversos y asegurar la sustentabilidad del proyecto.

1.- Etapa de preparación del sitio

Objetivo: Prevenir la generación de impactos antes de iniciar actividades de construcción.

Suelo:

- Medidas: Área de acopio temporal, manejo diferenciado de residuos.
- Justificación: Evita contaminación del suelo por disposición inadecuada de residuos de manejo especial y materiales de excavación.

Agua superficial y subterránea:

- Medidas: Monitoreo y control de escurrimientos, uso de sanitarios portátiles.

- Justificación: Mantiene la calidad del agua y previene descargas de contaminantes hacia cuerpos de agua.

Aire:

- Medidas: Buenas prácticas de transporte y control de polvos mediante humectación y cubiertas.
- Justificación: Reduce emisiones de partículas y protege la salud de trabajadores y fauna.

Geología y geomorfología:

- Medidas: Cortes y taludes conforme a diseño.
- Justificación: Garantiza estabilidad del terreno y previene deslizamientos.

Paisaje:

- Medidas: Desmonte y despalme controlado.
- Justificación: Minimiza el impacto visual y preserva áreas verdes estratégicas.

Flora:

- Medidas: Rescate y reubicación de individuos protegidos, manejo del material vegetal.
- Justificación: Conserva especies de importancia ecológica y reutiliza biomasa para restauración.

Fauna:

- Medidas: Rescate, ahuyentamiento y reubicación.
- Justificación: Evita mortalidad de fauna y garantiza continuidad ecológica.

2. Etapa de construcción

Objetivo: Mitigar los impactos derivados de la obra civil y el tránsito de maquinaria pesada.

Suelo:

- Medidas: Manejo adecuado de residuos y materiales.
- Justificación: Minimiza afectaciones físicas y contaminación por escombros y sobrantes de construcción.

Agua superficial:

- Medidas: Recuperación manual y control de escurrimientos.
- Justificación: Reduce contaminación por arrastre de materiales y preserva la calidad de cuerpos de agua.

Agua subterránea:

- Medidas: Programa de enriquecimiento de rodales (reforestación).
- Justificación: Compensa la reducción de infiltración causada por compactación y pavimentación.

Aire:

- Medidas: Mantenimiento preventivo de maquinaria y transporte.
- Justificación: Reduce emisiones de gases y polvo.

Geología y geomorfología:

- Medidas: Supervisión de cortes y taludes conforme a proyecto ejecutivo.
- Justificación: Previene deslizamientos y cambios de relieve innecesarios.

Paisaje:

- Medidas: Restauración de áreas intervenidas y revegetación.
- Justificación: Recupera la armonía visual y reduce la percepción de impacto.

Flora:

- Medidas: Enriquecimiento de rodales y reforestación.
- Justificación: Garantiza recuperación de la cobertura vegetal y estabilidad de suelos.

Fauna:

- Medidas: Integración de pasos de fauna y monitoreo con cámaras trampa.
- Justificación: Reduce riesgo de atropellamiento y mantiene conectividad ecológica.

3. Etapa de operación y mantenimiento

Objetivo: Mantener los beneficios ambientales alcanzados y asegurar la continuidad ecológica.

Suelo:

- Medidas: Área exclusiva de acopio temporal para residuos de mantenimiento.
- Justificación: Evita dispersión y contaminación del suelo.

Agua superficial:

- Medidas: Obras de drenaje pluvial y mantenimiento de rodales reforestados.
- Justificación: Favorece infiltración y reduce erosión, preservando la recarga hídrica.

Agua subterránea:

- Medidas: No se identifican impactos adicionales significativos.

Aire:

- Medidas: Programa permanente de supervisión y mantenimiento de vehículos y maquinaria.
- Justificación: Garantiza que las emisiones se mantengan dentro de límites normativos.

Fauna:

- Medidas: Supervisión y mantenimiento de pasos de fauna.
- Justificación: Reduce atropellamientos y fragmentación de hábitat.

Justificación general

La implementación de estas medidas permite:

- Proteger suelos y tierras frágiles, evitando erosión y pérdida de fertilidad.
- Mantener la cobertura vegetal original y su regeneración, respetando al menos un 20% de la vegetación del área de influencia.
- Asegurar la calidad del agua y la infiltración, mediante control de escurrimientos y reforestación estratégica.
- Reducir emisiones y polvo, protegiendo la salud humana y fauna sensible.
- Conservar la fauna y la conectividad ecológica, mediante pasos de fauna, refugios y corredores biológicos.
- Garantizar la eficacia de las medidas mediante supervisión, bitácoras y evidencia fotográfica, asegurando cumplimiento normativo y seguimiento de indicadores ambientales.

Estas medidas, aplicadas de manera sistemática y documentada, constituyen la estrategia integral de prevención, mitigación, restauración, compensación y control, asegurando que el cambio de uso de suelo derivado de la modernización del camino se realice de manera sustentable, responsable y conforme a la normativa vigente.

VI.2 Impactos residuales

Los impactos residuales se definen como aquellos efectos sobre los factores ambientales que persisten después de la implementación de todas las medidas preventivas, de mitigación, restauración y compensación. En otras palabras, son los impactos que no pudieron eliminarse totalmente durante las etapas de preparación, construcción y operación del proyecto, pese a la aplicación de las acciones propuestas. Su identificación permite establecer la necesidad de

seguimiento, monitoreo y eventual corrección, conforme a lo establecido en la normatividad ambiental vigente.

Metodología para la identificación de impactos residuales:

- Evaluación previa de impactos: Se consideraron los impactos generados durante cada etapa del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento) sobre factores como suelo, agua superficial y subterránea, aire, geología, clima, paisaje, flora y fauna.

- Aplicación de medidas de mitigación: Se identificaron medidas preventivas, mitigadoras, de restauración y compensación específicas para cada impacto, como el manejo adecuado de residuos, rescate de flora y fauna, restauración de rodales y establecimiento de pasos de fauna.

- Determinación de persistencia: Se evaluó qué impactos podrían permanecer de manera parcial, considerando la eficacia esperada de las medidas implementadas (por ejemplo, un índice de supervivencia ≥70% en reforestación, recuperación parcial de cobertura vegetal, o disminución, pero no eliminación total de emisiones por tránsito).

- Clasificación de impactos residuales: Se identificaron impactos bajo, moderado o alto, en función de la magnitud, extensión, duración y reversibilidad, tomando como referencia los criterios establecidos por la SEMARNAT y la Guía de MIA-P.

Cuadro VI- 5 Impactos residuales por factor ambiental

Factor	Etapa	Impacto residual	Justificación / Explicación	Nivel de impacto
Suelo	Construcción	Compactación parcial del suelo en zonas de tránsito de maquinaria pesada	A pesar del manejo de residuos y control de escurrimientos, la circulación de maquinaria genera compactación localizada que puede reducir infiltración y porosidad del suelo.	Bajo a moderado
Agua superficial	Construcción	Incremento temporal de turbidez en escurrimientos	La implementación de recuperación manual y control de escurrimientos reduce el arrastre de sólidos, pero lluvias intensas pueden causar episodios temporales de turbidez.	Bajo
Agua subterránea	Construcción y operación	Disminución parcial de recarga hídrica en áreas pavimentadas	Aun con enriquecimiento de rodales y drenajes pluviales, la impermeabilización de la carpeta asfáltica reduce la infiltración natural.	Bajo
Aire	Construcción	Emisión de polvo residual en días de tolvaneras	El humedecimiento de caminos y mantenimiento de maquinaria minimiza el polvo, pero factores climáticos extremos pueden generar dispersión momentánea de partículas.	Bajo
Geología y geomorfología	Construcción	Alteración localizada de taludes y cortes	Las medidas de supervisión y diseño de taludes limitan la inestabilidad, pero se mantiene un riesgo residual bajo en pendientes pronunciadas durante lluvias intensas.	Bajo
Paisaje	Construcción	Alteración visual parcial	La restauración de áreas intervenidas y reforestación reduce el impacto visual, pero algunos sectores de cortes y terraplenes conservan alteración estética temporal.	Bajo
Flora	Construcción y operación	Pérdida parcial de cobertura vegetal y regeneración incompleta	El rescate, reubicación y enriquecimiento de rodales aseguran recuperación significativa, pero ciertas especies pueden no adaptarse al 100% y permanecer afectadas en menor proporción.	Bajo a moderado
Fauna	Construcción y operación	Fragmentación parcial del hábitat y riesgo residual de atropellamiento	La implementación de pasos de fauna y monitoreo con cámaras reduce la mortalidad, pero la circulación vehicular continúa generando riesgos localizados.	Bajo
Suelo y vegetación	Operación	Riesgo de erosión puntual en márgenes de derecho de vía	Aunque se conservan franjas de vegetación y se mantienen obras de drenaje, eventos meteorológicos extremos pueden ocasionar erosión localizada.	Bajo

Características de los impactos residuales

- Magnitud: La mayoría de los impactos residuales se clasifican como bajo, con algunos casos de moderado en suelo y flora.

- Extensión: Los efectos son localizados, generalmente limitados a zonas de obra, taludes, franjas de derecho de vía y escurrimientos superficiales.

- Duración: Son temporales a semipermanentes, disminuyendo progresivamente durante la etapa de operación y mantenimiento.

- Reversibilidad: La mayoría de los impactos residuales son reversibles, especialmente los relacionados con cobertura vegetal y turbidez de agua, mediante monitoreo continuo y medidas correctivas adicionales.

- Significancia: Los impactos residuales no representan un riesgo ambiental crítico, gracias a la correcta aplicación de las medidas de prevención y mitigación.

Plan de seguimiento de impactos residuales

Para garantizar la correcta gestión de los impactos residuales, se implementará un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que incluya:

- Monitoreo periódico de compactación de suelo y cobertura vegetal.
- Revisión y señalamiento para prevenir atropellamientos de fauna
- Verificación de eficacia de reforestación mediante índice de supervivencia de especies ≥70%.
- Registro de bitácoras y evidencia fotográfica para sustentar acciones correctivas y cumplir con reportes ante SEMARNAT.

VI.3 Conclusión

El análisis integral del proyecto de modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá ha permitido identificar los factores ambientales potencialmente afectados durante las distintas etapas del proyecto: preparación del sitio, construcción y operación/mantenimiento. Los factores analizados incluyen suelo, agua superficial y subterránea, aire, geología y geomorfología, clima, paisaje, flora y fauna, considerando su relevancia ecológica y la normativa vigente aplicable.

Se definieron medidas de prevención, mitigación, restauración, compensación y control, con base en la premisa de que siempre es preferible evitar los impactos antes de remediarlos. Entre las acciones implementadas destacan:

- Manejo adecuado de residuos y control de escurrimientos para proteger suelo y cuerpos de agua.
- Rescate y reubicación de flora y fauna, así como el establecimiento de pasos de fauna y conectividad ecológica.
- Revegetación y enriquecimiento de rodales, priorizando especies nativas, para recuperar la cobertura vegetal y reducir erosión.
- Mantenimiento preventivo de maquinaria y control de emisiones para conservar la calidad del aire.
- Supervisión de cortes, terraplenes y taludes, así como la preservación de áreas con suelos frágiles, para prevenir deslizamientos y proteger la estabilidad geológica.
- Establecimiento de áreas de conservación, que representan al menos el 20% de la vegetación original, distribuidas estratégicamente para garantizar conectividad ecológica y refugio de especies.

La implementación de estas medidas garantiza que los impactos residuales sean localizados, de bajo a moderado, temporales y mayoritariamente reversibles, evitando efectos significativos sobre los factores ambientales. El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) previsto permitirá dar seguimiento constante, evaluar la eficacia de las medidas adoptadas y aplicar correcciones en caso necesario, asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental y la sostenibilidad del proyecto.

En síntesis, el presente capítulo demuestra que el proyecto se puede ejecutar de manera compatible con la conservación ambiental, minimizando riesgos y favoreciendo la recuperación natural de los ecosistemas afectados, cumpliendo con los criterios técnicos, éticos y legales establecidos por SEMARNAT.

VI.4 Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental propuesto para el Proyecto ha sido desarrollado con la finalidad de atender los impactos ambientales derivados del Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000, ubicado en el Municipio de Canatlán, Dgo., a fin de dar seguimiento y control a cada una de las medidas de mitigación correctivas y preventivas propuestas y garantizar con ello el cumplimiento a través de los programas específicos que se incorporan y forman parte del PVA.

El PVA es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por la promovente para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del Proyecto, así como de dar cumplimiento a las obligaciones establecidas en leyes, reglamentos y normas aplicables al mismo.

El seguimiento y control se verificará a través de una serie de indicadores a efecto de poder determinar el avance y desempeño ambiental y el cumplimento técnico y normativo del Proyecto y poder establecer las medidas correctivas en caso de detectarse falla o desviación de estas.
Permitirá observar los avances y mejora de los componentes ambientales afectados y las acciones propuestas que servirán para mitigar o compensarán las afectaciones al ambiente que sean generadas durante la realización del Proyecto.

Cuadro VI- 6 Actividades contempladas en el plan de vigilancia ambiental

Actividad de vigilancia	Objetivo ambiental	Etapa del proyecto	Frecuencia	Responsable	Indicador de cumplimiento
Supervisión de manejo de residuos sólidos y de manejo especial	Prevenir contaminación del suelo y cuerpos de agua	Preparación, construcción y operación	Semanal durante obra; mensual en operación	Supervisor ambiental	Registro de bitácoras, áreas de acopio, disposición final autorizada
Monitoreo de escurrimientos superficiales y drenajes	Evitar erosión, sedimentación y contaminación de agua superficial	Preparación, construcción y operación	Quincenal durante obra; semestral en operación	Supervisor ambiental y brigada de campo	Escurrimientos sin obstrucción, reportes fotográficos y bitácoras
Control del uso de sanitarios portátiles y servicios de higiene	Prevenir contaminación del suelo y agua subterránea	Preparación y construcción	Revisión semanal	Supervisor ambiental y contratista	Bitácoras de mantenimiento y disposición adecuada de residuos
Verificación de mantenimiento de maquinaria y vehículos	Reducir emisiones de gases, partículas y ruido	Construcción y operación	Mensual y conforme a programa de mantenimiento	Supervisor ambiental	Cumplimiento de NOM-041-SEMARNAT-2015, registro de bitácoras
Supervisión de taludes, cortes y terraplenes	Garantizar estabilidad del terreno y prevenir deslizamientos	Construcción	Semanal y posterior a lluvias intensas	Supervisor ambiental	Evidencia fotográfica, reportes de estabilidad
Rescate y reubicación de flora	Minimizar pérdida de biodiversidad vegetal	Preparación y construcción	Previo al desmonte y durante actividades críticas	Supervisor ambiental y brigada especializada	Registro de individuos reubicados, índice de supervivencia ≥70%
Rescate y reubicación de fauna	Reducir mortalidad y preservar especies	Preparación y construcción	Previo al desmonte y monitoreo continuo durante obra	Supervisor ambiental y brigada de monitoreo	Registro de individuos reubicados, uso de pasos de fauna, ausencia de atropellamientos
Monitoreo de pasos de fauna y conectividad ecológica	Mantener movilidad de fauna silvestre	Construcción y operación	Trimestral en construcción; semestral en operación	Supervisor ambiental y brigada de monitoreo	Registros de uso de pasos de fauna, reportes de incidentes
Supervisión de programas de reforestación / enriquecimiento de rodales	Favorecer infiltración y recuperación de cobertura vegetal	Construcción y operación	Trimestral durante primeros 2 años; anual posteriormente	Supervisor ambiental y brigada de reforestación	Índice de supervivencia de plantas ≥70%, evidencia fotográfica
Evaluación de emisiones de polvo por tránsito y maquinaria	Mantener calidad del aire dentro de límites normativos	Construcción y operación	Semestral o según eventos de tolvaneras	Supervisor ambiental	Reportes de inspección y bitácoras de control de polvo

El presente Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) forma parte integral del Capítulo VI del MIA-P del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000), ubicado en el Municipio de Canatlán, Dgo.”, cuyo objetivo principal es asegurar que la ejecución y operación del camino tipo “D” se realice conforme a los lineamientos ambientales aprobados, evitando impactos negativos sobre los ecosistemas, el suelo, agua, aire, flora y fauna.

El cuadro del PVA contempla actividades prioritarias de vigilancia y control ambiental, las cuales están diseñadas para garantizar la prevención, mitigación, restauración y compensación de los impactos identificados durante la planificación y construcción del proyecto. Los puntos principales que resalta y prioriza el cuadro son:

Manejo de residuos sólidos y de manejo especial: Se establece la supervisión del almacenamiento temporal y disposición final de los residuos generados por excavaciones, obras y mantenimiento, garantizando que no se contamine el suelo ni los cuerpos de agua cercanos.

Control de escurrimientos superficiales y drenajes: Se prioriza la vigilancia de la erosión, sedimentación y arrastre de materiales, así como la restauración vegetal en áreas con potencial de recarga acuífera.

Rescate y reubicación de flora y fauna: Se contempla la identificación, manejo y traslado de especies nativas y protegidas, conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, asegurando la preservación de la biodiversidad en la zona del proyecto.

Supervisión de taludes, cortes y terraplenes: Se asegura la estabilidad geotécnica de los trabajos, evitando deslizamientos y afectaciones a áreas adyacentes no autorizadas.

Monitoreo de calidad del aire: Se establece un control permanente sobre emisiones de polvo y gases por maquinaria y tránsito vehicular, manteniendo la calidad del aire dentro de los límites normativos.

Vigilancia de pasos de fauna y conectividad ecológica: Se incluyen actividades de monitoreo de cruces de fauna en zonas estratégicas, para minimizar atropellamientos y favorecer la movilidad de especies silvestres.

Supervisión de programas de reforestación y enriquecimiento de rodales: Se asegura la recuperación de la cobertura vegetal, favoreciendo la infiltración de agua y la rehabilitación de áreas intervenidas.

Estas actividades están organizadas considerando la etapa del proyecto (preparación, construcción y operación/mantenimiento), la frecuencia de supervisión, los responsables de ejecución y los indicadores de cumplimiento, lo que permite medir la eficacia de las acciones y garantizar la conservación de las condiciones ambientales existentes en la zona de influencia del proyecto.

En conjunto, el PVA constituye una herramienta clave para la gestión ambiental, permitiendo tomar decisiones oportunas, corregir desviaciones y asegurar que la Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá se realice con el menor impacto posible sobre el entorno natural, cumpliendo con los objetivos de sostenibilidad y conservación propios de un proyecto de infraestructura vial tipo “D”.

VI.5 Seguimiento y control (monitoreo)

El seguimiento y control ambiental constituye un componente fundamental del Capítulo VI del MIA-P para la Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá, permitiendo garantizar que la ejecución del proyecto cumpla con los objetivos de protección ambiental y con las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas. Este proceso busca verificar la correcta implementación de las acciones propuestas, evaluar su eficacia y detectar oportunamente cualquier desviación que pueda generar impactos negativos sobre los factores ambientales, la flora, fauna, suelo, agua, aire y paisaje.

Objetivos del seguimiento y control

Verificar el cumplimiento de las medidas ambientales establecidas en el MIA-P durante todas las etapas del proyecto.

Evaluar la eficacia de las acciones de prevención, mitigación, restauración y compensación de impactos ambientales.

Detectar desviaciones o riesgos de manera oportuna, permitiendo la implementación de acciones correctivas inmediatas.

Generar información continua que sirva de base para reportes de gestión ambiental y toma de decisiones durante la ejecución y operación del camino.

Metodología de seguimiento y control

El monitoreo del proyecto se realizará mediante un Programa de Seguimiento Ambiental, estructurado en los siguientes componentes:

Indicadores ambientales: Se establecerán indicadores específicos para cada factor ambiental (suelo, agua superficial y subterránea, aire, flora, fauna y paisaje), los cuales permitirán medir objetivamente el cumplimiento de las medidas de mitigación y la eficacia de las acciones implementadas.

Frecuencia de monitoreo: Dependiendo del factor y la etapa del proyecto, el seguimiento será periódico, continuo o puntual.

Registro de datos: Todas las observaciones y resultados del monitoreo se documentarán en bitácoras, reportes fotográficos y formatos de seguimiento, asegurando la trazabilidad de la información.

Responsables: La ejecución del monitoreo estará a cargo del supervisor ambiental, apoyado por brigadas especializadas en flora, fauna, suelos, agua y paisajes, según corresponda.

Acciones correctivas: En caso de detectar desviaciones o impactos no previstos, se aplicarán medidas correctivas inmediatas, ajustando los procedimientos de obra o implementando acciones complementarias de mitigación.

Herramientas y recursos

Para un seguimiento efectivo, se emplearán:

- Cámaras fotográficas y drones para documentación visual.
- Bitácoras de campo y sistemas de registro digital de actividades.
- Señalización y protocolos de inspección para el control de taludes, escurrimientos y pasos de fauna.

El seguimiento y control permitirá garantizar que la modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá se realice cumpliendo con las normas ambientales y los lineamientos técnicos, asegurando la protección de los recursos naturales y contribuyendo al desarrollo sostenible en la zona de influencia del proyecto.

VI.5.1 Seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases

El objetivo del seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases es verificar que las actividades de construcción y operación del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá” se desarrollen dentro de los límites establecidos por la normatividad ambiental vigente, garantizando la protección de la salud humana y el bienestar de los ecosistemas circundantes.

Metodología de Monitoreo

Las actividades de monitoreo incluirán:

- Medición de niveles de ruido: Se realizarán mediciones periódicas de los niveles de presión sonora en decibelios (dB) en puntos estratégicos cercanos al área de influencia del proyecto, utilizando sonómetros calibrados conforme a la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- Determinación de concentraciones de partículas suspendidas: Se llevará a cabo la medición de partículas en suspensión menores a 10 micrómetros (PM10) y menores a 2.5

micrómetros (PM2.5) en el aire ambiente, utilizando equipos de muestreo gravimétrico y/o monitores automáticos, conforme a la NOM-025-SSA1-2014.

- Cuantificación de emisiones de gases contaminantes: Se evaluarán las emisiones de gases como dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO) y ozono (O_3), mediante el uso de estaciones de monitoreo de calidad del aire, conforme a la NOM-156-SEMARNAT-2012.

Frecuencia y Ubicación del Monitoreo:

- Construcción: Durante la fase de construcción, el monitoreo se realizará de forma semanal en puntos representativos ubicados a lo largo del trazo del proyecto, y en zonas ecológicamente sensibles.
- Operación: Una vez concluida la construcción, el monitoreo se llevará a cabo de forma mensual en los mismos puntos estratégicos, con especial énfasis en las zonas de mayor tránsito vehicular.

Responsables

El seguimiento de las emisiones será responsabilidad del Supervisor Ambiental, quien coordinará las actividades de monitoreo y elaboración de reportes. Asimismo, se contará con la colaboración de brigadas especializadas en monitoreo ambiental y personal técnico capacitado en el manejo de equipos de medición.

Acciones Correctivas

En caso de que los niveles de ruido, partículas o gases superen los límites establecidos por la normatividad vigente, se implementarán las siguientes acciones correctivas:

- Reducción de actividades generadoras de emisiones: Se limitará temporalmente la operación de maquinaria y equipos que generen niveles elevados de ruido o emisiones contaminantes.

- Implementación de medidas de control: Se aplicarán técnicas como la humectación de caminos, uso de barreras acústicas y mantenimiento preventivo de equipos para reducir las emisiones.

Conclusión

El seguimiento de las emisiones de ruido, partículas y gases es una herramienta esencial para garantizar que el proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá” se desarrolle de manera sostenible, minimizando los impactos negativos sobre la calidad del aire y la salud de las comunidades circundantes. La implementación de un monitoreo riguroso y la adopción de acciones correctivas oportunas asegurarán el cumplimiento de los estándares ambientales y contribuirán al éxito del proyecto.

VI.5.2 Seguimiento de las afectaciones del suelo

El objetivo del seguimiento de las afectaciones del suelo es verificar que las actividades de construcción y operación del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá” se desarrollen de acuerdo con las medidas de mitigación establecidas, garantizando la protección y conservación de los recursos edáficos y evitando procesos de erosión, compactación y contaminación del suelo.

Metodología de Monitoreo:

Las actividades de monitoreo incluirán:
Inspección visual periódica: Se llevará a cabo una inspección visual semanal del área de trabajo para identificar signos de erosión, compactación o contaminación del suelo.

Frecuencia y Ubicación del Monitoreo

Construcción: Durante la fase de construcción, el monitoreo se realizará de forma semanal en puntos representativos ubicados a lo largo del trazo del proyecto, en áreas de escorrentía y en zonas ecológicamente sensibles.

Responsables

El seguimiento de las afectaciones del suelo será responsabilidad del Supervisor Ambiental, quien coordinará las actividades de monitoreo y elaboración de reportes. Asimismo, se contará con la colaboración de brigadas especializadas en monitoreo ambiental y personal técnico capacitado

Acciones Correctivas

En caso de detectar afectaciones significativas al suelo, se implementarán las siguientes acciones correctivas:

Reforestación y/o enriquecimiento de rodales en aquellas áreas afectadas con especies vegetales nativas en las áreas donde se haya identificado pérdida de cobertura vegetal.

Control de la erosión: Se instalarán obras de conservación de suelos como AMVM, principalmente en áreas con pendiente para prevenir la erosión del suelo.

Manejo adecuado de residuos: Se garantizará la disposición adecuada de los residuos generados durante la construcción para evitar la contaminación del suelo.

VI.5.3 Seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna

Objetivo

El objetivo del seguimiento de las afectaciones de la flora y fauna es verificar que las actividades de construcción y operación del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá” se desarrollen de acuerdo con las medidas de mitigación establecidas, garantizando la protección y conservación de los recursos bióticos y evitando la pérdida de biodiversidad, la fragmentación de hábitats y la alteración de las dinámicas ecológicas.

Metodología de Monitoreo

Las actividades de monitoreo incluirán:

La evaluación de la eficacia de las medidas de mitigación implementadas, como la reubicación de especies y la regeneración, mediante el seguimiento de la recuperación de la vegetación y la presencia de fauna en las áreas intervenidas.

VI.5.4 Presentación de informes

El presente apartado tiene como objetivo establecer los lineamientos para la elaboración y presentación de informes periódicos que reflejen el cumplimiento y la eficacia de las medidas de mitigación y seguimiento ambiental establecidas en el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) del proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá”. Dichos informes son fundamentales para que la autoridad ambiental verifique que las actividades del proyecto se desarrollen conforme a lo autorizado y que se protejan los recursos naturales y la biodiversidad del área de influencia.

Periodicidad y contenido de los informes

Cada seis meses, a partir de la fecha de aprobación del proyecto por parte de SEMARNAT, se elaborará un informe que incluirá:

- Seguimiento de las medidas para la protección del suelo.
- Seguimiento de las medidas para la protección de la flora y fauna, incluyendo reubicaciones y restauración de hábitats.
- Seguimiento de las medidas para la protección de los componentes hídricos (superficiales y subterráneos).
- Seguimiento de los niveles de ruido, partículas y emisiones derivadas de la operación de maquinaria y transporte de materiales.
- Correlación de los datos obtenidos entre las distintas actividades de obra y los efectos observados en el medio ambiente.
- Evaluación de la eficacia real de las medidas de mitigación, incluyendo corrección de desviaciones y aplicación de acciones correctivas ante impactos no previstos.

Funciones adicionales del PVA

El PVA no solo asegura el cumplimiento de las medidas preventivas y correctivas, sino que también:

- Permite cuantificar impactos cuya predicción fue limitada o cualitativa, aplicando medidas correctivas adicionales si las inicialmente implementadas no resultan suficientes.
- Genera información técnica para mejorar futuros estudios de impacto ambiental, verificando la exactitud de predicciones basadas en escenarios comparativos.
- Facilita la detección de alteraciones no previstas, con la posibilidad de implementar medidas correctivas oportunas.

Fases del Programa de Vigilancia Ambiental

El seguimiento ambiental se estructura en cuatro fases fundamentales:

- Definición de objetivos: Identificación de los sistemas afectados, tipos de impactos y selección de indicadores representativos, medibles y pertinentes.
- Recolección y análisis de datos: Registro sistemático de datos, almacenamiento seguro y clasificación según variables; la frecuencia dependerá del componente monitoreado.
- Interpretación: Análisis de los datos considerando fluctuaciones naturales del sistema para detectar desviaciones significativas respecto a las condiciones iniciales.
- Retroalimentación: Ajuste de objetivos, estrategias y medidas según los resultados obtenidos, buscando un equilibrio entre continuidad de series temporales y adaptación del programa a la realidad ambiental.

Responsables de los informes

La elaboración y presentación de los informes será responsabilidad del Supervisor Ambiental, quien coordinará las brigadas técnicas y personal capacitado en monitoreo ambiental. Sus funciones incluyen:

- Recolección, análisis y registro de datos de monitoreo.

- Elaboración de informes detallados sobre la eficacia de las medidas de mitigación.
- Presentación de los informes a SEMARNAT y autoridades ambientales locales en los plazos establecidos.
- Propuesta de acciones correctivas y preventivas en caso de desviaciones o impactos no previstos.

Áreas y programas específicos incluidos en el PVA

El informe deberá considerar los resultados de los siguientes programas complementarios, integrados al PVA:

- Programa de Capacitación Ambiental
- Programa de Rescate y Reubicación de Flora
- Programa de Rescate y Reubicación de Fauna
- Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Recursos Hídricos
- Programa de Manejo de Residuos

VI.6 Programa de capacitación ambiental

Metodología

El presente programa está basado con el método que se desglosa a continuación y el cual se ejecutara consecuentemente al objetivo planteado.

Temas a abordar

La educación ambiental abarca muchos temas de interés para concientizar, sensibilizar e incluir a las poblaciones humanas que comparten un mismo entorno natural; basado en este supuesto, para el presente programa se trataran exclusivamente los temas que tienen relevancia directa sobre el proyecto en cuestión, de acuerdo al siguiente temario:

- Fundamentos de educación ambiental
- Legislación ambiental

- Importancia y acciones para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestres
- Importancia y principales obras de conservación y protección de suelos

Capacitación ambiental

Previo al inicio de actividades del proyecto se impartirá un curso amplio, en donde se tratarán todos los temas relacionados con la preservación, la compensación, la mitigación de impactos ambientales generados por la implementación del proyecto, así mismo se tocarán temas en donde se harán prohibitivas o restrictivas algunas actividades que pueden afectar los recursos naturales o al medio ambiente. Este curso será único y se impartirá en al menos en 2 horas previo al inicio de actividades. Los temas a abordar serán tal y como se describen a continuación:

Fundamentos de educación ambiental: En este apartado se hablará generalmente del medio ambiente y los recursos naturales.

Legislación ambiental: Se dará a conocer al personal involucrado, las leyes, reglamentos y normas ambientales mexicanas de carácter Federal, Estatal o Municipal que regulan las actividades forestal y las áreas naturales protegidas, para que conozcan y prevengan actividades que pongan en riesgo la integridad del medio ambiente y los recursos naturales.

Así mismo, se informará de las funciones de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente y de la Secretaría de Medio Ambiente en Durango.

Clasificación y control de residuos: Se capacitará al personal para que aprendan a diferenciar la tabla de colores para la clasificación de residuos. Así también se inculcarán la cultura del reciclaje y la contención de los residuos en los lugares adecuados.

Además, se capacitará al personal para que se tomen medidas correctivas en caso de accidentes o derrames de residuos peligrosos.

Aquí mismo se hará prohibitivo la dispersión de residuos sólidos o materiales impregnados con residuos peligrosos.

Importancia y acciones para la protección y conservación de la flora y la fauna silvestres: Se dará a conocer de aquellas especies que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 que deben ser las primeras en rescatarse al momento de aplicar los programas de rescate y reubicación de especies. Se inculcará la cultura de respeto y protección de las especies de flora y fauna silvestres, así como de dar a conocer la función y el papel que cumple la flora y la fauna silvestre en el ecosistema.

Se hará prohibitiva la cacería, captura, colecta y tráfico de especies de flora y fauna silvestre, y solo se realizará rescate y reubicación de especies por personal capacitado y autorizado para esta actividad.

Importancia y principales obras de conservación y protección de suelos: Se hablará de los materiales con los que se pueden construir, la función y los beneficios que se obtienen al implementarlas, así también se dará a conocer un listado de obras que se pueden implementar en la región y las que están programadas para el proyecto.

VI.7 Programa de rescate y reubicación de flora

Metodología

El presente programa está basado con el método que se desglosa a continuación y el cual se ejecuta consecuentemente al objetivo planteado.
A continuación, se presenta el área donde se realizará el rescate y reubicación de la flora y fauna (en caso de requerirse).

Cuadro VI- 7 Coordenadas del polígono propuesto para reforestación de flora (2 ha)

Nombre	Sup ha	Vértice	X	Y
Polígono de reforestación	2.025	1	485137	2702372
		2	485262	2702469
		3	485343	2702370
		4	485219	2702273
		5	485137	2702372

Localización de áreas de reubicación.

La reubicación de fauna silvestre se realizará dentro de la misma región ecológica en la que se encuentra el área del proyecto, seleccionando sitios cuyas condiciones ambientales sean similares a las del área de origen. Estos sitios deberán presentar mínima o nula presencia de actividades antropogénicas, de modo que se garantice un entorno adecuado para la supervivencia, adaptación y desplazamiento natural de los ejemplares reubicados.

Cabe señalar que las especies no serán trasladadas fuera del entorno inmediato del proyecto, sino únicamente movidas desde las áreas de corta o extracción hacia unidades de manejo ambiental adyacentes, que se encuentren dentro del mismo predio o en zonas contiguas. Esto asegura la continuidad ecológica y reduce el estrés en los ejemplares, al mantenerlos dentro de su rango de distribución natural.

Es importante destacar que el predio no se verá afectado en su totalidad por estas acciones, ya que las intervenciones de reubicación se concentrarán únicamente en aquellas áreas donde se llevará a cabo el DDV del camino, y se atenderá exclusivamente a los individuos que, durante las labores de campo, sean identificados como vulnerables o en riesgo directo por las operaciones forestales.

Métodos de rescate y reubicación de flora

El presente programa de rescate y reubicación de flora silvestre tiene como objetivo la conservación de especies vegetales que pudieran verse afectadas por las actividades de la modernización del camino. Su ejecución se llevará a cabo mediante un conjunto de acciones técnicas y operativas, orientadas a garantizar el manejo adecuado de las especies de interés ecológico o con algún valor de conservación presentes en el área del proyecto.

Revisión, ubicación, señalización y marcaje.

Esta actividad se realizará antes de efectuarse las labores de desmonte; consiste en la visita a las áreas del DDV y que implica las siguientes acciones.

- Revisión. - Se trasladará a los espacios en donde se ejecutará el proyecto, con la intención de detectar especies que presenten las mejores condiciones fenotípicas y genotípicas,

además de poner mayor énfasis en aquellas especies enlistadas en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las que se enlistan en las metas que son susceptibles para rescate.

- Ubicación. - Las plantas detectadas serán ubicadas y georreferenciadas con equipo de posicionamiento global (GPS), a fin de obtener la ubicación de cada una, adicionalmente la información será concentrada y manejada en un banco de datos para su seguimiento.
- Marcaje. - Los individuos a rescatar se les colocará una etiqueta plástica, la cual contendrá datos de identificación de cada individuo, estos serán escritos con tinta indeleble. Se colocará la etiqueta de modo que no cause daño a la planta y se mantendrán hasta que las plantas estén establecidas en su nuevo hábitat.
- Señalización. - Se señalará cada espécimen con un material distintivo, como banderín, estaca u otro. También se marcará con cal o pintura vinílica la orientación de la planta con respecto al norte, con el fin de reubicarla de acuerdo a la exposición que presentaba en el sitio anterior, por lo que garantiza una mayor probabilidad de sobrevivencia de la especie a rescatar.

Extracción

- Los individuos previamente señalados, deberán cumplir con características fenotípicas, de salud y de vigor, a fin de que no sufran afectaciones al momento de la extracción, traslado y reubicación. Para esta actividad se utilizarán herramientas como: barras, palas cuadradas, redondas, de pico, carruchas, palas de jardinero y otras herramientas básicas o en su caso el uso de retroexcavadora para individuos de dimensiones mayores, la extracción puede ser con cepellón o sin cepellón.
- Extracción con cepellón. - Consiste en extraer la planta con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radicular, esto se realiza con ayuda de herramienta, se debe proteger al máximo la raíz. La excavación al alrededor y profundidad será variable dependiendo el tamaño de la planta. Las plantas extraídas deberán de ser trasladadas al sitio de reubicación definitivo, o bien a un sitio de establecimiento temporal, si es necesario se utilizarán macetas o contenedores apropiados para el mantenimiento de las mismas.
- Extracción sin cepellón.- Radica en que los ejemplares extraídos se les quita el suelo adherido a la raíz, posteriormente son expuestos al sol y el aire para su deshidratación lo que favorece la cicatrización y dificulta el desarrollo de microorganismos que pudieran

causar la pudrición del individuo, es recomendable dejarlos cicatrizar entre 5 y 10 días (esto puede varias dependiendo de las condiciones actuales y quedara a criterio del equipo experto en rescates), después serán reubicadas en el medio natural (en sitios determinados previamente).

- Se marcará con cal o pintura de agua, la orientación cardinal de las plantas, es importante mantener la orientación original en cactáceas, ya que de la exposición a la que están ubicadas depende parte importante de la sobrevivencia en el sitio. La marca se realizará hacia el Norte en la corteza de cada uno de los ejemplares a rescatar.
- En el caso de globosas, se recomienda plantar junto a otras especies que le cubran en alguna parte del día de la exposición directa al sol.

Reubicación y trasplante

El trasplante se realizará mediante lo siguiente:

Como objetivo principal del trasplante es que las especies logren sobrevivir en el nuevo hábitat a establecerse, por lo tanto, se debe emplear el material necesario para preparar el terreno, es decir las cepas deberán tener las dimensiones óptimas para recibir las plantas. Esto permitirá a realizar una siembra más rápida y reduce a un mínimo tiempo que las plantas estarán fuera del suelo y permite que se traiga tierra fértil si la existente no es del tipo apropiado.

A continuación, se describen las diferentes técnicas de traslado de plantas durante su rescate.

Traslado de plantas en vehículo: Al acomodar los ejemplares en el vehículo, se procurará que exista un espacio suficiente, que permita su mejor estibado; procurando que con el movimiento del vehículo las plantas no se muevan; asimismo, no estibar más de dos niveles de acuerdo a las características del vehículo; además, de cuidar que el tallo y las hojas no sufran dobleces o quebraduras.







Figura VI-1 Ejemplo del traslado de planta en vehículo

El transporte de la planta dependerá del tamaño de los individuos, estas especies son de tamaño mediano por lo que su traslado se requerirá del uso de retroexcavadora o grúa hidráulica para su levantamiento y su caso utilizar camionetas que tengan un espacio suficiente, remolques o plataforma tipo cama baja, de tal manera que se facilite maniobrar y acomodar la planta de manera que no puedan sufrir daño.

Acarreo de plantas en carretilla. Este tipo de traslado está recomendado para cuando los sitios de trasplante están cercanos al área donde serán colectadas las especies vegetales; el acarreo lo pueden hacer personas auxiliándose de cajas o huacales ya sea de madera o de plástico, transportados en carretillas. En este caso solo se debe cuidar que las plantas queden bien acomodadas y tengan el menor movimiento posible.

La reubicación de ejemplares se realizará en sitios aledaños a la zona del proyecto, es decir que son unidades de manejo que presentan condiciones ecológicamente similares al lugar de extracción, esto favorecerá el crecimiento y sobrevivencia de los individuos y se deberá considerar los aspectos siguientes:

Las áreas seleccionadas tendrán condiciones similares a las del área de rescate y contarán con microhábitats para las especies rescatadas.

- Cercanía al área de rescate, para disminuir el estrés de las plantas por transporte.
- Los sitios deberán tener la capacidad de albergar nuevos individuos.
- El establecimiento se realizará siguiendo un diseño adecuado.

Trasplante: Después de darse el rescate, las plantas serán trasladadas al sitio definitivo de reubicación, o bien a un sitio temporal, para posteriormente ser trasplantadas al sitio definitivo.

Apertura de cepas: La cepa debe ser grande según el tamaño del cepellón de la planta, actualmente se recomienda que la cepa de plantación sea más ancha en la parte superior que en el fondo, y que las paredes vayan inclinadas ya que la mayor parte del crecimiento de la raíz será superficial y horizontal. La cepa no deberá ser más profunda que el cepellón ya que las raíces pueden quedar dobladas al momento del trasplante lo que no favorecerá la sobrevivencia de la planta.

Una vez realizado el trasplante se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del suelo está sujeta al estrés físico por el traslado.

Época de trasplante

Existen tres factores que determinan el inicio del trasplante:

a) La ejecución del programa de rescate, en general, es recomendable iniciarlo poco antes de que inicie la temporada de invierno. Esto con el propósito de asegurar el establecimiento de la plantación, ya que al extraer la planta produce un efecto de estrés
b) que es necesario minimizar, debido a la deshidratación que sufre al quedar expuesta su raíz a la acción desecante del ambiente; y también a causa de la ruptura que se le provoca a la planta al sustraerla del sistema (suelo-microorganismos) en que se ha estado desarrollando. Bajo condiciones húmedas se previene una deshidratación de la planta y se facilita su aclimatación hacia un nuevo substrato. Sin embargo, dada la urgencia de la puesta en marcha de este proyecto, la otra época adecuada es previo al verano, para que coincida con las lluvias de verano y se adapten a su nuevo sitio. De ser así se aplicarán riegos abundantes e inmediatos, para prever el hecho que si son insuficientes dichas lluvias de verano y para evitar deshidratación de los vegetales reubicados.
c) Otra opción es, que como el riego no será una limitante, la época de rescate tiene cierta flexibilidad, porque ya no se limita exclusivamente a la temporada de lluvias,
d) Otro de los factores es la época de la temporada invernal, cuando las plantas disminuyen su biorritmo por encontrarse en un periodo de letargo o dominancia.

Procedimiento para realizar el rescate de cactáceas

Estas especies se rescatarán en tamaños variables pueden ser juveniles y adultos. Para el caso de las globosas y las cónico-cilíndricas se extraerán a raíz desnuda ya que se ha demostrado presentan un alto porcentaje de sobrevivencia al aplicar esta técnica, en el caso de los nopales estas se pueden extraer a raíz desnuda o mediante raquetas o pencas bien conformadas.

El siguiente procedimiento se realiza para el rescate de cactáceas para que a través de este sistema se logre ejecutar el programa de su versatilidad.

Con la ayuda de una brújula y pintura se orientará y marcará el Norte sobre la de los individuos susceptibles a recate. Esta actividad se realiza con el objeto de reubicar la especie en la misma dirección del área de extracción, ya que, si el trasplante se realiza diferente a la forma original, sufrirá quemaduras o causar estrés lo que conllevará a la debilitación o la muerte del individuo.

Posteriormente empleando palas, barras o talachos se procederá a extraer al individuo desenterrando sus raíces, con extremo cuidado para dañar lo menos posible a sus raíces y la mayor parte de raicillas o pelos absorbentes.

Una vez extraído los individuos se procederá a transportarlos en cajas, costales o directamente en la plataforma o caja del vehículo hasta la zona en donde se reubicará o al lugar de acopio.

En el caso de que los individuos sufran daños o en caso de la extracción por raquetas o pencas, se les dejara reposar al menos dos días en algún lugar de acopio para favorecer la cicatrización de las heridas, o en su caso se aplicaran tratamientos de cicatrización previo a su replante.

En el área de trasplante, la cepa se abrirá con palas y talachos con las medidas que requiera cada especie o individuo.

Una vez colocado el individuo sobre la cepa, el ejemplar se alineará y se empezarán a cubrir sus raíces o la base de la raqueta con la misma tierra de la apertura de cepa al mismo tiempo que se irá apisonando el suelo para darle mayor fijación.

Finalmente, se le construirá un cajete y se le aplicará un riego el cual se prolongará durante la primera semana según determine el personal experto en rescates.

La finalidad del rescate y reubicación de la planta es que logre sobrevivir en su nuevo hábitat, por ello es importante cumplir con los procedimientos antes mencionados ya que a partir de estas acciones se obtendrá el éxito del trasplante de la planta.



Figura VI-2 Ejemplificación del rescate de cactáceas.

Procedimiento para realizar el rescate de rosetas

Es recomendable extraer estos individuos a raíz desnuda.

Los individuos extraídos para su replante se colocarán de manera horizontal sobre el pick-up o sobre remolque para transportarlas al área de replante.

En el área de trasplante, la cepa se abrirá de manera manual o con el uso de retroexcavadoras con las medidas que requiera cada especie o individuo.

Al momento que se vaya colocando el individuo sobre la cepa, el ejemplar se alineará y se empezarán a cubrir sus raíces o la base de la raqueta con la misma tierra de la apertura de cepa al mismo tiempo que se irá apisonando el suelo para darle mayor fijación.

Una vez que se haya realizado el trasplante se procederá a construir un cajete y se le aplicará un riego pesado y se prologaran los riegos de auxilio durante la primera semana según determine el personal experto en rescates.

Especies a rescatar y reubicar.

En el área del DDV se identificó tres especies de flora silvestre de lento crecimiento.
La lista siguiente contiene las especies de suculentas que se encuentran propuestas a rescate en caso de que se identifique algún individuo en las áreas de corta.

Cuadro VI- 8 Listado de especies propuestas para rescate

Nombre científico	Nombre común	Núm. Ind.
Coryphantha compacta	Biznaga	2
Mammillaria heyderi	Biznaga	303
Thelocactus heterochromus	Biznaga de pezón	15



Figura VI-3 Ejemplo del rescate manual de suculentas.

El plan de vigilancia se aplicará en el seguimiento al rescate y reubicación de algunos individuos de especies que se puedan encontrar en el área de corta para asegurar su supervivencia, de tal suerte que, la planeación de las actividades se concentra en este aspecto, y también en lo que respecta a la reforestación, aunque esto es más puntual.

VI.8 Programa de rescate y reubicación de fauna

El ahuyentamiento de fauna se concentra en generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento de la fauna que se encuentren en una zona que será intervenida para un proyecto. Este método, debe combinarse con el rescate y la reubicación de los individuos que se encuentre en el sitio. (Gallina & López, 2011)

Durante la etapa de preparación del sitio, se realizarán actividades de remoción de la cobertura vegetal, lo cual podrá poner en riesgo individuos animales y causarán reducciones en las poblaciones de estos. Asimismo, la intervención de los diferentes microhábitats, puede provocar la muerte directa de aquellos que sean sorprendidos de manera imprevista. Esta situación causa migración y desaparición de un número de individuos de especies animales, con repercusiones negativas para la estabilidad de los ecosistemas de la región, por lo anterior, es importante implementar trabajos de ahuyentamiento y rescates orientados a minimizar los efectos sobre la fauna residente del área de influencia directa del proyecto.

Objetivos particulares

- Identificar las especies de fauna susceptibles a las acciones de rescate y reubicación,
- Determinar las áreas potenciales de reubicación de los individuos de fauna silvestre rescatados,
- Determinar las técnicas de rescate y reubicación para cada grupo de fauna presente en el área sujeta del proyecto.

Meta particular

Conservar y proteger la totalidad de los individuos de las especies de fauna incluidas en la alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010[1] que resulten afectadas por la implementación de la modernización de esta vía de comunicación, enfatizando en aquellas que se encuentran listadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo III, así como aquellos individuos de especies de lento desplazamiento, de importancia ecológica y económica.

Identificación de especies de fauna sujetas a rescate y reubicación

Las acciones de rescate y reubicación estarán enfocadas hacia la totalidad de los individuos de las especies registradas en el área del proyecto que, se encuentran listadas dentro de alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y a los de lento desplazamiento, los económica y ecológicamente importantes, así como los que pudieran verse afectados por el desarrollo del cambio de uso de suelo.

Solo 3 especies se encuentra catalogada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, las mismas se identificaron como de lento desplazamiento.

Cuadro VI- 9 Especies de fauna sujetas a rescate y reubicación

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Crotalus molossus	Víbora de cascabel	Pr no endémico
Pituophis deppei	Alicante	A endémica
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr no endémico

Identificación de áreas potenciales para la reubicación de los individuos de especies de fauna silvestre sujetos a rescate y reubicación

Para establecer las posibles áreas en las que pudiera llevarse a cabo la reubicación de los individuos de fauna sujetos a rescate y reubicación, se consideraron los requerimientos básicos de las especies identificadas en el área del proyecto de acuerdo con la literatura [Ceballos y Oliva (2005) y Lemos et al (2015)], como son; edafología y tipos vegetación, con la finalidad de que los

[1] http://passthrough.fwnotify.net/download/119560/http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf

ejemplares reubicados puedan adaptarse al nuevo hábitat en donde podrán satisfacer sus necesidades de alimentación, refugio y reproducción.

Como parte de los criterios ecológicos considerados para la selección de las áreas propuestas para la reubicación de los ejemplares de fauna silvestre sujetos a rescate; se tomaron en cuenta las condiciones climáticas.

Aunado a lo anterior, en el AP y AI se presenta el tipo de Vegetación de Bosque de Pino-Encino (BPQ), condición que favorecerá que la fauna pueda satisfacer sus necesidades de alimentación, descanso, refugio y reproducción, adaptándose rápidamente a los hábitats presentes en las áreas de reubicación propuestas.

De acuerdo con lo anterior, en el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de ubicación de las áreas propuestas[2] para la reubicación de los individuos de fauna que estarán sujetos a las acciones de rescate y reubicación.

Cuadro VI- 10 Coordenadas de ubicación de las áreas de reubicación de fauna silvestre

Punto	Coordenadas UTM (Zona 13: Datum WGS84)	
	X	Y
1	484639	2700261
2	484234	2701088

Por otra parte, desde el punto de vista técnico, la ubicación del área propuestas permitirá que los ejemplares de las especies de fauna rescatados no sean sometidos a estrés derivado de largos traslados, ya que las áreas propuestas se ubican de 1 a 2 km de distancia del área del proyecto, lo que evitará que los ejemplares permanezcan en cautiverio por un lapso de tiempo prolongado y puedan estresarse o morir.

Ahuyentamiento y rescate de fauna

Un ahuyentamiento de fauna busca generar condiciones de tipo ecológico que causen estrés ambiental en las comunidades de anfibios y reptiles, mamíferos y aves, impulsando su migración

[2] Es importante señalar que, en caso de no obtener la autorización de los propietarios de los terrenos en los que se propone llevar a cabo las acciones de reubicación, se evaluaran otras alternativas para cumplir con las metas del presente Programa.

hacia otros lugares. Este método, debe combinarse con el rescate, revisión veterinaria, transporte y la reubicación de individuos, debido a que la mayoría de estos no tienen capacidades migratorias altas. Para ello, se deberán capturar o ahuyentar, mediante cada una de las técnicas y metodologías existentes. En un ahuyentamiento de fauna se emplean diferentes metodologías y técnicas como:

- Estímulos visuales (siluetas o globos), Esta metodología consiste en ubicar de manera estratégica siluetas de aves y animales depredadores pintados en diferentes materiales como madera, globos de helio, plástico y cartón plax. Se recomienda utilizar siluetas de depredadores específicos dependiendo del grupo de individuos que se quiere ahuyentar.
- Estímulos Auditivos (reproducción de sonidos que alerten del peligro): Uno de los métodos más empleados, es la reproducción de diferentes tipos de sonidos que generen estímulos auditivos. La reproducción de estos, busca simular la presencia de: personas, maquinaria operando, animales depredadores, entre otros; con lo cual se genere estrés ambiental y por consiguiente un desplazamiento. Durante la aplicación de esta metodología se utiliza un bafle o parlante amplificador de sonido (mínimo 30 Wats de potencia, dependiendo del tamaño del área), con una grabación que se reproduzca continuamente.
- Se debe ubicar en un lugar estratégico en el cual se logre abarcar en la totalidad el área que se quiere ahuyentar. Es recomendable No dejar la grabación de forma continua por mucho tiempo, puesto que se puede volver “normal” para los animales y en un momento dado dejar de causar el estímulo que se desea, por lo anterior se recomienda colocar la grabación durante 50 minutos y suspenderla por 10 minutos, así sucesivamente el tiempo que el investigador considere pertinente.
- Esta metodología ha mostrado una respuesta positiva principalmente en aves y mamíferos, se puede utilizar en cualquier horario.
- Estímulos mecánicos (movimiento de la vegetación arbórea y arbustiva).
- Estímulos químicos (hormonas de animales depredadores): Con esta metodología se busca generar un estímulo olfativo en los individuos. Mediante el uso de feromonas se pretende simular la presencia de depredadores en el lugar y generar un desplazamiento. El uso de feromonas de depredadores para el ahuyentamiento de fauna no es muy común, debido a que la falta de información y estudios acerca de la técnica limitan su uso, sin embargo, se puede pensar que en un futuro cercano podría ser una buena técnica natural de ahuyentamiento de fauna.

Metodología

Es importante tener un conocimiento previo acerca de la fauna existente en el área que se realizara el ahuyentamiento y rescate. Se debe realizar una revisión tanto de la línea base del proyecto como de bibliografía en general e inventarios de fauna realizados anteriormente en la zona y en la región; esto con el fin de tener una información general de las especies que probablemente se encuentren en el área de trabajo y lograr hacer una identificación más fácil y oportuna en campo.

El ahuyentamiento y Rescate debe ser dirigido y realizado por profesionales especializados en diferentes áreas, es decir, para Anfibios y Reptiles se debe contar con un biólogo herpetólogo, para Mamíferos con un biólogo masto zoólogo y para Aves con un biólogo ornitólogo; los cuales debe tener buenos conocimiento de las técnicas visuales y auditivas de identificación taxonómica y deben estar familiarizados con aquellas especies que se encontraran en el área de estudio.

Cada profesional podrá apoyarse de un auxiliar de campo si así lo requiere. Las labores del auxiliar de campo serán las de apoyar al profesional en la instalación de los equipos necesarios para hacer el ahuyentamiento y rescate.

El trabajo en campo deberá tener como apoyo un puesto de atención y revisión veterinaria, con su respectivo médico veterinario, el cual recibirá y revisara cada uno de los animales capturados, con el fin de establecer el estado de salud en el que se encuentran, si están en condiciones para ser reubicados de inmediato o si deben permanecer en observación para posteriormente diagnosticar su destino.

En las labores de ahuyentamiento se emplearán diferentes herramientas dependiendo del grupo de individuos que se desee ahuyentar, entre estas tenemos; siluetas y globos pintados con características propias de animales depredadores, equipos de sonido que reproduzcan sonidos especiales que generen alerta o estrés a los animales, varas para mover las ramas de árboles y arbustos y hormonas de depredadores.

Para el trabajo de rescate se utilizaran trampas Tomahawk y Sherman, bastón manipulador, vara herpetológica, redes tipo niebla, guacales, Jaulas medianas, redes de niebla, jaulas para aves,

sogas de algodón grueso, cintas adhesivas, bolsas de tela, cajas plásticas perforadas, bolsas Ziplock perforadas, guantes de tela, machete, navaja, libreta de anotaciones, marcadores indelebles, linternas frontales y linternas de alta potencia, GPS, cámara fotográfica digital, Laptop y equipos de comunicación (teléfonos celulares).

Etapas del ahuyentamiento y rescate de fauna

El ahuyentamiento y rescate de fauna deberá hacerse en ocho etapas (revisión bibliográfica y planeación, muestreo, ahuyentamiento o captura, revisión medico veterinaria, trasporte, reubicación, registro fotográfico y toma de datos). Estas se repetirán todos los días que se realice la actividad a excepción de la primera, la cual solo realiza una vez durante todo el trabajo.

Revisión bibliográfica y planeación.

Se debe realizar una revisión bibliográfica de la zona donde se realizará el ahuyentamiento y rescate de fauna, con la cual se tenga obtenga información del tipo de fauna que comprende la zona, esto con el fin de optimizar el proceso de captura e identificación en campo de las especies presentes. Es importante resaltar que en esta revisión también se deben estudiar y establecer dos espacios, el primero es la zona donde se va a realizar el ahuyentamiento y rescate de fauna y el segundo es la zona donde se realizará la reubicación de los individuos rescatados. Este estudio debe contar con una descripción de las características ambientales y del ecosistema, la situación social, las rutas de acceso y el estado de estas. Todo esto con el fin de prever la logística necesaria y obtener los mejores resultados en la ejecución de cada una de las etapas.

a) Evaluación médico-veterinaria

Todos los individuos capturados deberán pasar por la revisión de un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud de este, si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o si antes de eso requiere alguna atención médica.

b) Transporte

Los individuos se trasportarán hacia el lugar de reubicación, teniendo en cuenta algunos aspectos importantes y la logística necesaria para proporcionar bienestar los animales, esta dependerá las características de cada grupo y de cada individuo.

c) Reubicación

Los individuos capturados serán reubicados en los sitios ya previstos, cabe mencionar la importancia de identificar sitios acordes a cada uno de los individuos, con el fin de garantizar en lo posible la supervivencia de estos.

d) Registros Fotográficos

Es de suma importancia hacer registros fotográficos de cada una de las actividades realizadas y de los momentos con mayor relevancia. La importancia radica en tener una base de datos tanto de las actividades realizadas como de la fauna que se éste manejando, de modo que la supervisión por parte de las autoridades pueda comprobar las actividades realizadas, así mismo, esta base de datos sirve como fuente de información interna para los encargados de dar seguimiento. Los momentos de mayor relevancia, podrán ser aquellos en los que se tiene, por ejemplo, una dificultad en el manejo de determinada especie, este registro ayudará a obtener información que permita determinar, por qué se presentó determinado problema.

e) Toma de datos

La toma de datos es imprescindible, debido a que esta permitirá obtener, revisar y almacenar información importante del proceso y los resultados del ahuyentamiento y rescate de fauna.

La identificación y el registro de los ejemplares se llevará a cabo en la bitácora de rescate el cual contará con el inventario de todos los ejemplares sujetos a rescate ubicación de todos los ejemplares de especies de fauna capturados (Formato 1), lo cual servirá como evidencia de la implementación del Programa.

Formato 1 -Bitácora de rescate y reubicación de ejemplares de especies de fauna silvestre.

<table>
<tr><th colspan="4">REGISTRO DE RESCATE EJEMPLARES FAUNA</th></tr>
<tr><td>FECHA</td><td></td><td>ESPECIE CAPTURADA</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">DESCRIPCIÓN DEL INDIVIDUO</td><td colspan="2">FOTOGRAFÍA</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">CONDICIONES DE SALUD</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">DATOS DE CAPTURA</td></tr>
<tr><td colspan="2">HORA</td><td colspan="2">SITIO O COORDENADAS</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>X</td><td>Y</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE TRAMPA</td><td colspan="2" rowspan="3">ACTIVIDAD QUE SE DESARROLLABA AL MOMENTO DE LA CAPTURA</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE CARNADA</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="2">TIPO DE CONTENEDOR PARA SU MANEJO</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="4">DATOS DE LIBERACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="2">HORA</td><td colspan="2">SITIO O COORDENADAS</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td><td>X</td><td>Y</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">COMENTARIOS</td></tr>
<tr><td colspan="4"></td></tr>
</table>

Descripción de las etapas para cada grupo de individuos

Anfibios y reptiles

Ahuyentamiento y captura

Los anfibios y reptiles tienen, diariamente, un solo pico de actividad. En general, los anfibios son animales de comportamientos nocturnos, debido a que no toleran las altas temperaturas. Por su parte, dentro de los reptiles, existen especies que son diurnas mientras que hay otro porcentaje que es estrictamente nocturno. Por esta razón se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 6:30 am y las 10:30 am y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 10:00 pm. Los anfibios y reptiles en general responden de forma positiva a estímulos, auditivos, químicos y mecánicos.

Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

1. Siluetas,
2. Sonidos,
3. Hormonas de Depredadores,
4. Trampas de pozo y
5. Capturas Manuales.

a) Evaluación veterinaria

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

b) Transporte de individuos capturados

Los anfibios se transportarán en bolsas Ziplock con hojarasca húmeda para evitar la desecación del animal durante el traslado. Las serpientes se transportarán utilizando bolsas de tela. La manipulación de las serpientes se debe realizar en todo momento haciendo uso de un gancho para evitar el contacto manual con el individuo. Esto asegura la salud del individuo animal como la del investigador que está realizando la manipulación.

c) Reubicación y Liberación

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, Se procede a la liberación de los anfibios y reptiles. Es Importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron capturados, se recomienda buscar espacios húmedos cercanos de afluentes hídricos. Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar Registros Fotográficos.

d) Registro fotográfico

Realice un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad. Incluya las fotos que tome cada uno de los días.

e) Toma de datos

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad, se deberá llenar el Formato 1.

Mamíferos

a) Ahuyentamiento y captura

Se deberá capturar los mamíferos mediante diferentes técnicas y metodologías, entre ellas el uso de trampas Sherman, Tomahawk o de mayor tamaño, si se requieren. La captura de las especies de mamíferos será aquellos que, aún después de las actividades de ahuyentamiento, permanezcan en la zona del área del proyecto, esta actividad debe realizarse, porque estas especies pueden acostumbrarse a la presencia de los humanos, y en determinado momento provocar o provocarse algún daño. Los mamíferos tienen, diariamente, por lo general un solo pico de actividad. Se debe realizar una actividad de ahuyentamiento en las horas de la mañana, entre las 7:00 am y las 9:00 am y otra en la tarde, entre las 6:00 pm y las 12:00 pm. Los mamíferos en general responden de forma positiva a estímulos visuales, auditivos, químicos y mecánicos. Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

1. Siluetas,
2. Humo,
3. Sonidos,
4. Trampas Sherman,
5. Trampas Tomahawk,
6. Hormonas de Depredadores,
7. Trampas de pozo y
8. Capturas Manuales.

b) Evaluación veterinaria

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

c) Transporte de individuos capturados

Los mamíferos deberán ser transportados en guacales, los cuales deben estar cerrados con llave durante el periodo de transporte. El guacal deberá ser cubierto con una manta de color oscuro para evitar que el individuo vea que está siendo movilizado. La movilización del animal al sitio de reubicación deberá hacerse de la siguiente manera: 1) Manualmente: Cargando el animal con la ayuda de él (los) auxiliar (es) de campo. 2) Mediante un vehículo: Se utilizará un vehículo de cuatro ruedas para movilizar el animal. Nunca se debe hacer en vehículos de dos ruedas como motocicletas, bicicletas ni tampoco mediante el uso de otros animales, como caballos o mulas. En caso de que se requiera sedar al animal, el veterinario debe estar presente durante todo el procedimiento, desde la captura, hasta la liberación.



Figura VI-4 Caja para transporte de mamíferos medianos.

d) Reubicación y liberación

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, se procede a la liberación de los individuos. Es Importante

identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron capturados, se recomienda buscar espacios con gran diversidad de especies y plantas que puedan servir en la construcción de sus nuevos hábitats y que puedan estar provistos de alimento. Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar Registros Fotográficos.



Figura VI-5 Ejemplificación del uso de trampas para rescate y reubicación de individuos

e) Registro fotográfico

Se realizará un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad. Incluya las fotos que tome cada uno de los días.

f) Toma de datos

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad, se deberá llenar el Formato 1.

Aves

a) Ahuyentamiento y captura

Debido a que la avifauna presenta una alta capacidad de desplazamiento, se tratará en medida de lo posible que las aves abandonen el área que se va a interferir por sus propios medios, y no mediante captura y reubicación, ya que estas presentan cambios fisiológicos importantes ante la captura, si esta es prolongada, el cambio fisiológico en el individuo puede generar la muerte. (Gallina & López, 2011).

Sin embargo, en caso de que el comportamiento territorial de algunos individuos de aves este cause que no abandonen el área que se desea intervenir se procederá a la captura de estos. Si este es el caso, los individuos deberán ser capturados utilizando redes de niebla, y la manipulación de este deberá ser ejecutada por el ornitólogo.

Las aves tienen dos picos de actividad, uno en las horas de la mañana y otro en las horas de la tarde. En las horas de la mañana, el pico de actividad de las aves ha sido registrado desde la salida del sol hasta 4 horas después, es decir, desde las 5:30 am hasta las 9:30 am. En la tarde, el pico de actividad de las aves ha sido registrado como 3 horas antes del ocaso, es decir desde las 6:00 pm hasta las 9:00 pm. En estas horas deberá realizarse la actividad de ahuyentamiento. Las Aves en general responden de forma positiva a estímulos visuales, auditivos, químicos y mecánicos. Se recomienda implementar las siguientes técnicas:

1. Siluetas
2. Cintas de papel metalizado
3. Humo
4. Sonidos y
5. Redes de niebla (captura).

b) Observación

La efectividad en la captura, dependerá del uso adecuado de las técnicas propuestas, Los horarios en los que se instalen las trampas y las redes, y la efectividad visual que tengan los profesionales de campo para identificar los animales o las pistas que conlleven a ellos.

c) Evaluación veterinaria

Cada uno de los individuos capturados mediante las diferentes metodologías empleadas, deberán ser revisados por un médico veterinario, el cual establecerá el estado de salud y si se encuentra en las condiciones para ser reubicado de inmediato o requiere atención médica antes de ser liberado.

d) Transporte de individuos capturados

Las aves capturadas se deben trasportar en Jaulas especiales, dispuesta de bebederos y comederos si el trayecto es muy largo, La jaula se debe cubrir en lo posible con una manta oscura para que el individuo no vea que lo están transportando y no se estrese demasiado. Es de Resaltar que las aves en lo posible no se deben capturar, solo tratar de utilizar técnicas de ahuyentamiento, con el fin de que ellas se desplacen libremente a otro lugar escogido por el mismo animal.

e) Reubicación y Liberación

Después de haber pasado por la revisión del médico veterinario y que este haya dado la aprobación para ser reubicado, Se procede a la liberación de las aves. Es importante identificar lugares con condiciones similares al sitio donde fueron capturados, se recomienda buscar espacios con gran diversidad de especies y plantas que puedan servir en la construcción de sus nuevos hábitats y que puedan estar provistos de alimento. Se debe realizar una marcación del sitio por medio del GPS y tomar registros fotográficos.

f) Registro fotográfico

Realice un registro fotográfico diariamente de las zonas en donde está realizando la actividad. Incluya las fotos que tome cada uno de los días.

g) Toma de datos

En las noches, después de cada día que se realice esta actividad.

Descripción de los diferentes métodos de rescate

Trampas Sherman

Son dispositivos plegables, fabricados en aluminio o acero galvanizado, son livianas y vienen en diferentes tamaños. Se arman rápidamente y son lo suficientemente sensibles para activarse con muy poco peso. Especiales para atrapar mamíferos pequeños. Las trampas se deben de ubicar de forma estratégica, cerca de los posibles sitios de alimentación, rutas de desplazamiento, madrigueras.



Figura VI-6 Trampas Sherman y Tomahawk.

Trampas Tomahawk

Son dispositivos plegables, fabricados en aluminio o acero galvanizado, son livianas y vienen en diferentes tamaños. Se arman rápidamente y son lo suficientemente sensibles para activarse con poco peso. Especiales para atrapar mamíferos medianos entre 6 y 12 kilogramos. Las trampas se deben de ubicar de forma estratégica, cerca de los posibles sitios de alimentación, rutas de desplazamiento, madrigueras.
Tipos de cebos.

Se recomienda usar cebos de acuerdo con el grupo de individuos que se dirija:

- Cebos para carnívoros: se usan cebos vivos o animales muertos o trozos de carne.
- Cebos para herbívoros: pastas hechas con avena arrollada, harina de maíz y agua.

- Cebos para omnívoros: se preparan en forma de pastas, compuestas por avena arrollada, harina de maíz o esencia de vainilla, miel, pasas de uva, pasta de maní, semillas varias, grasas y carne cruda desmenuzada.
- Otros cebos: pueden ser frutas, una secreción glandular, etc. los cuales resultan muy Atractivos y hasta irresistibles. Otros pueden ser la sal (en zonas tropicales húmedas donde generalmente escasea) y en particular agua, sobre todo en períodos de sequía (si se trabaja en zonas áridas o semiáridas).

Capturas manuales

Es muy importante que la aplicación de las metodologías mencionadas vaya acompañada de un trabajo de captura manual, en el cual el investigador hace recorridos por la zona en búsqueda de individuos que se puedan capturar manualmente como anfibios, reptiles y algunos mamíferos pequeños, cabe resaltar que se deben emplear los elementos de protección y herramientas de trabajo necesarias para el desarrollo de esta actividad Herramientas necesarias:



Figura VI-7 Bastón manipulador, vara herpetológica y bastón herpetológico

El personal utilizará para salvaguardar su integridad física equipos de seguridad como: cascos, cuerdas y arneses (de ser necesario y si la situación lo requiere), lentes de sol, chalecos reflectivos (para las actividades nocturnas), botas altas de caucho y guantes de cuero.

Se contará siempre con un botiquín de primeros auxilios para la atención de emergencias médicas y se tendrán a fácil acceso los números telefónicos de la policía municipal y los centros hospitalarios más cercanos.

Otros equipos incluyen: machete, navaja, libreta de anotaciones, marcadores indelebles, linternas frontales y linternas de alta potencia, GPS, cámara fotográfica digital, Laptop y equipos de comunicación (teléfonos celulares y radios de dos bandas).

La liberación de los ejemplares sujetos a rescate y reubicación, se contempla el mismo día de su captura, lo anterior con el fin de evitar ocasionarles estrés y/o posibles lesiones. Por lo anterior, se estima que estas acciones incrementarán su supervivencia en las nuevas áreas de reubicación.

Evaluación y seguimiento del Programa

Una vez finalizadas las acciones de reubicación de los individuos de fauna silvestre que puedan ser afectadas por la implementación y operación del Proyecto, se realizará un análisis de la eficacia de la aplicación de estas acciones, con base en la evaluación de los siguientes indicadores:

- Estado físico de los ejemplares previo a su liberación,
- Condiciones topográficas y fisiográficas consistentes con los requerimientos de hábitat de las especies reubicadas,
- Presencia de madrigueras, vegetación o áreas rocosas que provean refugio y alimento a las especies reubicadas,
- Estado de conservación de las áreas de reubicación,
- Presencia de zonas con disponibilidad de agua y alimento.

Es importante señalar que el registro de la tasa de sobrevivencia de los organismos reubicados será difícil, considerando que algunos grupos, como la avifauna, mamíferos grandes y medianos muestran una alta movilidad, por lo que no se contemplan actividades de seguimiento de los ejemplares.

Sin embargo, se prevé un alto éxito de sobrevivencia de las especies considerando que los sitios donde serán liberados los ejemplares presentarán condiciones similares a las áreas de donde fueron extraídos, esto con el objetivo de garantizar que los ejemplares puedan encontrar de forma rápida, zonas de refugio y alimento, condiciones que incrementarán la pronta adaptación de las especies a su nuevo hábitat.

Calendario de actividades

Las sesiones de capacitación para el personal de obra serán aplicadas previo a las actividades propias de la modernización de este camino, a través de las cuales se buscará concientizar a todo el personal de obra sobre el manejo y conservación de las especies de fauna silvestre presentes y sus alrededores. Asimismo, las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación se implementarán antes de iniciar cualquier obra que conlleva la preparación del sitio y construcción del Proyecto, acciones que de ser necesario se extenderán durante la vida operativa de este.

La evaluación del presente Programa se realizará una vez finalizadas las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los ejemplares de las especies de fauna silvestre que se aplicarán previo a las actividades de cambio de uso de suelo. Se comprobará, la reubicación de los ejemplares rescatados en las áreas propuestas, cuyos datos se registrarán en bitácoras, lo cual se realizará de manera mensual durante los 12 meses que durarán las etapas de preparación del sitio y construcción en conjunto.

Cabe señalar que durante la etapa operativa del Proyecto no se prevé afectaciones a la fauna local; sin embargo, en caso de identificar la presencia de individuos de fauna silvestre dentro del área se precederá a ahuyentarla o bien, a su rescate y reubicación de acuerdo con lo establecido en el presente Programa.

.

Cuadro VI- 11 **-**Calendario de actividades del Programa.

Actividad	**Semanas**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
Pláticas de educación ambiental										
Colocación de señalamientos de protección a la fauna										
Delimitación de áreas de desmonte y despalme										
Identificación y selección de sitios de reubicación										
Actividades para ahuyentar a la fauna de lento desplazamiento										
Identificación de individuos de especies a rescatar y reubicar										
Rescate y reubicación de individuos de fauna										
Evaluación y seguimiento del Programa										

Actividad	**Meses**											
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**
Rescate y reubicación de individuos de fauna												
Evaluación y seguimiento del Programa												

Medidas de urgente aplicación

En el presente Programa se propone una serie de medidas, todas enfocadas a la prevención de posibles afectaciones a ejemplares de especies de fauna silvestre presentes; sin embargo, no se descarta la implementación de medidas de urgente aplicación, las cuales estarán encaminadas para resarcir eventualidades no previstas en la evaluación de impactos ambientales, o bien, cuando la reubicación de los ejemplares de fauna silvestre no muestre los resultados previstos.

Cuadro VI- 12 Medidas de urgente aplicación.

Medida propuesta	Incidencia	Medida de urgente aplicación
Se respetarán las zonas no autorizadas para el cambio de uso de suelo.	Afectación a la cobertura vegetal presente en áreas no requeridas y autorizadas para el desarrollo del Proyecto	Se suspenderán inmediatamente las actividades de desmonte y despalme en áreas no autorizadas para ello y el daño tendrá que compensarse mediante el Programa de Reforestación.
Programa de rescate y reubicación de fauna	Presencia de fauna silvestre dentro del área del proyecto durante la etapa de operación	Si durante la etapa de construcción se sigue observando presencia de fauna silvestre se determinarán nuevas áreas de reubicación y se implementarán otra vez las técnicas de rescate y reubicación de acuerdo al grupo faunístico en cuestión.
Colocación de ramas de árboles en excavaciones al finalizar la jornada.	Presencia de fauna en excavaciones	En caso de que los organismos que hayan caído en las excavaciones sigan atrapados serán rescatados y liberados inmediatamente y se considerará el uso de lonas con barreras para evitar el paso de fauna a las excavaciones.
Prohibición de maltrato, colecta, extracción, comercio o cacería de cualquier individuo de fauna silvestre.	Maltrato, colecta, extracción, comercio o cacería de cualquier individuo de fauna silvestre	Sancionar a quien extraiga, dañe o comercialice con las especies silvestres. Reforzar la capacitación de los trabajadores si se incumplen cualquiera de las medidas propuestas.

VI.9 Programa de Restauración Forestal, de Suelo y Recursos Hídricos

Con el objetivo de mitigar procesos erosivos y conservar la calidad del suelo en el DDV, se implementarán diversas acciones de manejo físico y mecánico orientadas a la protección y conservación del recurso edáfico. Estas medidas forman parte de las buenas prácticas forestales y están alineadas con los criterios de sustentabilidad establecidos por la normatividad vigente.

Limpia y Acomodo de Desperdicios Vegetales

Al término de las actividades de corta en cada una de las anualidades programadas, se llevará a cabo la limpieza y el acomodo de coartazales o residuos forestales (ramas, follaje, material leñoso no aprovechable), con el fin de:

- Facilitar la regeneración natural;
- Reducir el riesgo de incendios forestales; y
- Disminuir la compactación del suelo y promover su recuperación.

Esta actividad se realizará de forma sistemática por anualidad, siguiendo las áreas intervenidas en el plan de corta.

2. Obras de Conservación de Suelos: Presas Filtrantes

Con el propósito de retener las 90.60 toneladas de suelo que se perderían en un año por acción de procesos de erosión hídrica calculados en el capítulo IV, se realizará el acomodo de material vegetativo muerto, de acuerdo con los resultados de la evaluación técnica de los apoyos de Suelos del Programa de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales (PROCOREF, 2011), menciona que por cada hectárea de acomodo de material vegetal muerto se retendrán 427.79 m3/ha, y considerando la densidad aparente del suelo que es de 1.45 g/cm3, se estarían reteniendo 620.29 toneladas/ha.

El acomodo de material muerto consiste en formar cordones a nivel de material vegetal muerto, el cual se obtendrá como resultado de las actividades de desmonte. El acomodo de estos materiales proporciona protección al suelo, evita la erosión hídrica, disminuye el escurrimiento superficial e incrementa el contenido de humedad en el suelo, lo que favorece la regeneración natural.

Se deben formar cordones o fajinas de material vegetal muerto siguiendo las curvas a nivel en el terreno, es decir, se colocan barreras de material muerto perpendiculares a la pendiente del terreno para que propicien la disminución de la velocidad y la cantidad de escurrimiento superficial, a la vez que interceptan los posibles materiales y azolves que se erosionan ladera arriba.

Ahora bien, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) menciona que en una hectárea son 500 metros de acordonamiento, por lo que para reducir los efectos adversos de la pérdida de suelo por la erosión hídrica en el área del proyecto; posterior a la realización del cambio de uso de suelo, se propone realizar 250 m de acordonamiento de material vegetal muerto representando 0.5 ha de acordonamiento y el resto se picará y esparcirá para su incorporación al suelo, de esta manera se estará reteniendo un total de 310 toneladas de suelo, teniendo una ganancia de 219 toneladas comprobando así, que no se provocará la erosión hídrica de los suelos en el área.

Con respecto a la Erosión Eólica, de acuerdo a la estimación realizada en el capítulo IV, se concluyó que, con la implementación del proyecto, se provocara una erosión eólica de 32 toneladas, para compensar está erosión se propone la reforestación de 2 hectáreas, en dicha superficie se realizó el cálculo de la erosión eólica en situación actual y en situación con la reforestación ya establecida, utilizando la misma metodología utilizada en el cálculo realizado en la zona del proyecto

Una vez realizado lo anterior, se estimó la pérdida de suelo actual por efectos del viento en el área de reforestación que es de 51.88 ton/año y una vez establecida la reforestación la erosión eólica sería de 16.60 toneladas/año, logrando recuperar con la actividad de reforestación 35.28 toneladas, mitigando de esta forma la erosión que se provocara con el proyecto que es de 32 toneladas.

Para el acomodo del material vegetal muerto, los cordones tendrán un espaciamiento de 10 m entre cada uno, de esta manera el material para su construcción sólo se arrastra 5 m de arriba y abajo del cordón y eso facilita su construcción, se trazará la curva de nivel guía que servirá de base para acordonar el material, se continua con el asentamiento del material al suelo, podando las ramas y seccionando los troncos más grandes, de tal suerte que el cordón no quede más alto de 30 cm, posteriormente, se acordona el material restante en franjas paralelas a la curva de nivel guía, de acuerdo con la distancia previamente establecida, la longitud máxima de los cordones es de 50 m y a esta distancia se debe seccionar de 3 a 4 m (es decir, dejar sin material acordonado 3 o 4 m) y continuar con la otra sección. El ancho y alto de la faja debe ser menor a 30 cm.

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de ubicación de las franjas para el acomodo de material vegetal muerto, que resultará de la implementación de las actividades de desmonte y despalme, cuyo objetivo será retener el suelo y reducir los efectos de la erosión hídrica y eólica.

Cuadro VI- 13 Coordenadas de ubicación de las franjas de acomodo de material vegetal muerto

Nombre AMVM	X	Y
A-01	484739	2699950
A-01	484693	2699968
A-02	484627	2700029
A-02	484624	2700079
A-03	484102	2700403
A-03	484066	2700438
A-04	483284	2701393
A-04	483324	2701425
A-05	483399	2701491
A-05	483436	2701524

VI.10 Programa de Manejo de Residuos

El manejo integral de residuos es un componente fundamental para minimizar los impactos ambientales asociados a las actividades del proyecto. Este programa contempla un conjunto de acciones planificadas y coordinadas que garantizan la correcta gestión, manejo, reducción y disposición final de los diferentes tipos de residuos generados durante la ejecución del proyecto.

A continuación, se detalla la metodología que se aplicará para la implementación efectiva del Programa Integral de Residuos, describiendo cada una de las actividades clave que serán desarrolladas, así como los criterios técnicos y normativos que se seguirán para asegurar un manejo responsable y sustentable:

Supervisión ambiental

Parte fundamental para llevar a cabo el programa integral de residuos, es sin duda la supervisión ambiental, por lo que se ha designado a una persona con capacidad técnica suficiente en el tema, el cual se encuentra citado en este programa cuya función será, monitorear y determinar que las medidas de prevención, mitigación y compensación estipuladas en el Programa de Vigilancia Ambiental y ejecutar las acciones del presente programa, de tal forma que estas se realicen correctamente.

Formación y capacitación del personal

Previo a la ejecución de este programa, se llevará a cabo un curso de formación y capacitación, para promover la prevención y el manejo integral de los residuos que se generen por el desarrollo del proyecto, dicho programa estará dirigido a todos los actores que se relacionen con el proyecto y tiene como finalidad proporcionar los elementos, conocimientos y habilidades necesarias para cumplir con los objetivos planteados.

Campañas de limpieza

Se llevarán a cabo actividades de limpieza general en las áreas de influencia del proyecto.

Para lo anterior se organizarán recorridos por la zona y se colectaran todos los residuos que por alguna razón no fueron recopilados, para realizar la colecta los colaboradores portaran algún equipo de protección personal consistente en cubre bocas, guantes y lentes con el propósito de evitar el contacto directo con los residuos.

Todos los residuos colectados se depositarán en bolsas de plástico y de acuerdo a sus características se clasificarán en el color correspondiente, finalmente se llevarán al almacén temporal o punto ecológico para su depósito y confinamiento.

Clasificación e identificación de residuos

En la única etapa del proyecto, se tendrán materiales y productos residuales no peligrosos sin embargo en caso de que se lleguen a generar residuos peligrosos, se dispondrán temporalmente de acuerdo a sus características, colocándolos en recipientes con tapa y serán manejados, transportados y confinados a través de empresas especializadas en el ramo.

Se entiende por residuos cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficios, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento, cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso a partir del cual se generó.

Los residuos no peligrosos (domésticos), que se generen en el proyecto, serán dispuestos en un tambo metálico con tapa los cuales una vez saturados se trasladarán adecuadamente al relleno sanitario ubicado en el la cabecera municipal de Canatlán, que se ubica a unos kilómetros aproximadamente del proyecto en cuestión, cabe aclarar que previo a esta acción se evaluará la regularidad del sitio, de tal forma que cumpla con las normatividad vigente, de lo contrario dichos residuos serán dispuestos en el Relleno de la Ciudad de Durango.

Para la separación de los residuos, se establece el código de colores verde-gris-azul, solo para casos especiales se tendrá el color rojo para la disposición de los residuos peligrosos tal como se define en la ilustración siguiente.

Clase de residuo	Color recipiente	Contenido básico	Etiqueta
No Peligrosos Biodegradables ORDINARIOS	 Recipiente y/o bolsa Verde	Residuos de alimentos, como Cascaras, resto vegetales y frutas, o materiales similares.	ORDINARIOS
No Peligrosos Reciclables PAPEL CARTÓN	 Recipiente y/o bolsa Gris	Revistas, periódicos, papel, cartón.	 PAPEL CARTÓN
No Peligrosos Reciclables PLÁSTICO	 Recipiente y/o bolsa azul	Desechables plásticos, envases no retornables, bolsas plásticas.	 RECICLABLE
PELIGROSOS Tóxicos e infecciosos (generación baja)	 Bolsa Roja	Residuos con características peligrosas, que no pueden ser almacenados, reciclados o enterrados, como los residuos infecciosos, aceitosos, explosivos, corrosivos y tóxicos. Pilas, baterías de radio	RESIDUOS PELIGROSOS

Figura VI-8 Código de Colores de los residuos.

Los recipientes y/o contenedores para el almacenamiento temporal de los residuos que se instalarán en el proyecto tendrán las siguientes características:

- Material impermeable, liviano, resistente de fácil limpieza y cargue.
- Proporcionar seguridad, higiene y facilitar el proceso de recolección convencional o recolección selectiva
- Permitir el aislamiento de los residuos generados del medio ambiente

- Tener una capacidad proporcional al peso, volumen y características de los residuos que contengan

Dentro de cada recipiente se colocará una bolsa plástica del mismo color que el recipiente, con el fin de poder realizar fácil la identificación del contenido y así evitar la mezcla de los residuos.

Como parte de las acciones de manejo integral de residuos sólidos generados durante las actividades propias de la modernización de esta vía de comunicación, se ha considerado la instalación de cinco contenedores destinados a la recolección y disposición temporal de desechos no peligrosos (como envases, restos de comida, papel, plásticos, etc.).

Estos contenedores han sido distribuidos estratégicamente en puntos clave del predio, con el fin de facilitar su uso por parte del personal operativo y prevenir la dispersión de residuos en el entorno natural, minimizando así impactos negativos al suelo, agua y biodiversidad local.

Almacenamiento temporal o punto ecológico.
Se dispondrá de un área acondicionada y adecuada para el almacenamiento temporal de los residuos clasificados.

El sitio de almacenamiento temporal tendrá las siguientes características:

- Superficies lisas, para permitir su fácil limpieza e impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos en general.
- Debe de impedir el acceso y proliferación de insectos, roedores y animales domésticos.
- Tener la capacidad suficiente para almacenar los residuos generados a acordes con las frecuencias de recolección y alternativas de recuperación consideradas.
- Deberá estar cubierto para evitar la luz directa del sol y la caída del agua.
- Permitir el fácil acceso y recolección de los residuos por los vehículos recolectores.
- Adecuada accesibilidad para los usuarios
- La ubicación del sitio no debe causar molestias e impactos a la comunidad cercana.

Para el almacenamiento de los residuos peligrosos, se colocará en el sitio diques para la contención de derrames, aplica para aceites, grasas combustibles entre otros, además de que deberá estar aislado del suelo con el uso de piso firme o algún otro aislante

Disposición final de los residuos

- De acuerdo a la legislación y normatividad aplicable y a las recomendaciones que llegaran a manifestar las autoridades locales competentes, la disposición final o confinamiento de los residuos que se generen en el área del proyecto será a partir de las siguientes acciones:
- Residuos domésticos u ordinarios: Los residuos generados en la zona del proyecto, y que serán clasificados en color verde en el sitio de almacenamiento, se dispondrán para ser transportados al relleno sanitario que se seleccione para este fin, previo permiso de las autoridades locales correspondientes.
- Residuos de manejo especial o reciclables: Madera, cartón, papel, plástico, vidrio, entre otros (Contenedores y bolsas color azul y gris). Los residuos de manejo especial generados en la zona de influencia del proyecto excepto la madera serán entregados a grupos de recicladores, debidamente conformados. La madera se donará a las personas de las comunidades cercanas para reutilizarla como combustible en la preparación de alimentos, para la construcción muebles rústicos y cercados.
- Residuos peligrosos: Es poco probable que se generen residuos peligrosos, dada la naturaleza del proyecto, sin embargo, en caso de presentarse, se dispondrán en contenedores con tapa debidamente clasificados y serán entregados a empresas especializadas, autorizadas y registradas por la secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dichas empresas están ubicadas en la capital del estado de Durango.



Figura 9 Ejemplo de la colecta y depósito adecuado de residuos domésticos

Indicadores DE REALIZACIÓN y EFICACIA

A) Indicadores de realización para medir la aplicación de las medidas propuestas

Los siguientes indicadores permiten evaluar de forma objetiva la implementación y cumplimiento de las medidas ambientales propuestas. Cada uno está diseñado para medir actividades específicas, establecer metas cuantificables y asegurar el seguimiento efectivo durante las distintas fases del proyecto.

Educación Ambiental

- Número de cursos impartidos: Se contempla la realización de al menos 1 curso de inducción ambiental dirigido a todo el personal operativo y administrativo vinculado al proyecto, previo al inicio de actividades.
- Duración del curso: El curso tendrá una duración mínima de 2 horas efectivas, incluyendo contenidos sobre conservación de biodiversidad, manejo de residuos, protección de fauna y flora, y medidas de seguridad ambiental.
- Frecuencia de pláticas: Se programarán pláticas ambientales semanales dirigidas tanto al promovente como al personal en campo (quienes realicen la extracción), con énfasis en la aplicación de medidas preventivas durante las labores diarias.

- Porcentaje de personal capacitado: Se establecerá como meta que al menos el 90% del personal total haya recibido la capacitación correspondiente, verificada mediante listas de asistencia y evaluaciones básicas de comprensión.

Rescate y Reubicación de Flora

- Porcentaje de individuos rescatados y reubicados con éxito: Se espera alcanzar un mínimo del 80% de éxito en la reubicación de especies vegetales identificadas como relevantes ecológicamente, priorizando especies endémicas o protegidas.
- Número de individuos identificados con etiqueta: Todos los ejemplares rescatados deberán ser etiquetados con información básica (especie, fecha, ubicación original y destino) para permitir su seguimiento y monitoreo.
- Zonas de reubicación preparadas: Se establecerá al menos una zona de reubicación ecológicamente compatible con las condiciones originales, acondicionada previamente con criterios técnicos de suelo, sombra y humedad.

Ahuyentamiento y Rescate de Fauna

- Recorridos previos y durante la actividad: Se ejecutarán recorridos sistemáticos en el 100% de las áreas de corta, tanto antes como durante las actividades, a fin de detectar y salvaguardar a la fauna silvestre.
- Porcentaje de individuos de lento desplazamiento rescatados: Se garantizará el rescate del 100% de los individuos de especies de lento desplazamiento (como reptiles, anfibios o pequeños mamíferos), mediante la participación de personal capacitado y con equipos adecuados.
- Ahuyentamiento efectivo estimado: Mediante técnicas no invasivas (ruidos, movimientos, señalización, banderas), se procurará un ahuyentamiento exitoso en al menos el 80% de la fauna móvil detectada.

Manejo Integral de Residuos

- Número de campañas de limpieza: Se ejecutará al menos una campaña de limpieza por etapa del proyecto, incluyendo recolección, clasificación y disposición temporal adecuada de residuos sólidos.
- Contenedores colocados por sitio: En cada frente de trabajo se dispondrán mínimo 2 contenedores diferenciados (orgánicos/inorgánicos) con señalización visible, para fomentar la correcta separación y acopio de residuos.

Protección de Suelos

- Acomodo de residuos vegetales: El material vegetal generado (ramas, hojarasca, troncos) será acomodado en fajas o de forma perpendicular a la pendiente en un 100% de los casos, con el objetivo de evitar erosión y favorecer la regeneración del suelo.
- Reintegración de material removido: Todo el material superficial (suelo fértil, roca) removido temporalmente será reincorporado en el sitio de origen al 100%, como parte de las actividades de restauración.

Economía Local

- Contratación de personal local: Se priorizará la contratación de al menos el 80% de la plantilla laboral con personas de comunidades locales cercanas, fomentando el empleo y fortaleciendo la economía regional, con registros laborales y comprobantes firmados.

Estos indicadores permitirán evaluar de manera cuantitativa y cualitativa el cumplimiento de las medidas ambientales propuestas, y su eficacia en la prevención, mitigación y compensación de impactos durante el desarrollo del proyecto.

B) Indicador de eficiencia para medir los cambios observados en cada uno de los impactos que serán monitoreados

En el marco del PVA de Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000, ubicado en el Municipio de Canatlán, Dgo., es fundamental establecer un sistema de monitoreo que permita evaluar la efectividad de las actividades y su impacto sobre el

entorno. Para ello, se han identificado indicadores de eficiencia asociados a los principales componentes ambientales y socioeconómicos.

Estos indicadores permitirán medir los cambios observados en cada uno de los impactos ambientales y sociales que serán monitoreados a lo largo del desarrollo del proyecto. La siguiente tabla presenta una clasificación por sistema (físico, biótico y socioeconómico), subsistema y componente ambiental, así como los efectos de impacto que pueden surgir. Esta información constituye una herramienta clave para orientar la toma de decisiones, establecer medidas correctivas oportunas y garantizar un manejo forestal sustentable en la región.

Se muestra en la siguiente tabla los indicadores de eficiencia para medir los cambios observados en los impactos que serán monitoreados, esto de acuerdo al cuadro siguiente.

Cuadro VI- 14 indicadores de eficiencia para medir los cambios observados en los impactos que serán monitoreados

Factor	Indicador de Eficiencia	Método de Monitoreo	Frecuencia Sugerida	Actividad de Vigilancia	Objetivo Ambiental	Etapa del Proyecto	Responsable	Indicador de Cumplimiento
Suelo	Porcentaje de residuos entregados a sitio autorizado (≥90%)	Revisión de bitácoras, comprobantes de disposición y áreas de acopio	Mensual	Supervisión de manejo de residuos sólidos y de manejo especial	Prevenir contaminación del suelo y cuerpos de agua	Preparación, construcción y operación	Supervisor ambiental	Registro de bitácoras, disposición final autorizada
Agua superficial	Drenajes sin obstrucciones (>95% de tramos funcionales)	Inspección en campo, reportes fotográficos y verificación de obras de drenaje	semestral	Monitoreo de escurrimientos superficiales y drenajes	Evitar erosión, sedimentación y contaminación de agua superficial	Preparación, construcción y operación	Supervisor ambiental y brigada de campo	Escurrimientos sin obstrucción, reportes
Agua subterránea	Cumplimiento del 100% en el programa de mantenimiento de sanitarios	Revisión de bitácoras de mantenimiento y disposición de residuos sanitarios	Semanal	Control del uso de sanitarios portátiles y servicios de higiene	Prevenir contaminación del suelo y agua subterránea	Preparación y construcción	Supervisor ambiental y contratista	Bitácoras completas y disposición adecuada
Aire	≥90% de equipos con servicio en tiempo	Revisión de registros de mantenimiento, inspección visual y medición de emisiones	Mensual	Verificación de mantenimiento de maquinaria y vehículos	Reducir emisiones de gases, partículas y ruido	Construcción y operación	Supervisor ambiental	Cumplimiento de NOM-041 y bitácoras
Geología y geomorfología	100% de taludes estables sin deslizamientos	Inspección en campo posterior a lluvias, evidencia fotográfica	Semanal	Supervisión de taludes, cortes y terraplenes	Garantizar estabilidad del terreno y prevenir deslizamientos	Construcción	Supervisor ambiental	Reportes de estabilidad, evidencia fotográfica
Flora	Índice de supervivencia ≥70% de individuos reubicados	Registro de individuos, monitoreo de parcelas de reubicación	Previo al desmonte y durante actividades críticas	Rescate y reubicación de flora	Minimizar pérdida de biodiversidad vegetal	Preparación y construcción	Supervisor ambiental y brigada especializada	Registro de individuos reubicados y supervivencia
Aire	Niveles de partículas dentro de límites normativos (NOM-025-SSA1)	Medición visual, inspección de controles de polvo, registros en bitácora	Semestral o en eventos de tolvaneras	Evaluación de emisiones de polvo por tránsito y maquinaria	Mantener calidad del aire dentro de límites normativos	Construcción y operación	Supervisor ambiental	Reportes de inspección y bitácoras de control

Análisis de los indicadores de eficiencia para el monitoreo de impactos ambientales

El conjunto de indicadores propuesto en el cuadro anterior, permite estructurar un sistema de monitoreo integral que abarca los tres componentes clave del sistema ambiental: físico, biótico y socioeconómico.

1. Componente Físico (Suelo, Agua, Aire y Paisaje):

Los indicadores relacionados con el suelo (tasa de erosión) y el agua (calidad de cuerpos de agua) son prioritarios, ya que las actividades de modernización de esta vía de comunicación, si no se controla adecuadamente, puede acelerar la erosión y aumentar la carga de sedimentos en cuerpos de agua. Estos efectos son difíciles de revertir y tienen implicaciones directas en la conservación del ecosistema. Por ello, el seguimiento frecuente (trimestral o por temporada de lluvias) es esencial.

El control de emisiones de CO_2 y partículas es importante, pero en este tipo de proyectos, no mecanizado en gran escala, las emisiones suelen ser secundarias frente a los impactos físicos el suelo y agua.

La modificación del paisaje y el nivel de ruido ambiental deben vigilarse, sobre todo para mantener la aceptación social y la conservación del valor ecoturístico o recreativo del predio.

2. Componente Biótico (Vegetación y Fauna):

El índice de regeneración natural y el mantenimiento de la estructura vertical y horizontal de la vegetación son los indicadores más críticos, ya que están directamente vinculados con el éxito de las prácticas silvícolas (corta de selección) y la sostenibilidad del recurso forestal. El monitoreo y la evaluación de la fauna silvestre son esenciales para evitar alteraciones irreversibles en la biodiversidad. En particular, cualquier señal de reducción en la presencia de especies sensibles debería detonar medidas de ajuste inmediato. Aquí, el esfuerzo de monitoreo debe ser constante y focalizado en las unidades de manejo más sensibles.

3 Componente Socioeconómico:

Los indicadores vinculados a generación de empleo y beneficios económicos son fundamentales para garantizar el impacto social positivo del proyecto y justificar su viabilidad económica a largo plazo.

El cumplimiento de la normativa es un indicador transversal que asegura que todo el proceso se mantenga dentro de los marcos legales vigentes, evitando sanciones y conflictos sociales.

Prioridades destacadas:

1. Erosión del suelo y calidad de agua: prioridad alta por su impacto directo en la integridad del ecosistema;
2. Regeneración natural de la vegetación: prioridad alta para garantizar la sostenibilidad del del proyecto;
3. Biodiversidad (flora y fauna): prioridad alta para proteger especies en riesgo y el equilibrio del ecosistema;
4. Cumplimiento legal: prioridad estratégica para mantener la autorización vigente y el respaldo institucional; y
5. Impacto socioeconómico (empleo y beneficios): prioridad para fortalecer el compromiso de la comunidad y la permanencia del proyecto.

E) Medidas de urgente aplicación que se establecen para el caso en que no se alcancen los objetivos y metas definidas con base en los indicadores de realización y eficiencia:

Ajustes en la operación
Se realizarán ajustes operativos en:
Medidas de mitigación (reforzamiento de obras de conservación)

Implementación inmediata de prácticas correctivas:
Construcción o refuerzo de presas filtrantes
Reforestación complementaria urgente (si la regeneración natural no es suficiente)
Incremento en franjas de protección en cuerpos de agua y hábitats sensibles

Mayor frecuencia en el monitoreo

Aumentar la frecuencia de las visitas de supervisión (por ejemplo, de trimestral a mensual), para asegurar una rápida detección de cambios negativos

Notificación a la autoridad ambiental

Reportar a PROFEPA y SEMARNAT los resultados negativos y las medidas correctivas adoptadas, para mantener la transparencia y el cumplimiento legal.

Cuadro VI- 15 Resumen de prioridades en medidas de urgente aplicación

Nivel de prioridad	Acción
Muy Alta	Modificar el programa de trabajo establecido de forma inmediata
Muy Alta	Implementar reforestación complementaria
Alta	Construcción/refuerzo de obras de conservación (presas, franjas de protección)
Alta	Ajuste en la operación (corte selectivo, reducción de intensidad)
Alta	Mayor frecuencia de monitoreo
Media	Reportes inmediatos a autoridades ambientales

El diseño e implementación de un sistema de indicadores de eficiencia para el monitoreo de los impactos ambientales derivados de la modernización de una vía de comunicación, representa una herramienta fundamental para garantizar la sostenibilidad y la conservación de los recursos naturales.

Los indicadores seleccionados permiten evaluar, de manera objetiva y periódica, los cambios en componentes clave del medio físico, biótico y socioeconómico, asegurando que los efectos del proyecto se mantengan dentro de los límites permisibles y que el equilibrio ecológico del área no se vea comprometido.

Además, la integración de medidas de urgente aplicación, que se activan en caso de que los resultados del monitoreo muestren desviaciones significativas respecto a las metas establecidas, fortalece el enfoque preventivo y correctivo. Esto permite reaccionar de manera oportuna frente a impactos no previstos, promoviendo una gestión adaptativa y responsable.

El seguimiento riguroso y el compromiso con la mejora continua serán determinantes para el éxito del proyecto a lo largo de su ciclo de vida.

VI.11 Umbrales a los que están sujetas las acciones de mitigación

Los umbrales a los que están sujetas las acciones de mitigación representan los límites o valores críticos establecidos para evaluar la efectividad de las medidas implementadas con el fin de reducir impactos negativos sobre el ambiente o la comunidad. Estos umbrales funcionan como parámetros de referencia que permiten determinar cuándo una acción de mitigación es necesaria, así como la magnitud y el tipo de intervención requerida para mantener las condiciones ambientales dentro de niveles aceptables. De esta manera, garantizan un seguimiento sistemático y una gestión adecuada de los impactos ambientales durante el desarrollo de un proyecto.

Cuadro VI- 16 Umbrales para la modernización del camino

Factor	Actividad de Vigilancia	Umbral de Eficiencia / Condición Límite	Acción Correctiva en caso de rebasar el umbral
Suelo	Manejo de residuos sólidos y de manejo especial	≥90% de residuos entregados a sitio autorizado	Reforzar segregación en sitio, capacitación adicional y retiro inmediato a sitio autorizado
Agua superficial	Monitoreo de escurrimientos y drenajes	≥95% de drenajes sin obstrucciones	Limpieza inmediata de drenajes, reforzar control de escurrimientos y sedimentación
Agua subterránea	Control de sanitarios portátiles y servicios de higiene	100% de sanitarios con mantenimiento y disposición adecuada de residuos	Retiro urgente de residuos, mantenimiento inmediato de sanitarios, aumento en frecuencia de revisión
Aire	Mantenimiento de maquinaria y vehículos	≥90% de maquinaria y vehículos con servicio conforme a programa	Suspender temporalmente operación del equipo fuera de norma, servicio inmediato y verificación de emisiones
Geología y geomorfología	Supervisión de taludes, cortes y terraplenes	100% de taludes estables sin deslizamientos	Aplicar obras de contención, revegetación inmediata y reforzamiento de drenaje pluvial
Flora	Rescate y reubicación de flora	Índice de supervivencia ≥70%	Incrementar riego y mantenimiento, reforzar protección y reponer individuos
Fauna	Rescate y reubicación de fauna	≥80% de individuos liberados sin incidentes	Ajustar protocolos de captura y liberación, reforzar capacitación, aumentar monitoreo

Factor	Actividad de Vigilancia	Umbral de Eficiencia / Condición Límite	Acción Correctiva en caso de rebasar el umbral
Fauna	Monitoreo de pasos de fauna	≥70% de pasos en uso documentado	Instalar señalización adicional, adecuar pasos con vegetación y monitoreo más frecuente
Flora	Programas de reforestación / enriquecimiento de rodales	Supervivencia ≥70% de plantas	Reposición inmediata de individuos muertos, riego suplementario, control de plagas y maleza
Aire	Evaluación de emisiones de polvo	Niveles dentro de NOM-025-SSA1	Humectación inmediata de caminos, reducción de velocidad vehicular y control de tolvaneras

VI.12 Conclusión

La implementación del Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) para el proyecto “Modernización del Camino Ignacio Zaragoza – San Diego Alcalá del km 4+400 al km 12+000, Municipio de Canatlán, Durango” representa un compromiso ético y técnico con la conservación del medio ambiente y el desarrollo responsable de la infraestructura.

Desde la perspectiva ética, se prioriza el respeto a los ecosistemas, a la biodiversidad y a las comunidades locales, asegurando que las acciones de construcción y operación del camino se realicen bajo principios de prevención, precaución y responsabilidad socioambiental. Este compromiso se traduce en la aplicación de medidas de mitigación y monitoreo que garantizan la reducción de los impactos negativos y la promoción de beneficios ambientales y sociales.

En el ámbito técnico, el PVA establece indicadores de eficiencia y umbrales claros para cada factor ambiental, lo cual permite medir objetivamente el desempeño ambiental del proyecto. La incorporación de mecanismos de supervisión continua, registros verificables y protocolos de acción correctiva asegura que los impactos sobre el suelo, agua, aire, flora, fauna, paisaje y geología sean prevenidos, controlados o compensados en tiempo oportuno. Asimismo, el diseño del plan facilita la retroalimentación y la mejora continua, fortaleciendo la gestión ambiental del proyecto en todas sus etapas: preparación, construcción y operación.

De manera conforme al marco normativo del PVA, este instrumento integra criterios de sostenibilidad, apego a la legislación ambiental aplicable y cumplimiento de normas oficiales

mexicanas, lo que brinda certeza sobre la transparencia y eficacia de las medidas propuestas. Con ello se garantiza que la modernización del camino se realice bajo un esquema de desarrollo equilibrado, donde la infraestructura vial contribuya al bienestar social y económico de la región, sin comprometer la integridad de los recursos naturales.

En conclusión, el PVA constituye una herramienta fundamental para armonizar la modernización del camino con la protección ambiental, asegurando que el proyecto no solo cumpla con los requisitos regulatorios, sino que también refleje un compromiso genuino con la sustentabilidad, la ética ambiental y la mejora continua de la gestión en beneficio del entorno y de las generaciones futuras.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS VII-2

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto VII-3

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto VII-6

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección VII-8

VII.4 Pronóstico ambiental VII-11

VII.5 Evaluación alternativa VII-14

VII.6 Conclusiones VII-14

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VII-1 Pronóstico de los escenarios sin proyecto VII-3
Cuadro VII-2 Pronóstico de los escenarios con proyecto VII-6
Cuadro VII-3 Pronóstico de los escenarios con proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección VII-8
Cuadro VII- 4 Criterios cualitativos para el Pronóstico de los escenarios del proyecto VII-11
Cuadro VII- 5 Resultado de la valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto VII-12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII-1 Valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto VII-13

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

El desarrollo del del presente capítulo ha considerado la identificación de impactos potenciales del proyecto que hayan resultado de la evaluación de impacto presentada en el Capítulo V del presente documento. Se ha tomado como referencia el análisis del sistema ambiental regional presentado en el capítulo VI.

Considerando las condiciones actuales de la región en cuanto a densidad, distribución y uso de recursos, se esperarían las mismas tendencias de deterioro actual. Al no realizarse el proyecto, la movilidad de la población entre las localidades, municipios y estados seguiría viéndose afectada al restringir el tránsito, principalmente en temporadas de lluvias, teniendo como consecuencia la desviación por la ruta tomando más tiempo de recorrido.

La premisa de este documento es que la modernización del camino beneficiará directamente a las localidades de San Diego de Alcalá e Ignacio Zaragoza al facilitar un tránsito más fluido entre ellas.

Además, al mejorar la competitividad de los productores locales, esto impulsará la economía de la región, la cual depende principalmente de las actividades agropecuarias. Por lo tanto, contar con vías de acceso en buen estado facilitará el transporte de sus productos a los mercados cercanos.

La región en la que se ubica el SA del proyecto es una zona con un Grado de Rezago Social Bajo (CONEVAL: IRS)[1]. Sin embargo, con la modernización de esta vía de comunicación, que actualmente es de terracería, se esperaría una mejora en la movilidad de la población, así como el bienestar de las poblaciones locales.

Tomando en consideración las condiciones actuales tanto bióticas como abióticas, el SAR ya presenta un deterioro importante, por lo que la implementación del proyecto no pretende exacerbar esta situación. En términos técnicos, la afectación mayor se presentará durante la

[1] https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_de_Rezago_Social_2020_anexos.aspx (15/09/25)

construcción por las actividades de perforación y pavimentación que afectarán la calidad del suelo y la infiltración.

De no implementarse las medidas necesarias, se contaminaría el agua y el suelo por residuos sólidos y líquidos de manejo especial (aceites, combustibles y residuos de construcción), se modificaría el libre flujo de los escurrimientos, el suelo quedaría expuesto a la erosión hídrica ya presente y cuya fuente principal proviene de la pérdida de cobertura vegetal por actividades agrícolas en SA. Finalmente se afectaría la distribución y abundancia de la biodiversidad, asimismo, se alterarían los ciclos y dinámica de sucesión natural de la vegetación.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En el siguiente cuadro se describe y analizan los escenarios del proyecto

Cuadro VII-1 Pronóstico de los escenarios sin proyecto

Escenario actual
SUELO
Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), el Sistema Ambiental Regional, AI y AP está representada por varios tipos de suelos: Luvisol, Cambisol, Phaeozem, Regosol, entre otros. Así mismo, a partir de la estimación de perdida de suelo por efecto de la erosión hídrica y eólica promedio de EH promedio actual en el SAR: **17.63 ton/ha /año** EO promedio actual en el SAR: 10.04 **ton/ha /año** Este tipo específico de degradación tiene serias consecuencias en las funciones del suelo: remueve los nutrimentos y la materia orgánica, reduce la profundidad de enraizamiento de las plantas, y disminuye la tasa de infiltración y retención de agua
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
La clase de roca presente en el SAR es mayormente sedimentaria detrítica, aunque también hay de clase Ígnea extrusiva. La mayor dominancia es de tipo Conglomerado en un 52%, aluvial en un 33% y basalto en un 15%. En el AI se tiene el mismo tipo de roca.
HIDROLOGÍA

Escenario actual

La superficie del SAR, AI y AP recae en dos regiones hidrológicas: RH número III Pacífico Norte y RH número 36 Nazas-Aguanaval. El Proyecto de ubica en la Cuenca "C" P. Lázaro Cárdenas, Subcuenca "i" Río de Santiago (RH36Ci).

De acuerdo con lo observado en la visita de campo efectuada para el proyecto, se identificó la presencia de escurrimientos superficiales, aunque el afluente depende directamente de la intensidad y duración de las precipitaciones que se registren en la zona.

AIRE

Actualmente el área del proyecto se encuentra con las especificaciones de un camino de terracería y en operación, por lo que existe dispersión de polvos y partículas derivado del tránsito local o por corrientes de aire.

No existen fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmosfera.

FLORA

De acuerdo con datos de INEGI la superficie de la Línea de Ceros, AI y DDV del Proyecto corresponde a Bosque de Pino-Encino, Pastizal Natural y Agricultura de temporal.

Así mismo se menciona que se identificó a partir del trabajo de campo que la superficie actual corresponde a 2 usos generales, Forestal (VSa/BPQ) y no Forestal. En el uso Forestal se realizó un censo de toda la vegetación presente.

En el siguiente cuadro se presentan las especies con mayor IVI en el área del SAR y posterior a este cuadro se desglosan aquellos que tienen un IVI en el área CUSTF.

Cuadro 1 Especies con mayor IVI en el SAR

#	Nombre científico	IVI
	ARBOLES	
1	*Pinus cembroides*	68.22
2	*Quercus grisea*	65.95
3	*Quercus arizonica*	37.14
4	*Vachellia schaffneri*	9.47
5	*Salix bonplandiana*	8.99
	ARBUSTOS	
1	*Dalea bicolor*	64.61
2	*Mimosa aculeaticarpa*	37.40
3	*Wedelia acapulcensis var. hispida*	29.26

Escenario actual

4	*Salvia regla*	18.81
5	*Calliandra eriophylla*	15.00
HERBÁCEAS		
1	*Tagetes micrantha*	33.30
2	*Bouteloua gracilis*	32.36
3	*Bidens odorata*	31.33
4	*Cyperus seslerioides*	29.05
5	*Commelina erecta*	21.78
SUCULENTAS		
1	*Mammillaria heyderi*	89.08
2	*Opuntia robusta*	49.02
3	*Opuntia durangensis*	20.92

Cuadro 2 Especies con mayor IVI en el CUSTF

#	Nombre científico	IVI
ARBOLES		
1	*Quercus grisea*	84.94
2	*Quercus arizonica*	49.01
3	*Pinus cembroides*	41.48
4	*Vachellia schaffneri*	21.64
ARBUSTOS		
1	*Mimosa aculeaticarpa*	91.79
2	*Wedelia acapulcensis var. hispida*	49.89
3	*Calliandra eriophylla*	33.90
4	*Dalea bicolor*	20.43
HERBÁCEAS		
1	*Tagetes micrantha*	64.12
2	*Viguiera linearis*	29.17
3	*Bouteloua gracilis*	28.80
4	*Cyperus seslerioides*	25.87
5	*Eragrostis intermedia*	21.18
6	*Bidens odorata*	15.22
7	*Tagetes lunulata*	13.06
SUCULENTAS		
1	*Mammillaria heyderi*	146.58

Escenario actual
FAUNA
Para el SAR, repartidos entre 56 especies, de entre las cuales 45 pertenecen al grupo de las aves, 8 grupo de herpetofauna y 3 para los mamíferos. Para el AP, repartidos entre 28 especies, de entre las cuales 23 pertenecen al grupo de las aves, 3 grupo de herpetofauna y 2 para los mamíferos.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

En el cuadro siguiente se describe y analizan los escenarios del proyecto sin medidas de mitigación.

Cuadro VII-2 Pronóstico de los escenarios con proyecto

Escenario con desarrollo del proyecto **SIN implementación de medidas de mitigación**
SUELO
Las actividades de preparación del sitio implican un cambio de uso de suelo en todas aquellas áreas que, de acuerdo con el diseño del proyecto, sea necesario intervenir. Esto deriva en afectaciones al suelo por el desmonte y despalme por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. En este sentido, ejecutar el proyecto sin las medidas adecuadas podría intensificar los impactos ambientales descritos sobre el suelo que podrían provocar su deterioro y en un caso extremo, potencializar la perdida de las características de este componente en áreas fuera del diseño del proyecto o su derecho de vía. Cabe recalcar que es necesario colocar carpeta asfáltica sobre el trazo del proyecto, lo que provocará la compactación y presencia de un material impermeable, impidiendo la infiltración al suelo y consecuentemente, cambiando totalmente las características de la capa superficial. En este sentido, no realizar las actividades referentes a la compactación y asfaltado podría derivar en contaminación al suelo por el mal manejo de materiales y/o residuos en áreas que no se contemplaba modificar (cabe mencionar que se trata sólo de la superficie a modernizar en el ancho de corona).
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Escenario con desarrollo del proyecto **SIN implementación de medidas de mitigación**
SUELO
Llevar a cabo la ejecución del proyecto sin las debidas medidas, podría provocar pérdidas económicas dadas por la inadecuada cimentación o adecuación del terreno. Asimismo, no implementar dichas medidas puede resultar en una mala preparación del sitio, afectando en mayor medida el relieve (dentro y fuera de las áreas destinadas a la modernización del proyecto) y potencializar la ocurrencia de accidentes.
HIDROLOGÍA
Si el proyecto se desarrollase sin la construcción de obras de drenaje se podría provocar daños a la vialidad que se traducen en costos económicos por la necesidad de dar mantenimiento a la misma en un menor periodo de tiempo al que se pudiera tener contemplado además de que sin las obras de drenaje pertinentes se podrían provocar inundaciones leves en el camino lo que podría provocar accidentes.
AIRE
Si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se estarían alterando de manera puntual la calidad del aire por el levantamiento de polvos y partículas principalmente. Por otro lado, se considera que, si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se incrementarían los niveles de ruido en la región de manera puntual.
FLORA
Las actividades de desmonte y el despalme del terreno constituyen las actividades que más afectan de manera directa a este componente. Sin medidas de mitigación se generaría un deterioro a la vegetación presente en los predios, inclusive podría afectarse vegetación que no pertenece a la delimitación del diseño de este lo que provocaría una afectación a otros factores como el suelo y la fauna.
FAUNA
La principal actividad del proyecto que podrá afectar a la fauna es el desmonte y despalme del terreno. Por otra parte, la distribución natural de los grupos faunísticos terrestres se verá desplazada hacia fuera del área contemplada para las obras, al darse la modificación del hábitat y por las actividades del proyecto algunas de ellas generadoras de ruido.

Escenario con desarrollo del proyecto **SIN implementación de medidas de mitigación**
SUELO
Por otro lado, las actividades de desmonte y despalme sin una apropiada ejecución de medidas de rescate pondrían en riesgo a los individuos de lento desplazamiento o a crías de diferentes especies SOLO EN CASO DE QUE DICHOS EJEMPLARES SE ENCUENTREN EN LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

En el cuadro siguiente se describe y analizan los escenarios del proyecto con medidas de mitigación.

Cuadro VII-3 Pronóstico de los escenarios con proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y/o corrección

Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
SUELO
El desarrollo del proyecto con las respectivas medidas puede llevar al mismo a la sustentabilidad. Si bien la naturaleza del proyecto no conlleva el aprovechamiento de recursos del suelo y subsuelo, se afectará necesariamente en aquellas zonas que se destinen a la modernización y ampliación del camino. El tomar en cuenta las medidas generales previene el deterioro inmediato y descontrolado del suelo dado la actividad de desmonte y despalme. El eficiente manejo y control de sustancias, materiales e insumos minimizarán las probabilidades de potenciales derrames que, aunque la naturaleza del proyecto no prevé una gran cantidad de estos, es importante tomar en cuenta el peor caso El adecuado manejo de residuos minimizara la contaminación del suelo a causa de estos. Como se ha mencionado, la modernización del proyecto consta básicamente de adecuaciones del trazo y asfaltado, en este sentido realizar las actividades contempladas con la ejecución de las medidas de mitigación pertinentes provocara impactos ambientales solo en áreas controladas, ubicadas y especificas con lo cual podrán establecerse las medidas de compensación y/o restauración necesarias.

Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
En cuanto a las medidas que mitigan el impacto se encuentran las actividades de enriquecimiento de rodal (10 hectáreas), las actividades de restauración y el control de la erosión con el establecimiento de terrazas individuales.
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA
Ejecutar el proyecto con las medidas pertinentes fomentará que se logre una adecuada preparación del sitio, particularmente en los movimientos de tierra modificando el relieve de manera paulatina. Realizar los trabajos de movimientos de tierra con las medidas adecuadas se traduce en las menores pérdidas económicas para este caso y la reducción de accidentes.
HIDROLOGÍA
El proyecto contempla desde su diseño y también como medida de mitigación la construcción de puentes y alcantarillas, según sea el caso, por lo que se minimiza la modificación de cauces existentes y se respeta, en medida de lo posible, la dinámica natural del agua en el área de influencia del proyecto. En este sentido, el desarrollo del proyecto con la construcción de obras de drenaje permite a su vez la operación de la vialidad minimizando los daños por desgaste debido al intemperismo provocado por lluvias o escorrentía.
AIRE
Para mitigar la generación y dispersión de polvos se realizará el mantenimiento a los equipos que serán utilizados, además las actividades se llevarán a cabo paulatinamente. Si bien las emisiones y el levantamiento de partículas por la preparación del sitio para el proyecto se consideran mínimas, con las medidas propuestas permitirá mantener estos niveles por debajo de los límites permisibles, garantizando una disminución a la afectación al componente ambiental. Se pronostica que las condiciones de la calidad del aire y de ruido se modifiquen respecto al comportamiento que tendría el sistema ambiental sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de mitigación propuestas, se espera que los impactos sobre estos componentes se mantengan dentro de rangos aceptables.
FLORA
El retiro de la cobertura vegetal para el desarrollo del proyecto se realizará gradualmente con el fin de evitar la exposición innecesaria de terreno desmontado

Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
Todas las áreas que serán afectadas por desmonte y despalme deberán estar debidamente delimitadas y se realizarán los trabajos indicados únicamente donde se deban realizar, evitando intervenciones innecesarias fuera del polígono de afectación. Los trabajos se ejecutarán de manera tal que se garantice la mínima perturbación a la vegetación no considerada para remoción. Además, se llevarán a cabo las medidas de compensación y/o restauración para este componente en áreas cercanas. Para el Proyecto se contempla la ejecución de un Programa de Rescate y reubicación de Flora y un Programa de Restauración para los cuales se pretende privilegiar el uso de individuos de especies que se distribuyen en el SA con énfasis en especies de importancia ecológica para el tipo de vegetación presente en el AP.
FAUNA
Para limitar la perturbación a la fauna a la superficie que ocupe el proyecto, se contempla la preparación y ejecución de medidas encaminadas a la mínima perturbación de la fauna. Por ello, previo y desde la etapa de preparación del sitio, se realizará el ahuyentamiento de fauna, así como el rescate y reubicación de individuos de lento desplazamiento hacia las afueras de la superficie del proyecto, así como un programa de desmonte gradual. Así mismo, quedará estipulado que todos los empleados del proyecto tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestre, tanto en el área del proyecto como en los alrededores. Se pronostica que con las actividades del proyecto la distribución de la fauna actual se vea levemente modificada, de acuerdo con el comportamiento que tendría el AP sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de prevención propuestas, no se prevé una mayor incidencia del proyecto sobre el componente ambiental.

VII.4 Pronóstico ambiental

La importancia de los proyectos viales radica en el impacto directo que ejerce sobre el desarrollo social y económico de las regiones, mejorando la calidad de vida de sus habitantes y constituyendo así un elemento importante para crecimiento e integración territorial.

Sin embargo, la apertura de carreteras causa efectos negativos sobre el ambiente, por lo que la identificación y evaluación es importante para diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen dichos impactos. Algunos de los efectos ecológicos más significativos por la construcción de carreteras son la fragmentación de hábitats y la disminución en las poblaciones de flora y fauna nativas. Dado que la dimensión y localización del proyecto se ha analizado, se prevé que las condiciones físicas y naturales del entorno permanecerán con algunos cambios sustantivos y la obra proyectada sólo pretende realizar la ampliación y modernización del camino.

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

Es importante destacar que el proyecto descrito en este documento se enfoca en la modernización de un camino preexistente, por lo que las modificaciones que se implementarán sobre la superficie serán mínimas y estarán orientadas a optimizar su funcionalidad. En consecuencia, la calificación de los criterios cualitativos, presentada en el Cuadro VII-4, se basará en el análisis del estado actual de los factores ambientales, con el fin de evaluar adecuadamente los posibles impactos del proyecto.

Cuadro VII- 4 Criterios cualitativos para el Pronóstico de los escenarios del proyecto

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

A continuación, se presenta el resultado de la valoración cualitativa de los factores ambientales actuales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto con y sin las medidas de mitigación propuestas.

Cuadro VII- 5 Resultado de la valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto

Componente	Factor ambiental	Sin proyecto	Proyecto sin medidas	Proyecto con medidas
Suelo	Tipo de Suelo	3	2	4
	Uso de Suelo	2	2	3
	Procesos Erosivos	3	2	3
	Calidad del Suelo	2	2	3
Geología y geomorfología	Relieves	3	1	2
Hidrología superficial	Cauces	3	1	3
	Calidad del agua superficial	3	2	3
	Recarga media	3	2	3
Aire	Calidad del aire	4	2	3
	Microclima	3	2	3
	Ruido y vibraciones	3	2	3
Fauna	Abundancia de fauna	4	2	3
	Distribución de fauna	4	2	3
Flora	Abundancia de la vegetación	3	1	3
	Distribución de vegetación	3	1	3
Socioeconómico	Servicios básicos	2	3	2
	Comunicaciones	2	3	2
	Empleo y activación económica	2	3	2
Paisaje	Calidad Visual	2	2	3

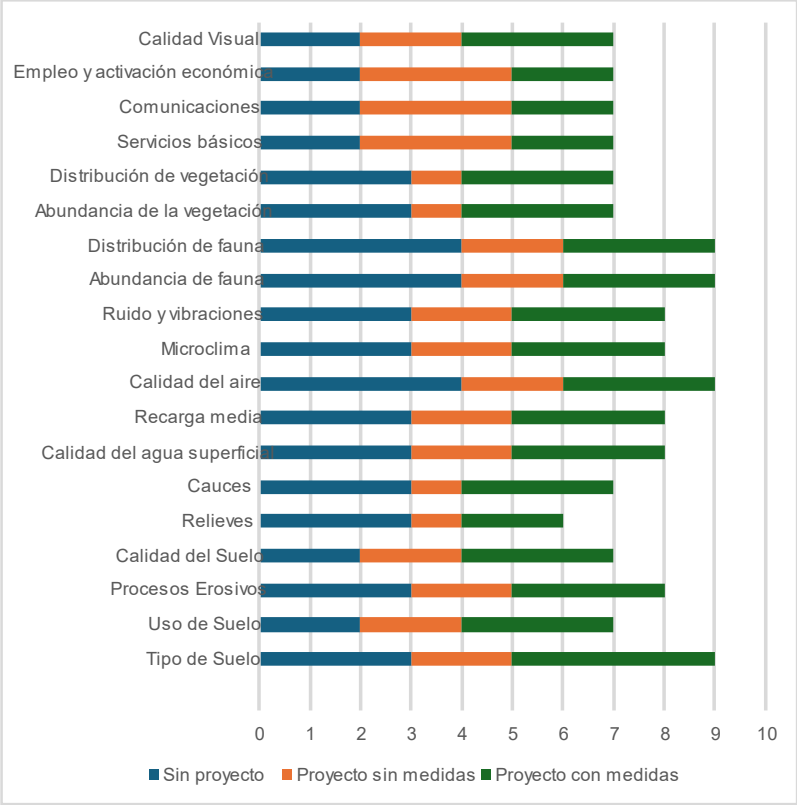

Figura VII-1 Valoración cualitativa para los pronósticos de los escenarios del proyecto

En la gráfica anterior es posible observar que, de manera general, los escenarios para los distintos factores ambientales se presentan sin cambio aparente respecto a la línea base, dado que, teóricamente las condiciones ambientales no sufrirán modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto. Sin embargo, es importante destacar que, por factores externos al proyecto, la calidad ambiental actual podría verse alterada debido al uso del suelo que los pobladores de la zona le dan en la actualidad.

Las tendencias en los cambios ambientales se observarían claramente si el proyecto fuese ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes. En este sentido, por ejemplo, el suelo sufrirá principalmente pérdidas importantes de material edáfico en etapas iniciales y sería agravado al paso de los años. Donde se nota una mayor incidencia del proyecto es en el componente de vegetación puesto que se requiere el retiro de ejemplares para la modernización del camino. Sin embargo, es importante señalar que estos impactos, aunque relevantes, perderían importancia en el contexto de la ejecución del proyecto, siempre y cuando se tomen las medidas de mitigación correspondientes.

Al analizar los posibles escenarios derivados de la ejecución del proyecto, y considerando la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el Capítulo VI, se puede afirmar que varios factores ambientales podrían mantener una calidad similar a la actual. Esto incluye aspectos como la calidad del suelo, el paisaje, la vegetación, la fauna y el aire. Con la adecuada implementación de las medidas de mitigación, el proyecto podría desarrollarse dentro de un marco en el que se logre alcanzar un estado funcional desde el punto de vista ecológico, minimizando los impactos negativos.

Independientemente de las circunstancias derivadas de la ejecución de la carretera, siempre es posible lograr ciertas mejorías en algunos factores importantes del ambiente si se aplican oportunamente las medidas de mitigación que se indican en los proyectos de cambio de uso de suelo.

VII.5 Evaluación alternativa

No se consideraron alternativas, dado que nos encontramos ante un escenario tendencial de relativa estabilidad en los factores físicos y bióticos, con una disminución gradual pero constante en las condiciones de vida de la población. Recordemos que no existen, en este caso, comparación de alternativas para la ubicación del proyecto y que éste se mejorará en una superficie ya compactada, transitada y que es en la actualidad es la única vía de comunicación que las comunidades tienen para trasladarse de un punto a otro. Esto además significa que el valor de los impactos identificados no está determinado por una comparación de un factor “antes - después” del proyecto.

VII.6 Conclusiones

Con la ejecución del proyecto “Modernización del camino Ignacio Zaragoza – San Diego de Alcalá del km 4+400 al 12+000”; se pretende mejorar las condiciones de comunicación terrestre mediante la ampliación y mejora de la corona, así como la pavimentación, para beneficiar directamente a las poblaciones involucradas.

Las acciones de proyecto contempla obras y actividades que únicamente requieren de la ocupación del territorio necesario para su modernización, es decir, el proyecto una vez construido

no causará más impactos ambientales de los que, en su momento durante la realización de la modernización se puedan prever, atenuar y compensar, por lo que, la realización de los trabajos propuestos, en conjunto con las medidas de mitigación permitirá mantener integralidad funcional y la capacidad de carga del ecosistema en la región a intervenir.

El área de realización de la obra muestra en los márgenes del camino vegetación natural correspondiente a Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ). La zona, por lo tanto, se muestra conservada con una importante superficie de vegetación natural que permite el establecimiento de fauna nativa. Debe mencionarse que dentro de estos espacios también se encuentran zonas semi urbanas pero que ocupan poca superficie dentro del proyecto.

En el área de realización de la obra se presenta vegetación natural correspondiente a Vegetación Secundaria arbustiva de Bosque de Pino-Encino (VSa/BPQ). La remoción de la cobertura vegetal dentro de las 2.3086 ha no comprometerá las especies de fauna silvestre que se distribuyen dentro del área sujeta a CUSTF

Con respecto al factor agua, el camino cruza por un escurrimiento de tercer orden, sin embargo, se realizarán obras de drenaje mayor y menor que permitan que este siga su cauce lo más naturalmente posible y que se describen en el capítulo II.

El sitio a intervenir no se introduce en el polígono territorial de algún Área Natural Protegida de competencia federal, estatal o municipal, por lo que, el proyecto no contraviene disposiciones legales como decretos y programas de manejo, las cuales, regulan el desarrollo de obras y actividades en las áreas naturales protegidas. Además, no comprende trabajos relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y no renovables de la región, ni su desarrollo generará contaminación al aire, al agua y al suelo de forma permanente, por lo que, la ejecución de las obras y actividades del proyecto no presentan incongruencia o incompatibilidad en todos los órdenes jerárquicos normativos que en el inciden. Por el contrario, se observa un proceso armonioso de observancia jurídica aplicable con el que se cumple, por lo cual, se puede afirmar que la construcción del proyecto es jurídicamente viable al cumplir con todos estos elementos de forma y fondo.

Las estrategias de prevención y mitigación propuestas en deberán de ser realizadas en tiempo y forma, con la finalidad de reducir la magnitud de los impactos negativos que se generen; sin embargo, dada la dimensión y características ecológicas del sitio, existen impactos residuales que aun con la aplicación de dichas medidas persisten en el medio, para estos impactos se recomienda llevar acabo las actividades anexadas en los programas ambientales correspondientes.

Finalmente, el proyecto se muestra viable técnica, ambiental y jurídicamente, en los términos en los que se describe, siempre y cuando se lleve a cabo una correcta aplicación y ejecución de las medidas propuestas y aquellas que emanen de una posible autorización por parte de la autoridad.

Como conclusión, consideramos que los costos sociales, económicos y ecológicos del presente proyecto son notorios, pero subyacen sobre el beneficio social que supone el mejoramiento de esta vía de comunicación, pues el mayor daño sería el desmonte y despalme de vegetación, cabe mencionar que al término de la ejecución del proyecto se llevara a cabo un programa de reforestación con especies que hayan sido consideradas con un Índice de Valor de Importancia mayor en la zona de cambio de uso de suelo.

Al facilitar el flujo de usuarios del camino, se incrementa la conectividad entre las poblaciones beneficiadas, favoreciendo el intercambio comercial, la movilidad y el acceso a servicios esenciales. Esto, a su vez, impulsa la actividad económica local, promueve la integración regional y crea nuevas oportunidades para el desarrollo de pequeños negocios fortaleciendo la economía comunitaria e incrementando la demanda de mejoras en los servicios públicos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL VIII-1

VIII.1 Presentación de la información VIII-1

VIII.1.1 Cartografía VIII-1

VIII.1.2 Fotografías VIII-11

VIII.1.3 Videos VIII-13

VIII.1.4 Listas de flora y fauna VIII-13

VIII.2 Otros anexos VIII-15

VIII.2.1 Memorias VIII-16

VIII.3 Glosario de términos VIII-16

VIII.4 Bibliografía VIII-18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro VIII-1 Listado de flora afectada por el proyecto en el área del CUSTF VIII-13

Cuadro VIII-2 Especies de fauna localizadas dentro del área CUSTF VIII-14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VIII-1 Localización del proyecto VIII-2

Figura VIII-2 Hidrología VIII-3

Figura VIII-3 Climas en el sistema ambiental regional VIII-4

Figura VIII-4 Unidades de suelo VIII-5

Figura VIII-5 Geología VIII-6

Figura VIII-6 Pendientes VIII-7

Figura VIII-7 Erosión en el Sistema Ambiental Regional VIII-8

Figura VIII-8 Topografía del área CUSTF VIII-9

Figura VIII-9 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango VIII-10

Figura VIII-10 Uso de suelo y vegetación VIII-11

Figura VIII-11 Fotografías del área CUSTF VIII-12

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

Todo el estudio se presenta grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, de los cuales uno será utilizado para consulta pública mismo que se presentado en formato “WORD” y un original y una copia, impresos.

Se integra un resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental, también será grabado en memoria magnética en formato “WORD”.

VIII.1.1 Cartografía

Se presenta la siguiente cartografía además de incluirse en los anexos respectivos de cada Capítulo del documento.

- Localización
- RH – México
- Climas
- Edafología
- Geología
- Pendientes
- Erosión potencial
- Topoformas
- UGA’s
- Uso de suelo y Tipo de Vegetación

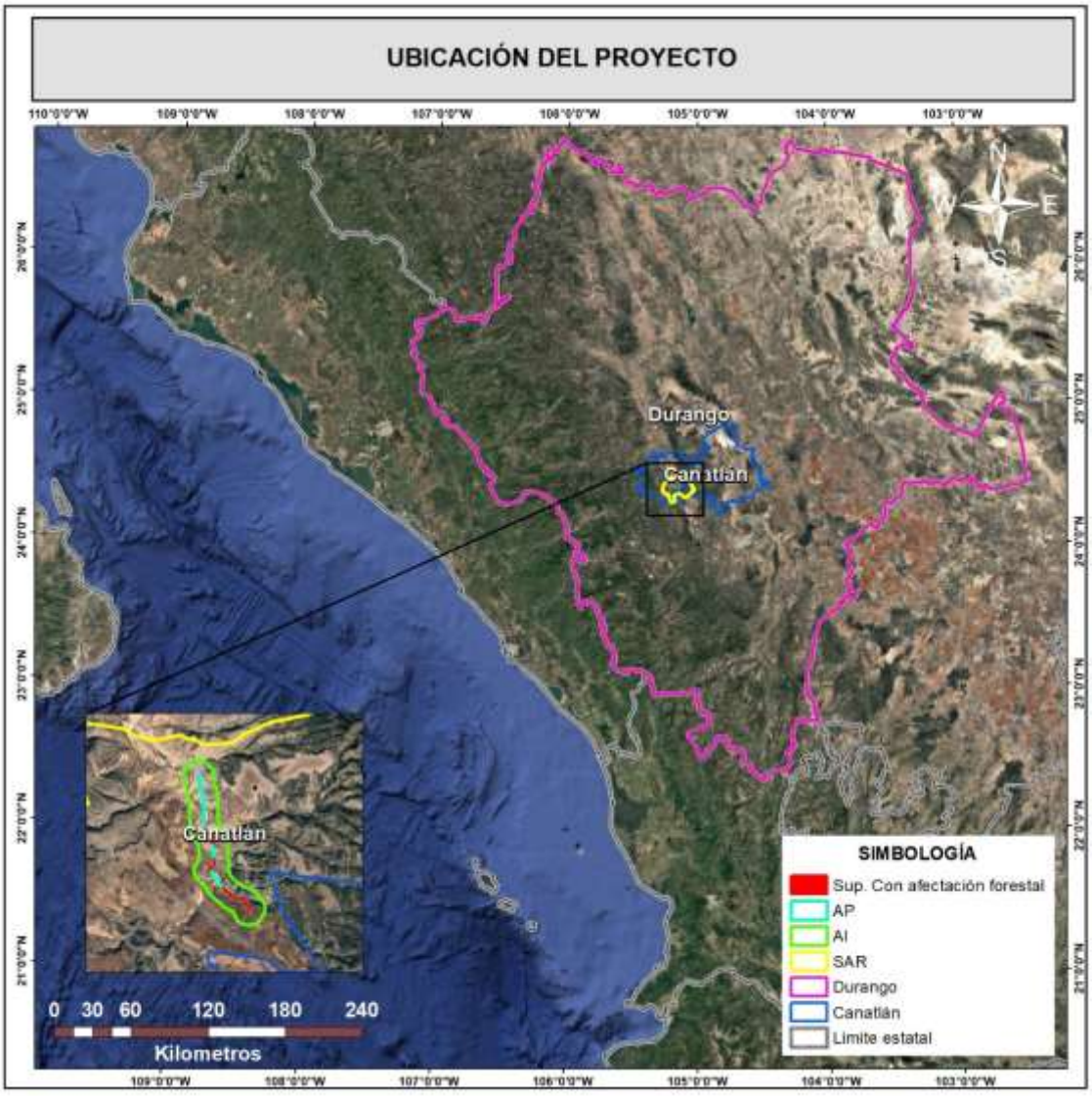

Figura VIII-1 Localización del proyecto

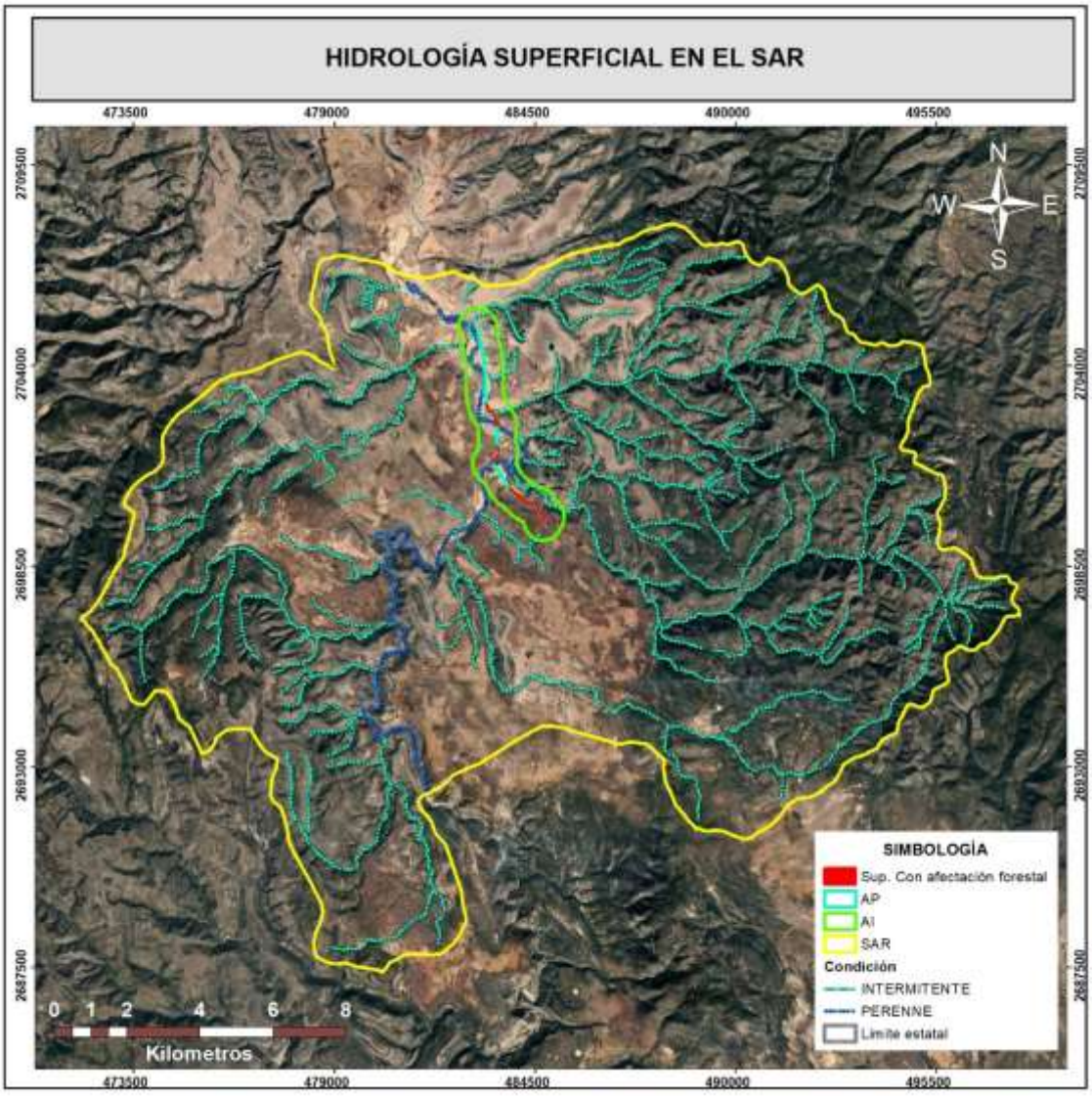

Figura VIII-2 Hidrología

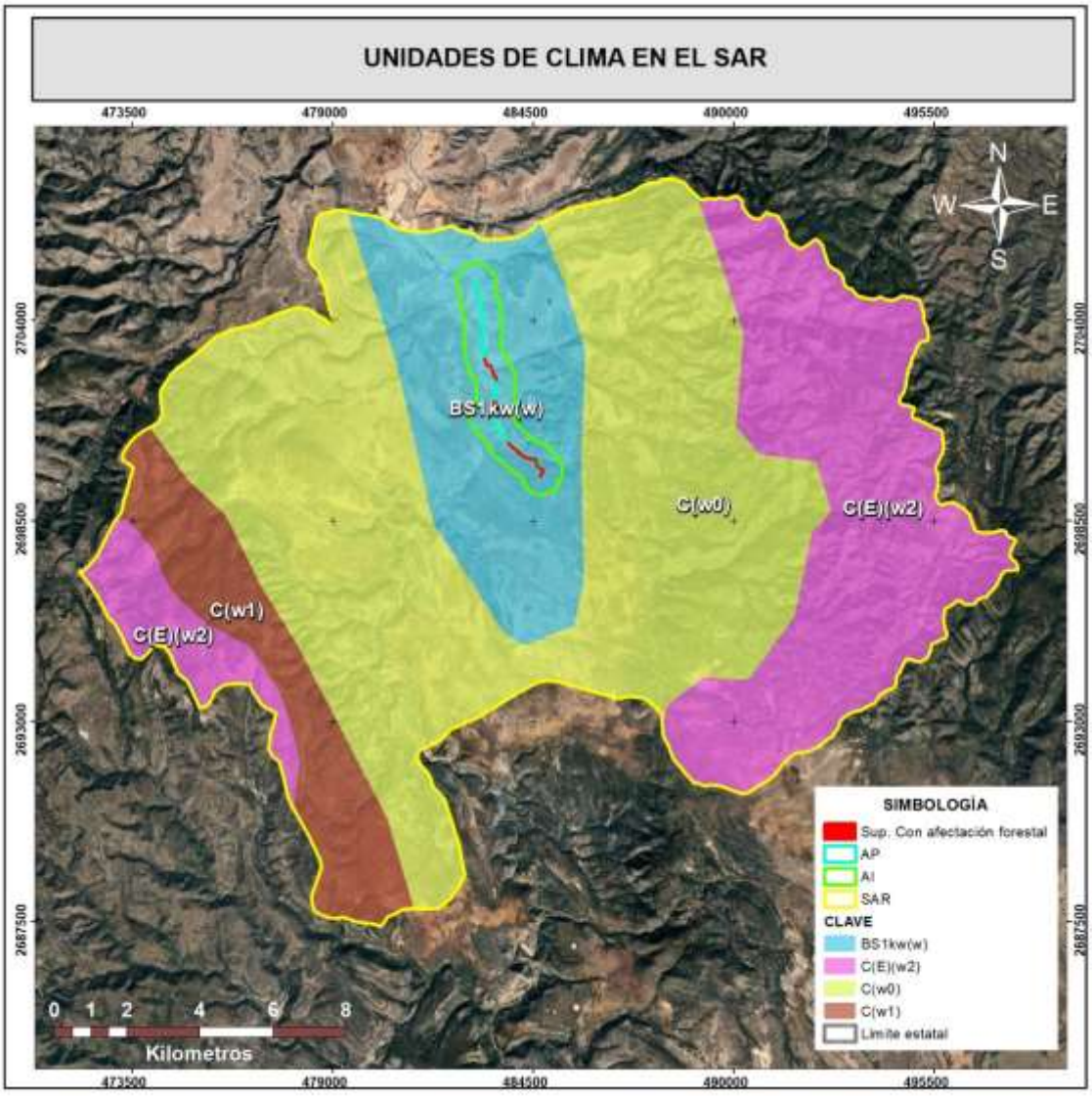

Figura VIII-3 Climas en el sistema ambiental regional

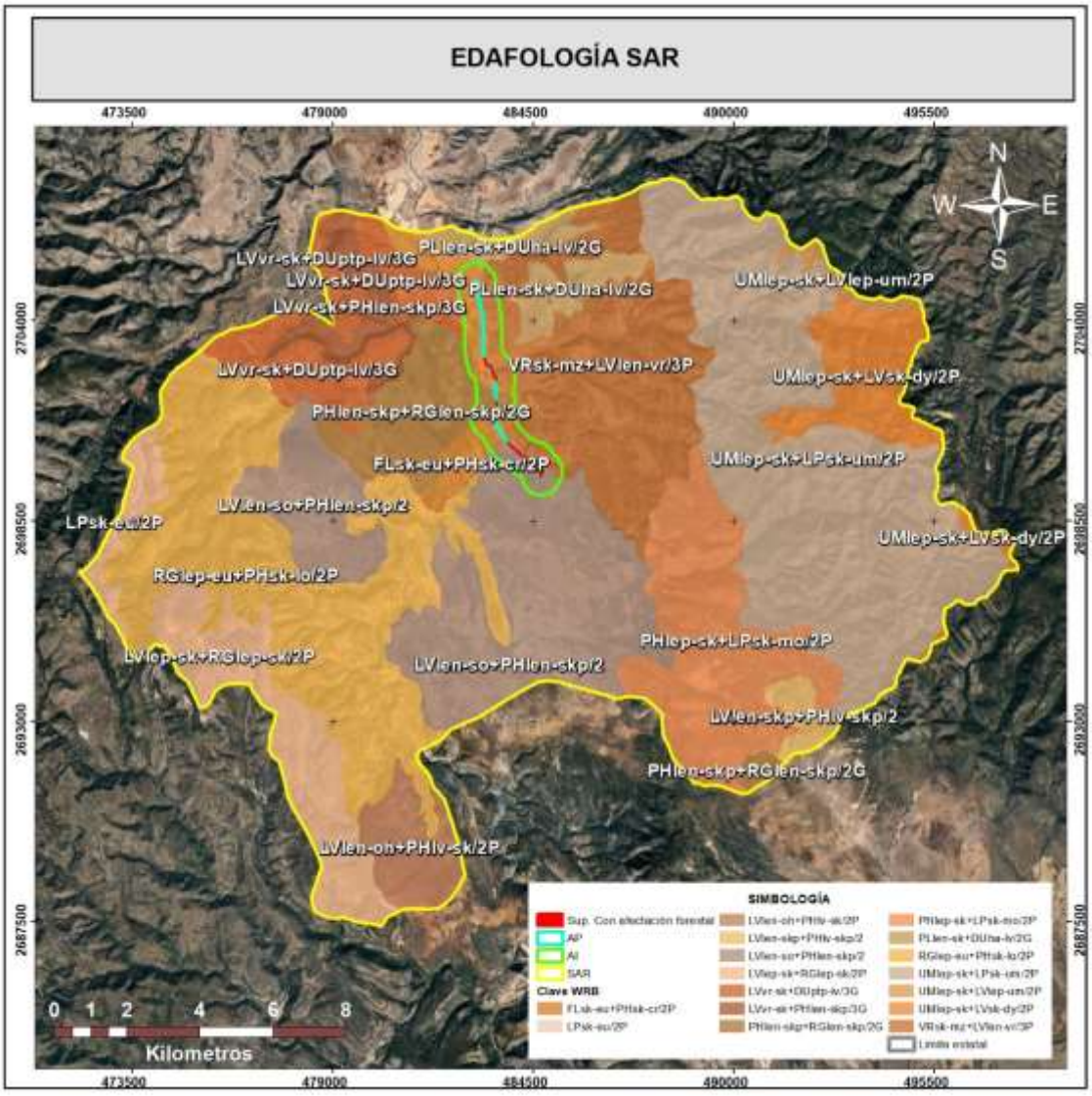

Figura VIII-4 Unidades de suelo

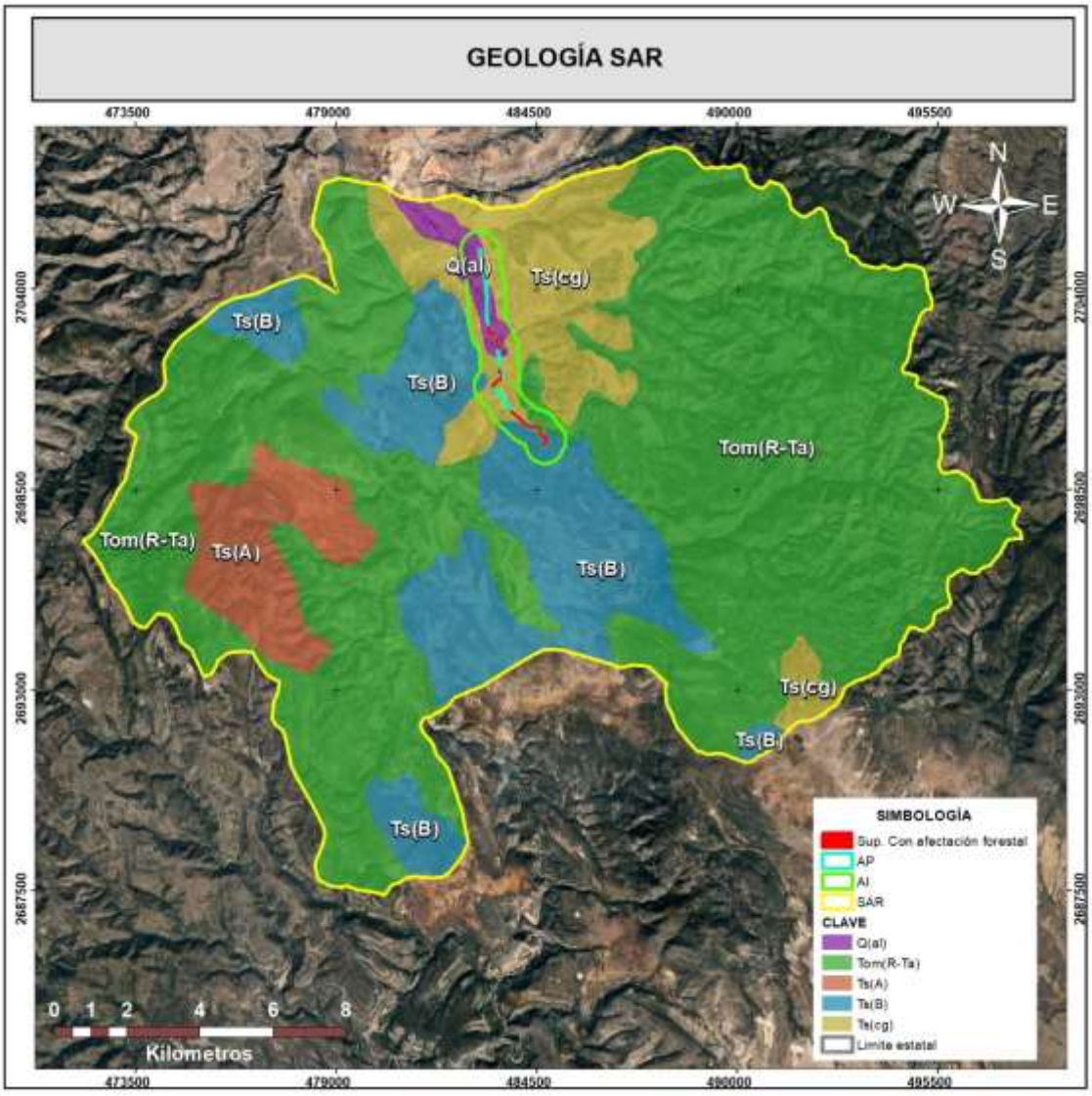

Figura VIII-5 Geología

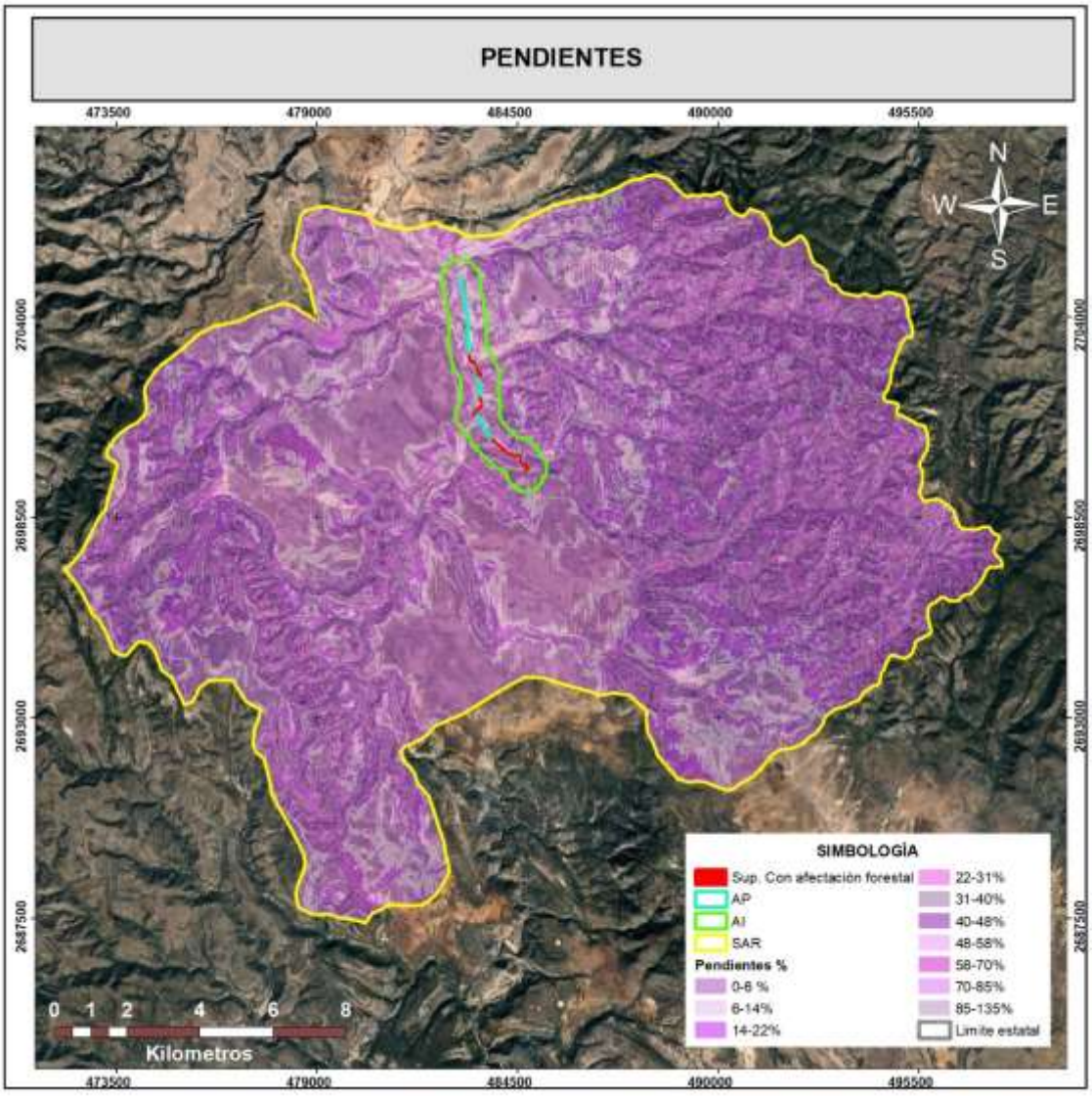

Figura VIII-6 Pendientes

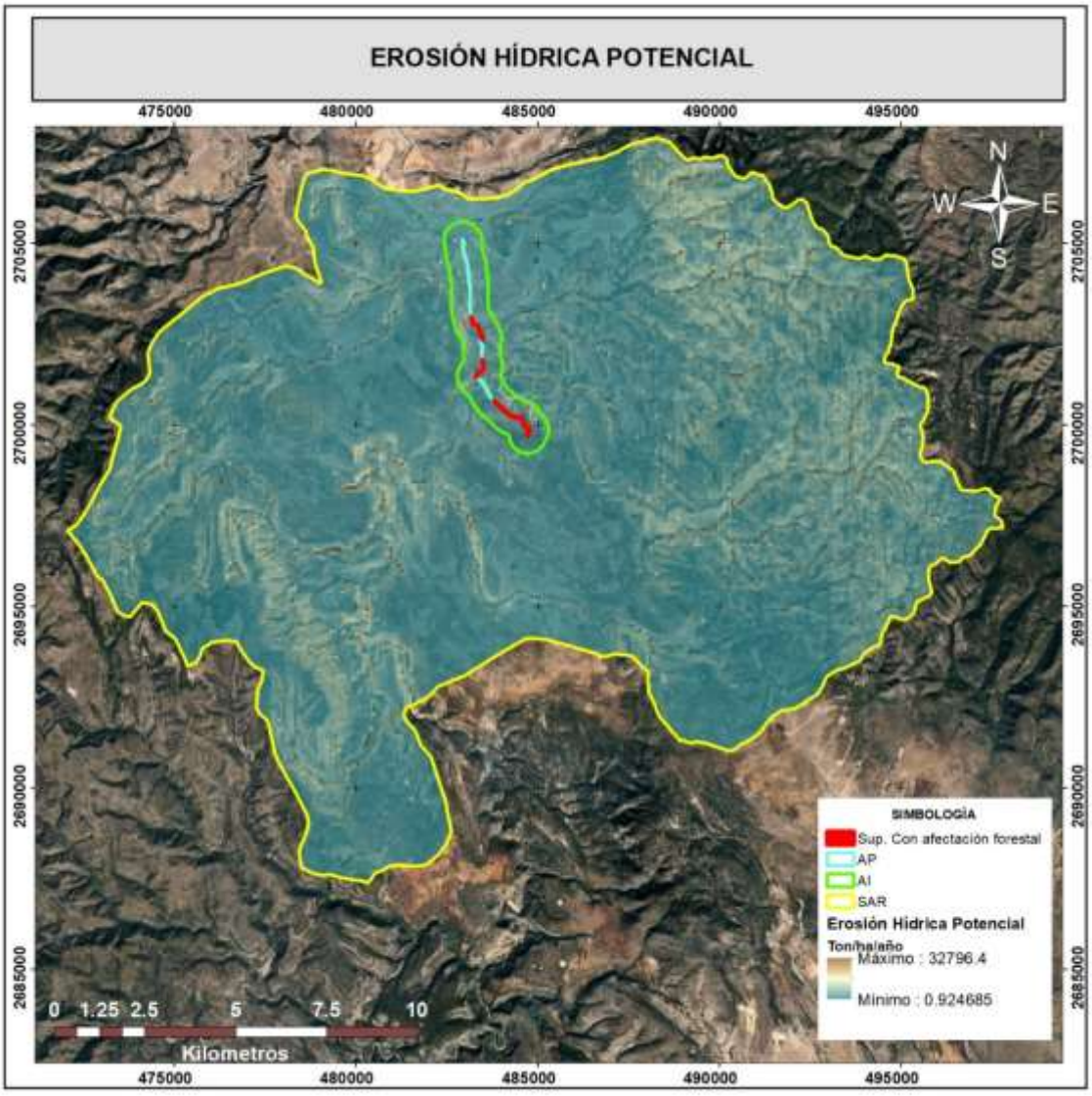

Figura VIII-7 Erosión en el Sistema Ambiental Regional

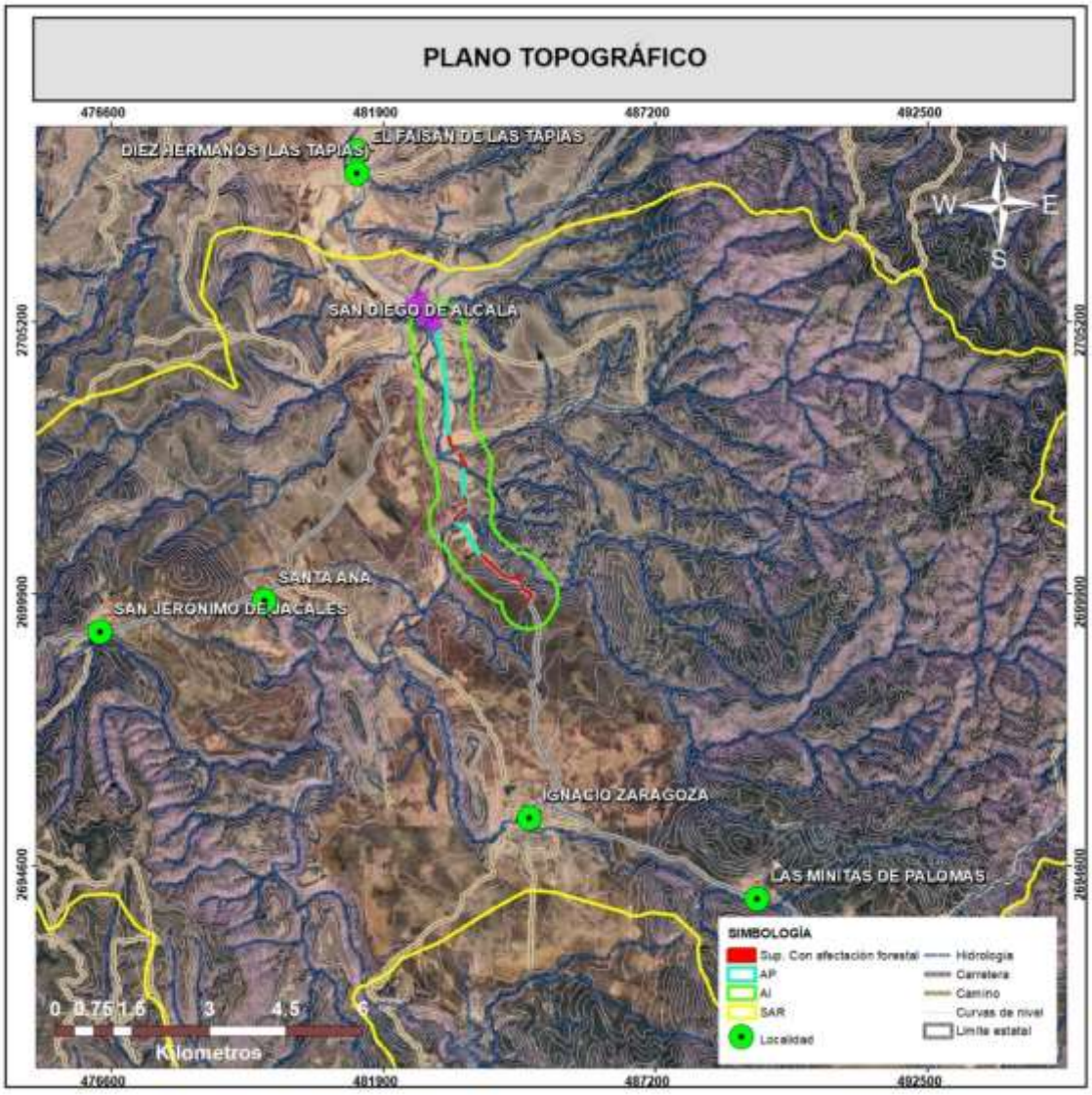

Figura VIII-8 Topografía del área CUSTF

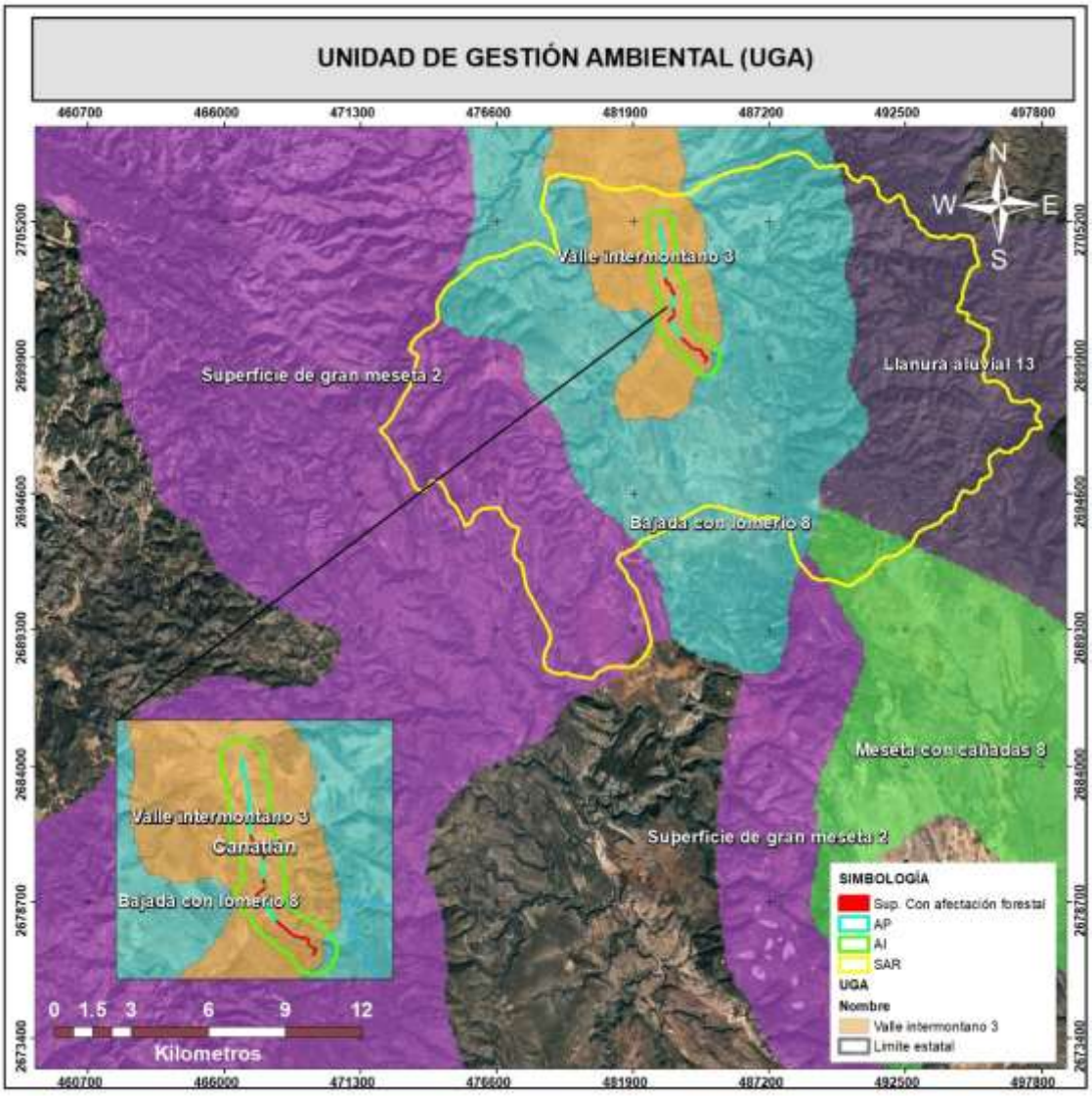

Figura VIII-9 Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Durango

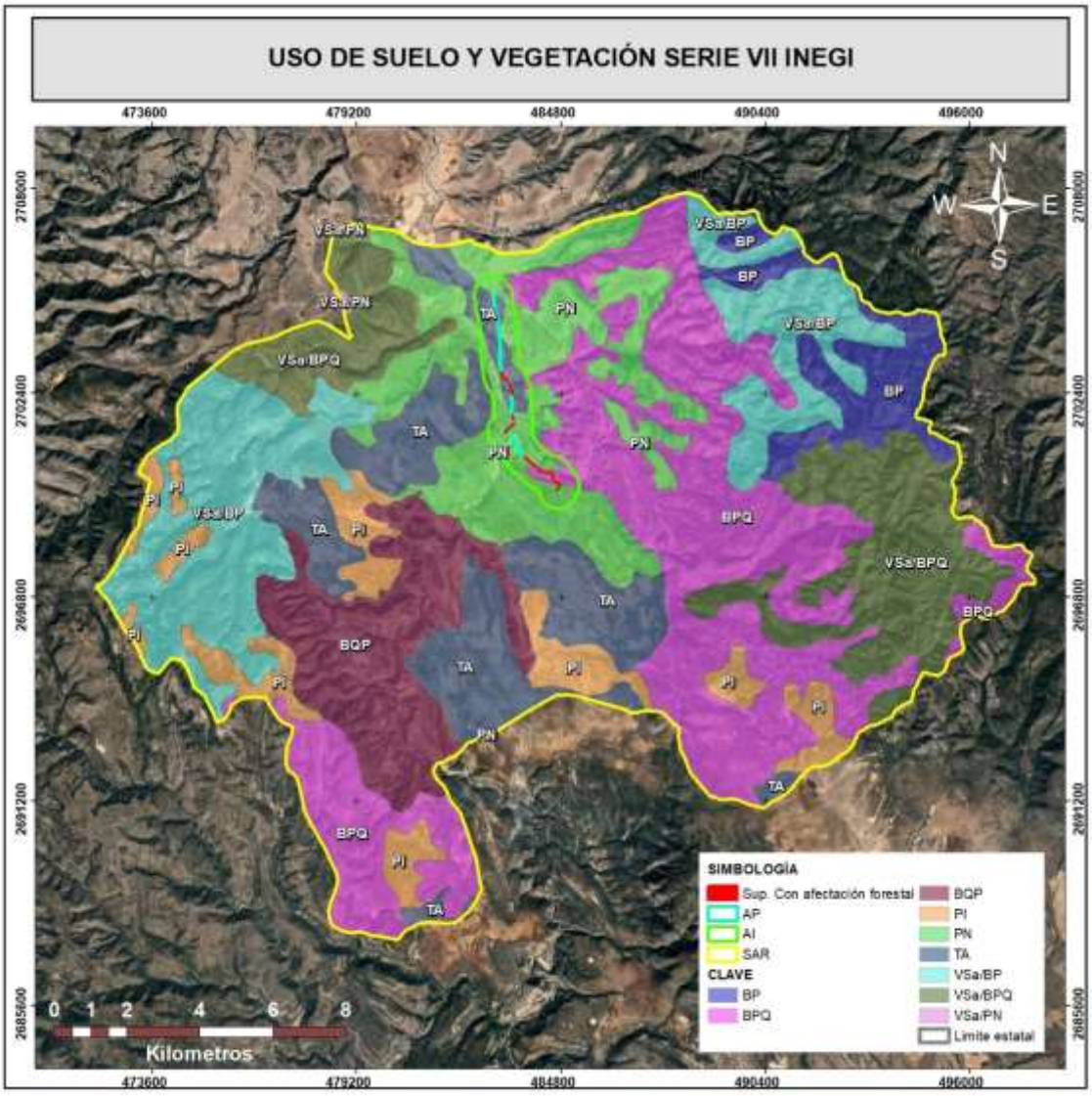

Figura VIII-10 Uso de suelo y vegetación

VIII.1.2 Fotografías

Imágenes de los sitios del área CUSTF.



Figura VIII-11 Fotografías del área CUSTF

VIII.1.3 Videos

No se anexan videos

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

Cuadro VIII-1 Listado de flora afectada por el proyecto en el área del CUSTF

ID	Nombre Científico	Nombre común	Estrato	NOM-059	UICN	CITES
1	*Pinus cembroides*	Pino piñonero	Árbol	-	LC	-
2	*Quercus durifolia*	Encino	Árbol	-	-	-
3	*Quercus arizonica*	Encino	Árbol	-	LC	-
4	*Quercus grisea*	Encino	Árbol	-	LC	-
5	*Vachellia schaffneri*	Huizache	Árbol	-	LC	-
6	*Ageratina brevipes*	Ageratina	Arbusto	-	-	-
7	*Baccharis pteronioides*	Hierba del pasmo	Arbusto	-	-	-
8	*Baccharis salicifolia*	Jarillo de río	Arbusto	-	LC	-
9	*Buddleja cordata*	Tepozán	Arbusto	-	LC	-
10	*Calliandra eriophylla*	Falso mezquite	Arbusto	-	-	-
11	*Dalea bicolor*	Engordacabra	Arbusto	-	LC	-
12	*Mimosa aculeaticarpa*	Gatuño	Arbusto	-	LC	-
13	*Nolina durangensis*	Palmilla	Arbusto	-	-	-
14	*Purshia mexicana*	Chibatillo	Arbusto	-	LC	-
15	*Salvia regla*	Aretillo	Arbusto	-	-	-
16	*Wedelia acapulcensis var. hispida*	Clemolillo	Arbusto	-	-	-
17	*Acalypha monostachya*	H. del Cáncer	Herbácea	-	-	-
18	*Amaranthus hybridus*	Quelite	Herbácea	-	-	-
19	*Ambrosia psilostachya*	Z. Cenizo	Herbácea	-	-	-
20	*Aristida divaricata*	Z. tres barbas	Herbácea	-	-	-
21	*Bidens odorata*	Aceitilla	Herbácea	-	-	-
22	*Bothriochloa barbinodis*	Z. mota	Herbácea	-	-	-
23	*Bouteloua gracilis*	Z. navajita	Herbácea	-	LC	-
24	*Cenchrus ciliaris*	Zacate bufel	Herbácea	-	LC	-
25	*Commelina erecta*	H. del pollo	Herbácea	-	LC	-
26	*Cyperus seslerioides*	Z. de toche	Herbácea	-	-	-
27	*Eragrostis intermedia*	Z. Llanero	Herbácea	-	-	-
28	*Euphorbia prostrata*	H. de la golondrina	Herbácea	-	CR	-
29	*Guilleminea densa*	Alfombrilla	Herbácea	-	-	-
30	*Helianthus petiolaris*	Girasolillo	Herbácea	-	LC	-

ID	Nombre Científico	Nombre común	Estrato	NOM-059	UICN	CITES
31	*Ipomoea purpurea*	Correguela	Herbácea	-	-	-
32	*Melinis repens*	Z. rosado	Herbácea	-	-	-
33	*Milla biflora*	Azucena	Herbácea	-	-	-
34	*Muhlenbergia minutissima*	Z. liendrilla	Herbácea	-	-	-
35	*Oxalis decaphylla*	Aceitilla	Herbácea	-	-	-
36	*Paspalum convexum*	Pasto de corona	Herbácea	-	-	-
37	*Sanvitalia procumbens*	Ojo de chanate	Herbácea	-	-	-
38	*Sida abutilifolia*	H. De la viejita	Herbácea	-	-	-
39	*Tagetes lunulata*	Cempasúchil	Herbácea	-	-	-
40	*Tagetes micrantha*	Anisillo	Herbácea	-	-	-
41	*Verbesina encelioides*	Girasolillo	Herbácea	-	-	-
42	*Viguiera linearis*	Lampotillo	Herbácea	-	-	-
43	*Zinnia peruviana*	Mal de ojo	Herbácea	-	-	-
44	*Coryphantha compacta*	Biznaga	Suculenta	-	-	-
45	*Mammillaria heyderi*	Biznaga	Suculenta	-	LC	-
46	*Opuntia robusta*	Nopal tapón	Suculenta	-	LC	-
47	*Thelocactus heterochromus*	Biznaga de pezón	Suculenta	-	-	-

Cuadro VIII-2 Especies de fauna localizadas dentro del área CUSTF

Nombre científico	Nombre Común	No. de Ind.	Tipo de Identificación	NOM -059	Distribución Endemismo	De lento Desplazamiento
HERPETOFAUNA						
Crotalus molossus	Víbora de cascabel	2	A	Pr	No endémica	x
Pituophis deppei	Alicante	2	A	Pr	Endémica	x
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	1	A	A	No endémica	x
AVES						
Nombre científico	**Nombre Común**	**No. de Ind.**	**Tipo de Identificación**	**NOM -059**	**Distribución Endemismo**	**De lento Desplazamiento**
Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	2	A	---	---	---
Anas diazi	Pato mexicano	5	A	---	---	---
Aphelocoma californica	Chara de collar	2	A	---	---	---
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	2	A	---	---	---
Cardelliana pusilla	Chipe Corona Negra	1	A	---	---	---
Cathartes aura	Aura	7	A	---	---	---
Colaptes auratus	Carpintero de Pechera Común	1	A	---	---	---

Nombre científico	Nombre Común	No. de Ind.	Tipo de Identificación	NOM -059	Distribución Endemismo	De lento Desplazamiento
Columbina inca	Torcaza	6	A	---	---	---
Coragyps atratus	Zopilote común	3	A	---	---	---
Corvus corax	Cuervo común	3	A	---	---	---
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	3	A	---	---	---
Hirundo rustica	Golondrina comun	8	A	---	---	---
Mimus polyglottos	Cenzontle Norteño	2	A	---	---	---
Myiarchus cinerascens	Papámoscas garganta ceniza	2	A	---	---	---
Pyrocephalus rubinus	Papamoscas Cardenalito	1	A	---	---	---
Quiscalus mexicanus	Chanate	5	A	---	---	---
Streptopelia decaocto	Paloma turca	1	A	---	---	---
Tachycineta thalassina	Golondrina Verdemar	10	A	---	---	---
Turdus migratorius	Mirlo primavera	2	A	---	---	---
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	3	A	---	---	---
Zenaida asiatica	Paloma alas blancas	5	A	---	---	---
Zenaida auriculata	Torcaza	5	A	---	---	---
Zenaida macroura	Paloma huilota	6	A	---	---	---
MAMIFEROS						
Nombre científico	**Nombre Común**	**No. de Ind.**	**Tipo de Identificación**	**NOM -059**	**Distribución Endemismo**	**De lento Desplazamiento**
Canis latrans	Coyote	2	A, E	---	---	---
Procyon lotor	Mapache	1	E	---	---	---

VIII.2 Otros anexos

Con relación a otros anexos, se anexo un apartado con la bibliografía consultada y utilizada para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, sin dejar de mencionar que con relación a lo indicado en la " *Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental Regional"*, respecto a que se podrán incluir términos que se utilicen y que no estén contemplados en el glosario que en ella se presentan, se señala que la presente MIA se enmarca en teóricamente en los conceptos en él definidos.

VIII.2.1 Memorias

Cada proceso, metodología y fuentes de información se ubican en sus respectivos capítulos y anexos correspondientes.

VIII.3 Glosario de términos

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

Urgencia de aplicación de medidas de mitigación: Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

VIII.4 Bibliografía

Aranda, M. (2000). A7 Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa. (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. 1:1,000,000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de

la Biodiversidad. México. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html

Arriaga, L., V. Aguilar y J. Alcocer. (2002). Regiones Hidrológicas Prioritarias, México. 1:4,000,000. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spt1mgw.html

Barrios, A. G., & Quiñónez, E. (2000). Evaluación de la erosión utilizando el modelo (R) USLE, con apoyo de SIG. Aplicación en una microcuenca de los Andes Venezolanos. Revista forestal venezolana, 44(1), 2000.

Beasley, R. P. (1972). Erosion and sediment pollution control. Erosion and sediment pollution control.

Bergin, J., & Price, C. (1994). The travel cost method and landscape quality. Landscape research, 19(1), 21-23.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014). Reglamento de La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2018). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada 28 de abril 2022. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2020). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Última reforma publicada 09 de diciembre 2020. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2021). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Obtenido de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023). Ley de Aguas Nacionales. Obtenido de https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Centro Nacional de Prevención de Desastres, CENAPRED. 2020. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas. Obtenido en http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/inestabilidad-laderas.html#:~:text=La%20inestabilidad%20de%20laderas%2C%20tambi%C3%A9n,adquiere%20diversos%20grados%20de%20inclinaci%C3%B3n.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. (2021). Heladas (versión digital). Serie Fascículos. Obtenido en https://www.cenapred.unam.mx/es/Publicaciones/archivos/122-FASCCULOHELADAS.PDF

Chao, A. (1984). Nonparametric estimation of the number of classes in a population. Scandinavian Journal of statistics, 265-270.

Colwell, R. K. (2013). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9 and earlier. User's guide and application.

Comisión Federal de Electricidad, CFE. (2015). Manual de diseño de obras civiles. México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. (2000). Estrategia nacional sobre biodiversidad de México. CONABIO, SEMARNAP. México

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, CONABIO. (2009). Qué es un corredor biológico. Biodiversidad Mexicana. México. Obtenido de https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/pdf/quees.pdf

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Río Fuerte (2501), Estado de Sinaloa. Ciudad de México. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/sinaloa/DR_2501.pdf

Comisión Nacional del Agua, CONAGUA. (2020). Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle del Guadiana (1003), Estado de Durango. Ciudad de México. Obtenido de https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/durango/DR_1003.pdf

CONANP. (2023). Archivos Shape de Áreas Naturales Protegidas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, México. http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/info_shape.htm.

CONABIO. (2008). Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 1:1,000,000. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/spt1mgw.html

CONABIO. (2015) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves, 2015. http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango. (2016). Plan Estatal de Desarrollo 2016-2022. Obtenido de http://cocyted.mx/PlaneacionEstrategica/PED_2016-2022_Actualizado_a_Enero_2020

Canter, L. W., Echániz, I. E., Barral, J. M. C., & Alonso, R. M. G. (1999). Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto (No. 333.714 C3Y 1996.). McGraw-Hill/Interamericana.

Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2011). Evaluación complementaria del PROCOREF Ejercicio fiscal 2011.

Conesa Fernández-Vitoria, V. (2009). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. - Cuarta Edición.

Cordero, V. S., Botello, F., Martínez, J. J. F., Rodríguez, R. A. G., Guevara, L., Granados, G. G., & Moreno, Á. R. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85, 27.

Cortés, T. H. (1991). Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis MC México: Colegio de Posgraduados Montecillos.

Craik, K. H. (1975). Individual variations in landscape description. Stroudsburg (Pennsylvania), Dowden, Hutchinson and Ross.

Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32(3), 476-496.

De Veer A.A & P.A. Burrogh. (1978). Physiognomic landscape mapping in The Netherlands. Landscape Planning 5: 45-62.

Diario Oficial de la Federación. (2004). NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México, 23 de junio.

Diario Oficial de la Federación. (2005). NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México, 15 de diciembre 2015.

Diario Oficial de la Federación. (2015). NOM-011-CONAGUA-2015, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. México, 27 de marzo 2015.

Diario Oficial de la Federación. (2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Obtenido de https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5173091

Diario Oficial de la Federación. (2012). Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POETG). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. Obtenido en https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5267334&fecha=07/09/2012#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación. (2013). NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 3 de diciembre de 2013.

Diario Oficial de la Federación. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Presidencia de la República. México. Obtenido en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

Durán, C. E. S., Rosales, I. P. H., Fernández, S. M., & Pimienta, J. A. P. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero El Iztete, de Tepic-Nayarit, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 29, 25-32.

Figueroa, S. B., Amante, O. A., Cortés, T. H. G., Pimentel, L. J., Osuna, C. E. S., Rodríguez, O. J. M., & Morales, F. F. J. (1991). Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión. San Luis Potosí, México: SARH-Colegio de Posgraduados.

Flores-Villela, O., & García-Vázquez, U. O. (2014). Biodiversity of reptiles in Mexico. Revista mexicana de biodiversidad, 85, S467-S475.

Food and Agriculture Organization, FAO. (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma.

García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, Editorial Larios, México.

Gallina-Tessaro, S., & López González, C. (2011). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Universidad Autónoma de Querétaro e Instituto de Ecología, AC México. 390p.

Gerencia de Restauración Forestal. (2012). Criterios técnicos para la ejecución de los proyectos de conservación y restauración de suelos 2012. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Obtenido de https://www.conafor.gob.mx/apoyos/docs/adjuntos/8afff80b7762272f5a0e0da39ba49b31.pdf

Gerencia de Restauración Forestal. (2018). Protección, restauración y conservación de suelos forestales; Manual de obras y prácticas. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Obtenido de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/20/1310Manual%20de%20Conservacion%20de%20Suelos%20.pdf

Gómez D. (1994) Ordenación del territorio: una aproximación desde el medio físico. Editorial Agrícola Española S.A., Serie Ingeniería Geoambiental, Madrid, España.

Gutiérrez, M. C., Quaas, W. R., & Ordaz, S. M. (2005). Sería de fascículos: Sismos. México: Centro Nacional de Prevención de Desastres.

Howell, S. N., & Webb, S. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press.

Hurlbert, S. H. (1971). The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology, 52(4), 577-586.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Serie II. Carta temática edafológica escala 1:50 000. Estado de México, Edo. de Méx. México, s/p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2000). Terreno sujeto a inundación. Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Unidad GITS. México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. México, DF.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2015). Censo de Población y Vivienda 2015. México, DF.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2020). Censo de Población y Vivienda 2020. México, CDMX.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2020). Encuesta Intercensal, 2020. México, CDMX.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2013). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. INEGI. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionesmex/#:~:text=El%20Continuo%20de%20Elevaciones%20Mexicano,le%20integran%20valores%20que%20representan

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2021). Carta Topográfica G13C 36 [Mapa topográfico]. 1:50,000. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2015). Guía para la interpretación de cartografía de Uso de Suelo y Vegetación escala 1:250,000 Serie V. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2018). Uso de Suelo y Vegetación Serie VII. 1:250,000. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2012). Uso Potencial de las tierras. 1:1,000,000. Aguascalientes, México: INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2021). Marco Geoestadístico, Censo de Población y Vivienda 2020. Datos vectoriales.

International Union of Soil Science - International Soil Reference and Information Centre and Food and Agriculture Organization of the United Nations [IUSS Working Group WRB. IUSS-ISRIC and FAO]. (2006). World reference base for soil resources. A framework for international classification, correlation and communication. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103. Rome, Italy.

Jiménez-Valverde, A., & Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de aracnología, (8), 151-161.

Kirkby, M.J. y R.P.C. Morgan. (1984). Erosión de suelo. John Wiley & Sons. Ltd.

Loredo, O.C. 1986. Efecto de la aplicación de estiércol caprino sobre la estabilidad de agregados del suelo. Reporte Final de Problema Especial. Física de Suelos. UAAAN.
Margalef R. 1991a. Ecología. Séptima Edición. Ediciones Omega S.A. Barcelona.

McDowell, F. W., Roldán-Quintana, J. and Amaya-Martínez, R. (2011). Interrelationship of sedimentary and volcanic deposits associated with Tertiary extention in Sonora, Mexico. GSA Boletín, Octubre 1997.

Marañón, T. (1995). Ecología de los bancos de semilla en el suelo: una revisión de estudios españoles. Pastos, 25(1), 3-25.

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

Montes-León, M. A. L., Uribe-Alcántara, E. M., & García-Celis, E. (2011). Mapa nacional de erosión potencial. Tecnología y ciencias del agua, 2(1), 05-17.

Murie, O. J., & Elbroch, M. (2005). A field guide to animal tracks (Vol. 3). Houghton Mifflin Harcourt.

Muñoz-Pedreros, A., & Larrain, A. (2002). Impacto de la actividad silvoagropecuaria sobre la calidad del paisaje en un transecto del sur de Chile. Revista chilena de historia natural, 75(4), 673-689.

Muñoz-Pedreros, A. (2004). La evaluación del paisaje: una herramienta de gestión ambiental. Revista chilena de historia natural, 77(1), 139-156.

Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Townsend Peterson, A., Berlanga-García, H., & Sánchez-González, L. A. (2014). Biodiversidad de aves en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85, S476-S495.

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del estado de Durango. (2016). Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Durango (POEED). Secretaría de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Durango, México. Obtenido en http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/act_edgo_160908.pdf

Periódico Oficial del Gobierno Constitucional del estado de Durango. (2020). Ley General de Desarrollo Urbano para el Estado de Durango. Congreso del estado Durango. Durango, México. Obtenido en https://congresodurango.gob.mx/Archivos/legislacion/abrogadas/LEY%20GENERAL%20DE%20DESARROLLO%20URBANO.pdf

Peterson, T., & Chalif, R. (1989). Guía de aves de México. Diana, México, DF.

Rzedowski, J. (1978). Vegetación de México. Editorial Limusa, México, D.F.

de Rzedowski, G. C., & Rzedowski, J. (2001). Tres especies mexicanas de Lobelia (Campanulaceae, Lobelioideae), una redescubierta y dos nuevas. Acta Botánica Mexicana, (55), 29-38.

Sanders, H. L. (1968). Marine benthic diversity: a comparative study. The American Naturalist, 102(925), 243-282.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. (2015). Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. SEMARNAT. Obtenido de http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/110512.pdf

SEMARNAT - Colegio de Postgraduados. (2002). Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana. Escala 1:250 000. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. México.

SMN-CONAGUA. (2023). Información estadística Climatológica. Obtenido en https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica

Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL). (2023). Red hidrográfica. http://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/SIATL/#

Uribe N., (2010).

Weddle. (1973). Applied analysis and evaluation techniques. En: Lovejoy D (ed) Land use and landscape planning: 53-82. Pittman Press, Bath, United Kingdom.

Willis K.G. & G.D. Garod. (1993). Valuing landscape: a contingent valuation approach. Journal of Environmental Management 37: 1-22.

Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning (No. 537). Department of Agriculture, Science and Education Administration.