MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional (MIA-R)

Del proyecto:

"LIBRAMIENTO METROPOLITANO DE QUERÉTARO (LMQ)"

RESUMEN EJECUTIVO

Promovente:

CONSULTA PÚBLICA

INDÍCE

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO 6

I.2 DURACIÓN DEL PROYECTO 6

I.3 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 6

I.3.1 Nombre o razón social 6

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente 6

I.3.3 Nombre y cargo del representante legal 6

I.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 6

I.4 DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO 7

I.4.1 Nombre o razón social 7

I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes (CURP) del responsable del estudio 7

I.4.3 Nombre del responsable técnico del estudio 7

I.4.4 Dirección del responsable técnico del estudio 7

I.4.5 Participantes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental 7

I.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO (AP) 8

I.5.1 Descripción general 8

I.5.2 Ubicación del área del proyecto (AP) 9

I.5.3 Superficie solicitada para el Área del Proyecto (AP) 9

I.5.4 Cronograma de trabajo, y de la ejecución de las etapas del proyecto 12

I.5.5 Etapas del proyecto 14

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO 16

II.1 Programas de ordenamiento ecológico del territorio (POET) 16

II.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) 16

II.1.2 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) 17

II.1.3 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 17

II.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro 18

CONSULTA PÚBLICA

II.1.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Colón, Qro. 19
II.1.6 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro 20
II.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro 21
II.2 Decretos y programas de conservación y manejo de las áreas naturales protegidas 21
II.2.1 II.2.1. Áreas Naturales Protegidas 21
II.2.2 Regiones Prioritarias para la Conservación 23
II.3 Normas Oficiales Mexicanas 24
II.4 LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 30
A) NIVEL FEDERAL 30
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) (DOF, 2025) 30
- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2025) . 30
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (R-LGEEPA, 2014) 30
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2024) 30
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (R-LGDFS, 2020) 30
- Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2026) 30
- Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR, 2014) 30
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS, 2025) 30
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (R-LGVS, 2014) 30
- Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2025) 30
- Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN, 2014) 30
- Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2025) 30
- Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2018) 30
B) ESTATAL Y MUNICIPAL 30
- Código para la Biodiversidad del Estado de México 30
- Código Ambiental del Estado de Querétaro 30
C) PLANES DE DESARROLLO EN SUS DIFERENTES NIVELES 30
- Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 30
- Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2025-2030) .. 30

CONSULTA PÚBLICA

- Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, Estado de México 30
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Colón 30
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Marqués 30
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquiapan 2021-2052 30

II.5 CONCLUSIONES 31

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 31

III.1 DELIMITACIÓN de la región ecológica (re) 32
III.2 CLIMA 33
III.2.1 Unidades climatológicas 33
III.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 33
III.3.1 Geología 33
III.3.2 Provincias geológicas 34
III.3.3 Fisiografía 34
III.3.4 Sistema de topoformas 34
III.4 SUELO 34
III.4.1 Grupos edafológicos 34
III.4.2 Degradación del suelo 35
III.4.3 Erosión del suelo 35
III.5 AGUA 35
III.5.1 Regionalización hidrológica 35
III.5.2 Cuerpos de agua superficiales 36
III.5.3 Corrientes de agua superficiales 36
III.5.4 Hidrología subterránea (acuíferos) 36
III.5.5 Calidad del agua 37
III.6 AIRE 38
III.6.1 . Dirección del viento 38
III.6.2. Calidad del aire 39
III.7 BIODIVERSIDAD 40
III.7.1 Flora y vegetación terrestre 40
III.7.2 Fauna 62
III.8 PAISAJE 70
III.8.1 Calidad paisajística 70

CONSULTA PÚBLICA

III.9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 72

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 74

IV.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 74

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático 74

IV.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 76

IV.3 IMPACTOS RESIDUALES 84

IV.4 IMPACTOS ACUMULATIVOS 84

IV.5 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales 85

IV.6 medida de compensación de acuerdo con el programa nacional de restauración ambiental 2025-2030 99

IV.7 Programa de vigilancia ambiental (PVA) 99

IV.8 CONCLUSIONES 100

CONSULTA PÚBLICA

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

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ).

I.2 DURACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto contempla un periodo de 3 años (36 meses) para su preparación del sitio y construcción, y su vida útil (operación y mantenimiento) de 50 años. Ambos periodos son por los que se solicita la Autorización en materia de Impacto Ambiental. El mantenimiento preventivo y correctivo que se realizará en la etapa de operación, de acuerdo con las especificaciones de la Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes (SICT) aplicables en la materia, para que durante toda su vida útil se encuentre en las mejores condiciones de operación. Asimismo, se contempla la realización de actividades de “desmantelamiento” de obras provisionales inherentes al Proyecto para desarrollar a bien la etapa constructiva.

I.3 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.3.1 Nombre o razón social

Omega Libramiento Metropolitano, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente

[redacted]

I.3.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

Omega Libramiento Metropolitano, S.A. de C.V.

I.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[redacted]

CONSULTA PÚBLICA

I.4 DATOS DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO TÉCNICO

I.4.1 Nombre o razón social

ECOSFERA CONSULTORIA, DESARROLLO Y SUPERVISIÓN AMBIENTAL S.A. de C.V.

I.4.2 Registro Federal de Contribuyentes (CURP) del responsable del estudio

[redacted]

I.4.3 Nombre del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.4.4 Dirección del responsable técnico del [redacted]

[redacted]

I.4.5 Participantes de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental

Coordinador

[redacted]

Colaboradores

[redacted]

I.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO (AP)

I.5.1 Descripción general

El proyecto **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una autopista de altas especificaciones, tipo A4, con una longitud aproximada de **95.50 km**, que conectará el km 142+000 de la Autopista federal MEX-057 (México–Querétaro) con el km 33+000 de la Autopista federal México-San Luis. El objetivo principal es mejorar la movilidad regional de vehículos pesados de largo recorrido, disminuyendo el impacto sobre las localidades urbanas al desviar el tránsito fuera de la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ).

La clasificación vial es del tipo A4, con 4 carriles de circulación y acotamientos laterales anchos, apegándose así a los criterios de diseño y las especificaciones técnicas establecidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) para este tipo de vías terrestres. La superficie total del proyecto es de **699.5852 ha (6,995,852.1500 m^2).** Asimismo, el trazo contempla entronques que permiten la conexión controlada con redes carreteras existentes. La delimitación del área del proyecto se cuantificó mediante la integración de las superficies correspondientes a las distintas obras del proyecto, el límite constructivo (ceros), la superficie de rodamiento y el límite de predio (superficie sin obra), conforme a la geometría y dimensiones establecidas en el proyecto ejecutivo.

Cabe señalar que las superficies de los distintos componentes no son acumulativas entre sí, debido a que varias obras y estructuras se desarrollan dentro de la Corona y del Límite constructivo (ceros), por lo que la cuantificación final evita duplicidades entre componentes superpuestos.

Durante su desarrollo, el **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** se ejecutará conforme a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, atendiendo en todo momento los criterios técnicos de diseño y las disposiciones normativas aplicables. Las especificaciones y características técnicas de las obras que conforman el proyecto se describen de manera detallada en los apartados siguientes de este capítulo.

- **1 vía troncal.**
- **5 entronques intermedios:**
  - San Juan del Río.
  - Bernal.
  - Aeropuerto.
  - Palmillas.
  - San Luis.
- **1 Ramal de conexión (2.3 km con una sección tipo A2).**
- **158 Obras de Drenaje Transversal (ODTs).**
- **Pasos de intersección vial:**
  - 12 Pasos Superiores Vehiculares (PSV).
  - 43 Pasos Inferiores Vehiculares (PIV).
  - 5 Pasos Superiores de Ferrocarril (PSFFCC).
  - 35 Pasos Superiores de Maquinaria Agrícola (PSMA).
  - 2 PSV+PSFFCC.
  - 5 puentes.
  - 2 viaductos.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.1.1 Justificación y objetivos del proyecto

La justificación del **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** se fundamenta en la necesidad de mejorar el desempeño funcional del corredor carretero México–Querétaro, que es uno de los ejes carreteros más transitados del país, así como reducir la presión vehicular de la zona metropolitana de Querétaro, la cual actualmente concentra una proporción significativa del tránsito de largo recorrido.

El libramiento se plantea como una solución estructural de carácter regional, que permite desviar el tránsito de largo itinerario fuera de las zonas urbanas, mejorando la eficiencia del sistema carretero, y contribuyendo a una movilidad más ordenada y segura. Asimismo, la incorporación de entronques a lo largo del libramiento, y de estructuras de cruce permite mantener la conectividad existente, evitando aislamientos territoriales y asegurando la funcionalidad de la infraestructura carretera.

A continuación, se señalan los principales objetivos a cubrir con la construcción del proyecto.

- El principal objetivo es agilizar la circulación regional y nacional en el corredor México–Querétaro, mejorando los tiempos de traslado y los niveles de servicio para vehículos de paso, sin interferir con la movilidad urbana y local.
- Fortalecer la conectividad entre los tramos México–Querétaro y Querétaro–San Luis Potosí de la Autopista Federal MEX-057, garantizando la continuidad funcional del corredor carretero.

I.5.2 Ubicación del área del proyecto (AP)

El Área del Proyecto (AP) se encuentra principalmente dentro de los municipios de Colón, El Marqués, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan, en el estado de Querétaro. De manera particular, se presenta una incidencia marginal dentro del municipio de Polotitlán, Estado de México, derivada de la amplitud del Derecho de Vía (DDV) considerado para el proyecto; no obstante, el desarrollo funcional y constructivo de la vía se realiza prácticamente en su totalidad dentro del estado de Querétaro. El trazo del proyecto inicia sobre la Autopista de cuota México-Querétaro, y terminará en la carretera Querétaro-San Luis Potosí, al norte del parque industrial Querétaro. El Plano de Situación presenta el Tramo integrado en la red vial con la cual se conecta. Las coordenadas del Área del Proyecto (AP) se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)> Derecho de Vía (DDV)* (proyectar en WGS84; Zona UTM14N).

I.5.3 Superficie solicitada para el Área del Proyecto (AP)

El proyecto contempla la construcción de una **Carretera en sección tipo A4**, con una sección de 23 m de ancho de corona para alojar cuatro carriles de circulación (dos por sentido) de 3.5 m de ancho y acotamientos laterales de 3 m cada uno, en un derecho de vía variable de 60 m. A continuación, se presenta la tabla de características y dimensiones.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 1. Características y dimensiones del proyecto. Elaboración propia.

Especificaciones geométricas	Proyecto
Cadenamiento de inicio (km)	0+000
Cadenamiento final (km)	95+500
Longitud total (m)	95.50 km
Camino tipo	A4
Velocidad del Proyecto	110 km/h
Curvatura máxima	2° 45'
Pendiente gobernadora	4%
Pendiente máxima	5.00%
Número de carriles	4
Ancho del DDV	60 m (con sobreanchos para la construcción necesaria en caminos laterales, PIV, y entronques)
Ancho de corona	23 m
Ancho de calzada	12 m
Ancho de Carril	3.5 m
Ancho de acotamiento	3 m
Resumen de superficies	
Superficie del DDV (ha)	699.5852 ha
Estructuras y obras	
Obras de drenaje transversal	158
Obras de cruce vehicular	12 Pasos Superiores Vehiculares (PSV), 43 Pasos Inferiores Vehiculares (PIV), 5 Pasos Superiores de Ferrocarril (PSFFCC), 35 Pasos Superiores de Maquinaria Agrícola (PSMA),2 PSV+PSFFCC, 5 puentes, 2 VTO
Entronques	5 entronques

Es importante señalar que las superficies asociadas al proyecto no son acumulativas, ya que la superficie máxima de afectación corresponde al total del derecho de vía (DDV), el cual constituye el límite de predio del proyecto. **El DDV tiene una superficie total de 699.5852 ha**, y en él se integran tanto el límite constructivo (definido por el trazo de la carretera) y algunos ajustes geométricos necesarios para la implantación de las obras asociadas, abarcando así el total de la superficie del proyecto (AP).

Las obras asociadas al proyecto, como puentes viales, pasos superiores e inferiores vehiculares, cruces ferroviarios, entronques y otras estructuras no generan superficies adicionales, ya que se construyen dentro del límite constructivo de la carretera. Por esta razón, dichas obras se encuentran incluidas dentro del libramiento, y a su vez están contenidas dentro del DDV, por lo que no deben contabilizarse de manera independiente ni sumarse a la superficie total del proyecto.

Tabla 2. Superficies totales de las obras del proyecto. Elaboración propia.

OBRA/SUPERFICIE	Superficie dentro de límite del proyecto		Superficie dentro de la corona		Superficie total de la obra	
	m2	ha	m2	ha	m2	ha
Corona	2,184,931.603	218.49316	-	-	2,184,931.603	218.4931
Limite constructivo (ceros)	1,100,984.382	110.09844	0	0	1,100,984.382	110.0984
Obras de drenaje menores	1,915.637	0.19156	17,767.03	1.7767	19,682.6621	1.9682
Pasos inferiores vehiculares	402.882	0.040288	4,853.2477	0.4853	5,256.1293	0.5256
Pasos superiores vehiculares	191.463	0.019146	1,358.341	0.1358	1,549.8043	0.1549
Puentes	1,528.957	0.152896	18,661.13	1.8661	20,190.0853	2.0190
Pasos ferrocarrileros	21.549	0.00215	600.0950	0.0600	621.6438	0.0621
PSMA	527.665	0.052766	3,984.699	0.39846	4,512.3636	0.4512
Ramal	119,675.522	11.96755	0	0	119,675.522	11.9675
Entronques	1,156,868.135	115.6868	63,798.0505	6.3798	1,220,666.186	122.0666
Superficie de rodamiento	-	-	**2,073,909.006**	**207.3909**		

CONSULTA PÚBLICA

OBRA/SUPERFICIE	Superficie dentro de límite del proyecto		Superficie dentro de la corona		Superficie total de la obra	
	m2	ha	m2	ha	m2	ha
Límite de predio (superficie sin obra)	2,428804.357	242.8804				
Superficie total del proyecto	**6,995,852.15**	**699.5852**				

Las coordenadas del Área del Proyecto (AP) se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)*>Componentes (WGS84; Zona UTM14N).

La superficie de desplante del proyecto corresponde a 456.7048 ha, misma que considera las áreas requeridas para la construcción de la Corona, el Límite constructivo (ceros), las Obras de drenaje menores, los Pasos inferiores vehiculares, los Pasos superiores vehiculares, los Puentes, los Pasos ferrocarrileros, los PSMA, el Ramal y los Entronques. Por su parte, la superficie correspondiente al “Límite de predio (superficie sin obra)” equivale a 242.8804 ha, y corresponde a áreas incluidas dentro del polígono general del proyecto donde no se contempla el desarrollo de infraestructura permanente.

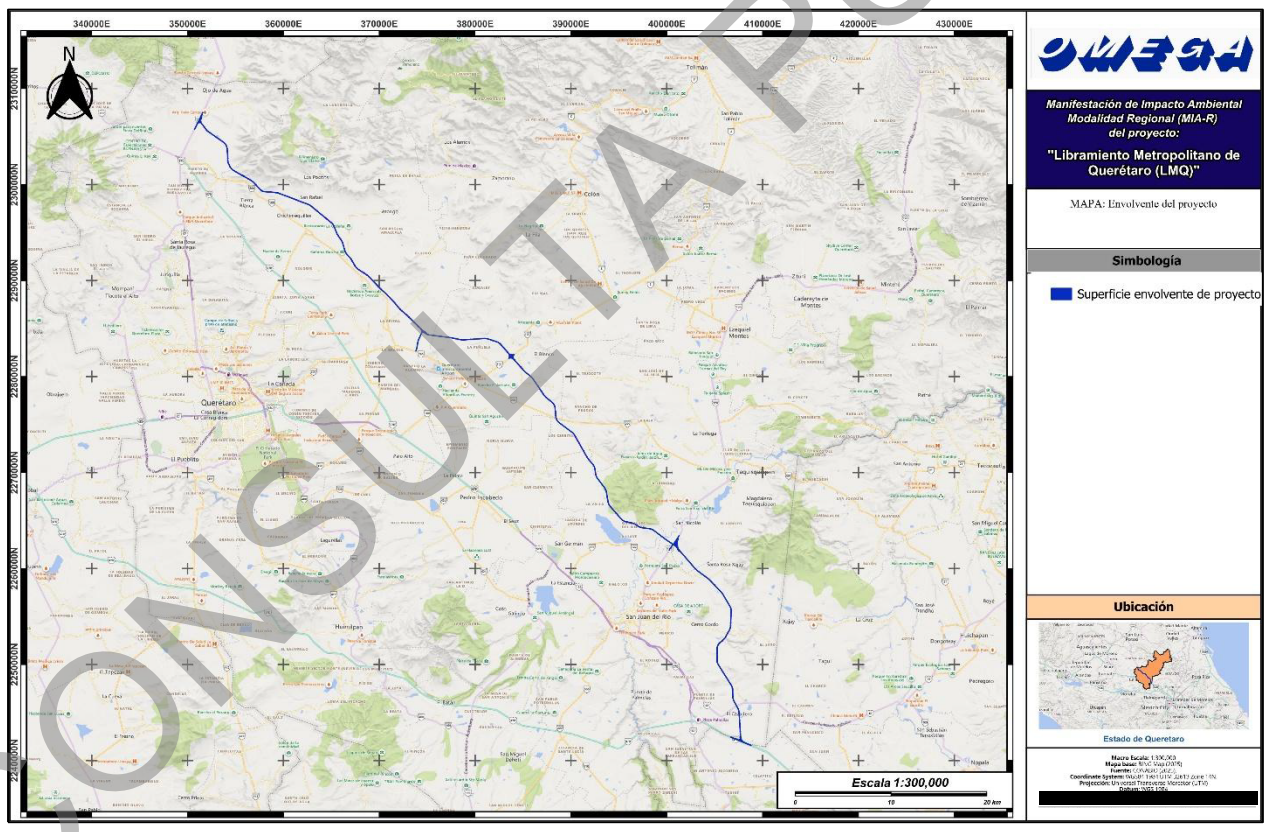

Figura 1. Envolvente del proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.4 Cronograma de trabajo, y de la ejecución de las etapas del proyecto

A continuación, se presenta el cronograma de trabajo y de la ejecución de las diferentes actividades.

Tabla 3. Cronograma de trabajo. Elaboración propia

Actividad	Año 1												Año 2												Año 3												1 a 50 años
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO																																					
Trabajos preliminares																																					
Contratación de personal de obra, Adquisición de insumos y material																																					
Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes)																																					
Alineación horizontal y vertical del trazo																																					
Desmonte y trituración																																					
Despalme																																					
ETAPA DE CONSTRUCCIÓN																																					
Cercado de derecho de vía																																					
Obras inducidas																																					
Excavación, cortes y nivelación																																					
Conformación de terracerías																																					
Acarreos de material																																					
Colocación de carpeta asfáltica (pavimento)																																					
Construcción de obras de drenaje																																					
Instalación de señalamiento vertical y horizontal																																					
Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria																																					
ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																																					

CONSULTA PÚBLICA

Actividad	Año 1												Año 2												Año 3												1 a 50 años
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tránsito vehicular																																					
Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)																																					
Colecta y transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía																																					
MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN																																					
Medidas para la conservación y preservación de la flora																																					
Medidas para la conservación y preservación de la fauna																																					
Medidas de compensación (reforestación)																																					
Medidas de restauración, conservación de suelos y control de erosión																																					
Medidas para la prevención y mitigación sobre el manejo de residuos																																					
Medidas para la prevención y mitigación sobre el manejo de residuos																																					

CONSULTA PÚBLICA

I.5.5 Etapas del proyecto

I.5.5.1 Etapa de preparación del sitio

- ***Alineación horizontal y vertical del trazo***

a) Instalación de obras provisionales
- Almacén o bodega
- Sanitarios provisionales

- ***Instalaciones Sanitarias***

b) Requerimiento de la etapa de preparación del sitio
- Agua cruda
- Combustible

c) Ejecución de las acciones para prevenir y mitigar los impactos ambientales
d) Desmonte
e) Despalme

I.5.5.2 Etapa de construcción

a) Excavaciones, cortes y nivelaciones

b) Procedimiento constructivo de cruces a desnivel

- ***Cimentación***
  - Zapatas aisladas
  - Columnas de apoyo o pilas

- ***Columnas de apoyo o pilas***

c) Conformación de terracerías

d) Colocación de carpeta asfáltica (pavimento)

- Riego de Impregnación
- Riego de Liga
- Capa de Carpeta Asfáltica
- Señalamientos

I.5.6.3. Equipo y materiales para la ejecución de las etapas de preparación de sitio y construcción

a) Colocación de carpeta asfáltica (pavimento)

I.5.6.4. Etapa de operación y mantenimiento

a) Conservación del pavimento
b) Mantenimiento y supervisión de obras de drenaje
c) Conservación de taludes
d) Colocación de puentes

CONSULTA PÚBLICA

I.5.6.6. Otros aspectos para considerar

a) Estimación de la generación de residuos

- *Generación y manejo de residuos en las etapas de preparación del sitio y construcción*
- *Residuos generados durante la etapa de construcción del proyecto*
- *Generación y manejo de residuos en las etapas de operación y mantenimiento*

b) Estimación de la generación de los gases de efecto invernadero

c) Identificación por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

d) 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

e) Identificación de las posibles afectaciones al ambiente por las características del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

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

II.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

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

Fecha de expedición: 07 de septiembre de 2012.
Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).
Fuente de consulta y publicación: https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

De acuerdo con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) y el vector de este POEGT, el proyecto denominando **"Libramiento Metropolitano de Querétaro"** se localiza dentro de las Unidades Ambientales Biofísicas (UABs) No. 44 Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato con una incidencia del 17.30 % y la No. 52 Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo con una incidencia del 82.70 %.

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de las UABs 44 y 52, aplicables para el proyecto.

Tabla 4. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
44	Agricultura – Preservación de Flora y Fauna	Ganadería - Minería	Poblacional	-	1, 2, 3. 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44
52	Forestal Preservación de Flora y Fauna	Agricultura Desarrollo Social Ganadería Minería	-	Pemex – Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 18, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Conclusión:

El Proyecto "*Libramiento Metropolitano de Querétaro*" cumplirá con las estrategias indicadas dentro de las UABs 44 y 52 del POEGT. El proyecto construirá, operará y mantendrá una autopista de altas especificaciones, cuya longitud aproximada es de 95.50 km, abarcando una superficie total de **699.5852 ha** en los municipios de Polotitlán, Colón, El Marqués, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan. Durante la preparación del sitio, construcción y operación, se aplicarán medidas de mitigación y manejo ambiental para la protección de suelos, control de

CONSULTA PÚBLICA

escurrimientos y conservación de la calidad del agua; así como acciones de rescate, reubicación y protección de individuos de flora y fauna enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**. Se priorizará la preservación de especies endémicas, la revegetación con especies nativas y la recuperación de ecosistemas forestales, asegurando la protección de corredores biológicos y la reducción de impactos sobre la biodiversidad dentro del área del proyecto.

II.1.2 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM)

Fecha de expedición: 11 de mayo de 2023.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta y publicación: https://dgts.edomex.gob.mx/actualizacion_programa

El POETEM presenta incidencia únicamente en dos Unidades de Gestión Ambiental (UGA) dentro del área del proyecto: la UGA-0003 con una incidencia del 4.01% y la ANPE-057 con una incidencia del 0.32 %, mientras que el 95.67 % no presenta incidencia en el ordenamiento, como se muestra en el mapa siguiente.

Conclusión:

El proyecto “Libramiento Metropolitano de Querétaro” cumple con los criterios específicos de las Unidades de Gestión Ambiental UGA-0003 y ANPE-057. En este sentido, se concluye que el proyecto se desarrollará dentro de los polígonos establecidos, incorporando medidas de revegetación con especies nativas y endémicas, así como con especies enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**.

Asimismo, se aplicarán acciones de manejo de suelos, control de escurrimientos y drenaje para preservar la dinámica hidrológica del agua y la estabilidad del terreno, así como medidas de control de especies exóticas e invasoras. El proyecto incluirá el manejo de residuos, acciones de educación ambiental para el personal y el cumplimiento del decreto y programa de manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango, asegurando la compatibilidad con las UGA’s correspondientes.

II.1.3 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

Fecha de expedición: 5 de septiembre de 2022.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta o publicación: https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx

El presente proyecto incide 25 Unidades de Gestión Territorial (UGT’s) siguientes: UGA-70, UGA-100, UGA-119, UGA-121, UGA-127, UGA-132, UGA-133, UGA-135, UGA-160, UGA-165, UGA-166, UGA-169, UGA-190, UGA-193, UGA-200, UGA-201, UGA-202, UGA-204, UGA-265, UGA-269, UGA-275, UGA-280, UGA-285, UGA-319 y UGA-321.

CONSULTA PÚBLICA

Estas 25 UGAs abarcan una superficie del 99.86 % con este ordenamiento, mientras que el 0.14 % restante no presenta incidencia dentro de este ordenamiento. Se obtuvo que las principales incidencias con UGAs fueron con la UGA-121 con el 11.05 %, UGA-265 con el 9.56 %, UGA-70 con el 8.35 %, UGA-285 con el 8.13 % y la UGA-169 con un 8.03 %.

Conclusión:

El Proyecto se vincula con los criterios y estrategias de la *Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro*, al restringir el desarrollo de las obras únicamente dentro del polígono solicitado, respetando la aptitud y vocación del suelo establecido en el ordenamiento territorial. En este sentido, se cumplen con las disposiciones de conservación de biodiversidad mediante el rescate, reubicación y protección de flora y fauna silvestre, con énfasis en especies nativas, endémicas o bajo algún estatus de protección. Asimismo, se favorecerá la integridad de los ecosistemas mediante revegetación progresiva, uso de especies regionales y establecimiento de monitoreo ambiental.

En materia de suelo y agua, se incorporan medidas para el control de erosión, estabilización de taludes, manejo adecuado de escurrimientos y operación de obras de drenaje, así como una gestión integral de residuos y prevención de descargas o derrames que puedan afectar cuerpos de agua. Finalmente, el proyecto incluye acciones de restauración y compensación ambiental, señalización y educación ambiental, contribuyendo al mantenimiento de la funcionalidad ecológica y al cumplimiento de las estrategias de conservación establecidas en el ordenamiento ecológico regional.

II.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro

Fecha de expedición: 4 de abril de 2018.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta o publicación: https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2020/11/Gaceta_73_TOMO_02_2015-2018.pdf

De acuerdo con el SIGEIA y el vector de este Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, el proyecto denominando **“Libramiento Metropolitano de Querétaro”** se localiza dentro de las siguientes 9 UGA’s: UGA-6, UGA-8, UGA-17, UGA-20, UGA-22, UGA-23, UGA-24, UGA-46 y UGA-48, todas ellas incidiendo en un 28.20 % de la totalidad del Área del Proyecto (AP), y el 71.80 % restante no incide dentro del presente ordenamiento.

Con base en las incidencias detectadas, la UGA-8 es la que incide en mayor superficie con un 11.75 %, seguida de la UGA-24 con un 6.51 % y la UGA-6 con un 5.23 %. A continuación, se presenta la tabla con las incidencias detectadas por UGA.

CONSULTA PÚBLICA

Conclusión:

Por tanto, se determina que el proyecto es congruente con los criterios generales y específicos del *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro*, particularmente en materia de protección de flora y fauna, manejo sustentable del agua y conservación de los atributos ambientales del territorio. Las actividades se desarrollarán promoviendo la conservación de la biodiversidad, evitando la afectación a especies nativas y a aquellas con algún estatus de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante acciones de rescate, reubicación, prohibición de aprovechamiento o tráfico de ejemplares y prevención de la introducción de especies exóticas. Asimismo, se limita la intervención a la superficie solicitada, se promueve la conservación de suelos, y se incorpora revegetación con especies regionales para reducir la fragmentación ecológica.

En cuanto al manejo del agua, el proyecto establece que no se efectuarán descargas directas a cuerpos receptores durante las etapas del proyecto, utilizando sanitarios portátiles con empresas autorizadas, que cumplan con la normatividad aplicable, incluyendo la NOM-001-SEMARNAT-2021 y la NOM-002-SEMARNAT-1996, además de implementar medidas de control de escurrimientos y limpieza de áreas de trabajo para evitar la contaminación de suelos y aguas superficiales o subterráneas. De esta manera, el proyecto se ajusta a los objetivos de conservación de ecosistemas, protección de la biodiversidad y uso sustentable de los recursos hídricos establecidos en el ordenamiento ecológico local, manteniendo un equilibrio entre el desarrollo de la infraestructura carretera y la preservación de las condiciones ambientales del municipio.

II.1.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Colón, Qro.

Fecha de expedición: 23 de febrero de 2018.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta o publicación: https://www.colon.gob.mx/include/pdf/informacion%20publica/articulo%2067/VI/PROGRAMAS/EL%20PROGRAMA%20DE%20ORDENAMIENTO%20ECOLÓGICO%20LOCAL%20DE%20COLÓN/Programa%20de%20Ordenamiento%20Ecológico%20Local%20M.T..pdf

El presente proyecto incide en las siguientes UGA’s: UGA-20, UGA-26, UGA-31, UGA-32 y UGA-37. La incidencia total del proyecto dentro del ordenamiento es del 27.42 %, mientras que el 82.58 % restante no presenta incidencia. Las UGAs con mayor incidencia son la UGA-26 con el 8.03 %, la UGA-37 con el 6.87 % y la UGA-31 con el 2.13 %. A continuación, se presenta la tabla de incidencias por Unidad de Gestión Ambiental.

Conclusión:

El proyecto se alinea de manera integral con los criterios establecidos en el *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del Colón*, al incorporar un enfoque preventivo, correctivo y compensatorio orientado a la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo, el manejo sustentable del agua y la conectividad ecológica del territorio.

CONSULTA PÚBLICA

En materia de cobertura vegetal y biodiversidad, se garantiza que cualquier modificación será previamente evaluada para asegurar que no se afecten poblaciones de flora y fauna endémicas ni aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se implementarán acciones de rescate y reubicación de ejemplares, prohibición de colecta o aprovechamiento, y medidas para evitar la introducción de especies exóticas o invasoras, privilegiando siempre el uso de especies nativas en procesos de restauración. El diseño del proyecto considera la disminución de la fragmentación de los ecosistemas mediante la conservación de áreas con vegetación primaria, el mantenimiento de franjas perimetrales y de vegetación de galería, así como la creación o preservación de corredores de vegetación nativa. Asimismo, se promueve la conectividad faunística, incluyendo obras que permiten el libre tránsito de fauna y señalización preventiva para reducir riesgos asociados al flujo vehicular. En relación con el suelo, se contemplan medidas técnicas para evitar su deterioro severo, tales como estabilización de taludes, protección de zonas de corte, resguardo y reincorporación del suelo orgánico, y revegetación con especies regionales. En el componente hídrico, se garantiza la no descarga directa de aguas residuales a cuerpos receptores durante la ejecución del proyecto, respetando su morfología natural y evitando infraestructura dentro de ellas. En conjunto, las medidas previstas permiten concluir que el proyecto cumple con los criterios ambientales aplicables a este programa, incentivando la protección ambiental del municipio.

II.1.6 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro

Fecha de expedición: 30 de octubre de 2015.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta y publicación: http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_tequis_151030.pdf

El presente proyecto incide en las siguientes UGA’s: UGA-6, UGA-11, UGA-14, UGA-26, UGA-28 y UGA-29. La incidencia total sobre este ordenamiento es del 23.34 %, mientras que el 86.66 % restante no presenta incidencias. En específico para cada UGA, la que presenta la mayor incidencia es la UGA-28 con un 5.65 %, seguida de la UGA-29 con un 2.99 % y en tercer lugar la UGA-6 con un 2.35 %. A continuación, se presenta la tabla de incidencias.

Conclusión:

Del análisis efectuado se concluye que el proyecto **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** es congruente con los criterios aplicables del *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan*, al incorporar medidas orientadas a la conservación del suelo y el recurso hídrico, la preservación y restauración de la vegetación nativa, la protección de la fauna silvestre y el respeto a los componentes paisajísticos del sitio. En materia de suelo y agua, el proyecto integra acciones de estabilización, control de erosión, delimitación de áreas de trabajo, reutilización de materiales producto de excavación y obras de drenaje, lo que permite mantener la dinámica natural de los escurrimientos y la morfología de los cauces, evitando su interrupción o degradación. Asimismo, se contemplan medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo y del subsuelo durante la operación del proyecto.

Respecto a la vegetación, se prevé un desmonte gradual y sectorizado, limitado estrictamente al Derecho de Vía, acompañado de rescate de ejemplares, uso exclusivo de

CONSULTA PÚBLICA

especies nativas en procesos de revegetación y restauración con integración de distintos estratos, favoreciendo la recuperación estructural del ecosistema intervenido. En relación con la fauna, se implementan acciones de rescate, reubicación y señalización para reducir riesgos de afectación, además de restricciones al tránsito fuera de rutas autorizadas, contribuyendo a reducir la fragmentación adicional del hábitat. Finalmente, la infraestructura se desarrollará dentro del polígono solicitado, considerando la conservación de valores paisajísticos, el respeto a zonas con valor histórico o arqueológico y la correcta gestión de residuos.

II.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro

Fecha de expedición: 13 de mayo de 2014.
Análisis de incidencia: Información cartográfica del documento del POEL.
Fuente de consulta y publicación: https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2021/11/PROGRAMA-DE-ORDENAMIENTO-ECOLOGICO.docx-1.pdf

El presente proyecto incide en las siguientes UGA’s: UGA-15, UGA-16, UGA-20 y UGA-26. La incidencia total del proyecto sobre este ordenamiento fue del 8.74 %, mientras que el 91.26 % restante no presenta incidencia. En ese sentido, la UGA-20 fue la que presentó la mayor incidencia con un 5.31 %, seguido de la UGA-16 con un 3.04 %.

Conclusión:

En términos generales, la vinculación realizada con el *Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro* muestra que el proyecto se alinea con los objetivos de conservación de biodiversidad, protección de hábitats, manejo sustentable del agua y control de la contaminación del suelo, mediante la implementación de medidas preventivas, de mitigación, restauración y supervisión ambiental durante las distintas etapas del proyecto. La infraestructura proyectada se limita al polígono autorizado y contempla acciones de rescate, revegetación, control de residuos, protección hidrológica y compensación ambiental, contribuyendo a la compatibilidad entre el desarrollo de la obra y la conservación de los elementos naturales del territorio.

II.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

II.2.1 II.2.1. Áreas Naturales Protegidas

A continuación, se presenta el análisis de incidencia y cercanía del proyecto conforme al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

II.2.1.1 Áreas Naturales Protegidas Federales

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de polígonos de declaratoria de Áreas Naturales Protegidas de carácter federal. No obstante, se identifican como ANP federales más cercanas al área del proyecto la Área de Protección de los Recursos Naturales Peña Colorada, ubicada a 3,874 m de distancia, y el Parque Nacional Cerro de las Campanas, a más de 10,000 m. A continuación, se presenta la tabla con las incidencias y cercanías del proyecto

CONSULTA PÚBLICA

respecto a las Áreas Naturales Protegidas federales, conforme al análisis cartográfico del SIGEIA (2026).

II.2.1.2 Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal

El proyecto **PRESENTA** incidencia directa dentro de polígonos decretados como Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal. En particular, se localiza parcialmente dentro del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango.

Asimismo, las ANP estatales más cercanas al área del proyecto corresponden al Parque Estatal Mario Molina Pasquel, la Zona Sujeta a Conservación Ecológica El Tángano, y la Reserva de Conservación Pinal del Zamorano. A continuación, se presenta la tabla sobre estas incidencias y cercanías.

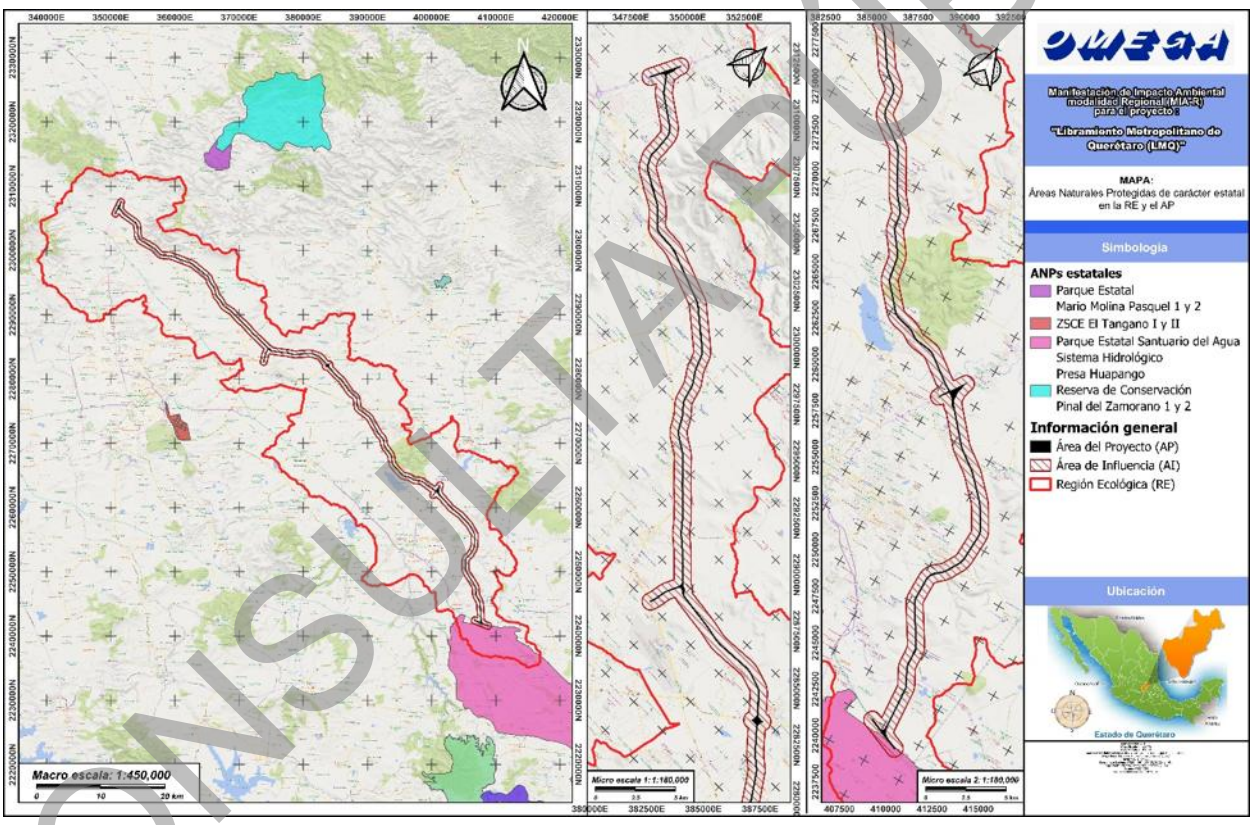

Figura 2.Mapa de incidencia de ANPs estatales por el proyecto. Elaboración propia.

El Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango es un Área Natural Protegida estatal decretada el 8 de junio de 2004, cuyo objeto es la protección de la Presa Huapango, así como de sus cuerpos de agua asociados, afluentes, manantiales, barrancas, cuencas hidrológicas y zonas forestales vinculadas al sistema.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.1.3 Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de polígonos de declaratoria de Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal.

No obstante, se identifican como ANP municipales más cercanas al área del proyecto la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Zona Occidental de Microcuencas, ubicada a 7,031m de distancia, y la Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población (parque intraurbano), a más de 10,000 m.

II.2.1.4 Áreas Destinadas Voluntariamente para la Conservación (ADVCs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de polígonos de declaratoria de Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs), ni se encuentran a menos de 10,000 m de alguna de ellas conforme al análisis de SIGEIA.

II.2.1.5 Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de alguna Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). No obstante, las UMAs más cercanas al área del proyecto se localizan a una distancia mayor a 10,000 m, correspondiendo a El Parral y Humus Recuperación y Desarrollo del Entorno.

II.2.2 Regiones Prioritarias para la Conservación

II.2.2.1 Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria (RTP). No obstante, la RTP más cercana al área del proyecto corresponde a la RTP 100 Cerro Zamorano.

II.2.2.2 Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de ninguna Región Marina Prioritaria (RMP), asimismo, no se identifica ninguna RMP ubicada a menos de 10,000 m de distancia respecto al área del proyecto.

II.2.2.3 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de ninguna Región Hidrológica Prioritaria (RHP), asimismo, no se identifica ninguna RHP ubicada a menos de 10,000 m de distancia respecto al área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.2.4 Sitios Ramsar

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de ningún Sitio RAMSAR, asimismo, no se identifica ningún sitio RAMSAR ubicada a menos de 10,000 m de distancia respecto al área del proyecto.

II.2.2.5 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

El presente proyecto **NO PRESENTA** incidencia dentro de alguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). No obstante, la UMA más cercana al área del proyecto se localiza a una distancia mayor a 10,000 m, correspondiendo a 08 El Zamorano.

CONCLUSIONES:

Con base en el análisis SIGEIA, se identificó que el área del proyecto no se superpone ni presenta incidencia sobre regiones prioritarias para la biodiversidad. No se identifican Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Marinas Prioritarias ni Regiones Hidrológicas Prioritarias dentro del polígono del proyecto ni en un radio menor a 10 km.

De igual forma, no existe coincidencia espacial con Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves; el sitio más cercano se localiza a una distancia mayor a 10 km del trazo. Asimismo, no se registran Sitios RAMSAR dentro del área del proyecto ni en su entorno inmediato. En este contexto, el desarrollo del Libramiento Metropolitano de Querétaro no incide sobre zonas catalogadas como prioritarias para la conservación de la biodiversidad.

II.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Para el presente proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del Proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación misma, identificando las Normas Oficiales cuyos criterios aplican a dichas obras o actividades y que se presentan en el capítulo I de la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-R).

Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) aplicables al proyecto. Elaboración propia.

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
NOM-001-SEMARNAT-2021.- Establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	No se deben descargar o depositar a los cuerpos de agua ni bienes nacionales contaminantes o concentraciones de ellos que sobrepasen los límites permisibles establecidos por dicha NOM.	Durante las actividades del proyecto se instalarán sanitarios portátiles para el personal de trabajo (1 sanitario por cada 15 trabajadores), en el cual los residuos sanitarios y aguas residuales generadas durante las actividades, serán recolectadas y transportadas para darle destino final por una empresa especializada en manejo de residuos, esto se llevará a cabo desde iniciadas las obras durante las etapas de	**SUELO:** 14

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
		preparación del sitio y construcción del proyecto.	
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos tales como, grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	La promovente y la empresa contratista no depositarán en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes. Para ello se contratará a una empresa especializada en manejo, traslado y disposición adecuada de residuos peligrosos, que expida manifiestos de los residuos y cuente con las autorizaciones correspondientes ante la SEMARNAT, vigentes.	**SUELO:** 08, 09, 11, 12
NOM-041- SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustibles, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno, así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda.	Se requerirá que los vehículos que se utilizan dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.	**AIRE:** 26. **AIRE:** 26.
NOM-044-SEMARNAT-2017. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del	Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano (HCNM), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+ NOx), partículas (Part), e incluso de amoniaco (NH3), conforme a lo especificado en las Tablas 1, 2, 3 y 4 de la presente norma oficial mexicana; todos ellos, contaminantes provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857	Se requerirá que los vehículos que utilizan diésel como combustible que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores, dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitará la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.	**AIRE:** 26.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.		
NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Se establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Es de observancia obligatoria para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, así como de los responsables de los centros de verificación vehicular. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.	Los vehículos que se utilizan en el Proyecto deberán dar cumplimiento a esta norma, por lo cual se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares sin rebasar los niveles máximos permisibles.	**AIRE:** 26.
NOM-080- SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición	La exposición a emisión de ruido proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar de ser humano produciendo daño en la audición.	Se realizará el monitoreo preventivo de la maquinaria, equipo y vehículos integrando los registros en una bitácora de control. El objetivo es optimizar el funcionamiento mecánico para minimizar la emisión de ruido y Gases de Efecto Invernadero (GEI).	**AIRE:** 26, 29, 30
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Su objetivo es establecer los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.	Se verificarán que los transportes utilizados, no tengan fuga y en caso de derrame accidental, durante la colocación de la liga asfáltica se procederá de acuerdo con esta NOM.	**SUELO:** 13,15
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y	Los residuos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos (latas vacías con algún contenido de pintura, solventes, aceites usados o	Se implementarán acciones de manejo de residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal, identificación, etiquetado y	**SUELO:** 1, 2, 3. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
los listados de los residuos peligrosos.	lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejarán residuos peligrosos conforme a la norma.	confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Promovente, deberá exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición finalizada, así como la copia del contrato celebrado cuando la autoridad ambiental así lo solicite.	22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993.	Esta norma oficial mexicana establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-CRP-001-ECOL/1993.	Se llevará a cabo el correcto manejo de los residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal, identificación, etiquetado y confinamiento especial en el cual se incluye la siguiente actividad dentro del programa: Se analizará la incompatibilidad de los residuos peligrosos (NOM-054-SEMARNAT- 2005) para diseñar el almacén temporal de estos, dividiendo el dique para posibles derrames o colocando para los residuos incompatibles, un doble dique o charola que impida la mezcla de posibles derrames. Estos residuos peligrosos deberán ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Promovente, deberá exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición finalizada, así como la copia del contrato celebrado cuando la autoridad ambiental así lo solicite.	**SUELO:** 1, 2, 3. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **SUELO:** 1, 2, 3. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28.
NOM-059-SEMARNAT-2010	La norma establece el listado de especies en alguna categoría de	Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el	**FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 39,

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
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.	protección y los procedimientos para modificar el listado.	sitio, como se describe en la sección de Flora y Fauna. Con las medidas listadas dentro del presente documento, se mitigarán y compensarán su afectación, con el fin de prevenir, controlar y minimizar impactos adversos a estos componentes ambientales. Para ello, se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre.	40. **FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48.
NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 de la **NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012** y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Se llevarán a cabo actividades a seguir sobre medidas emergentes en caso de derrames. En caso de derrame accidental de sustancias o hidrocarburos (aceites, Diesel, grasas) por la operación de maquinarias, inmediatamente se deberá informar al supervisor ambiental, quien deberá organizar las actividades para realizar la limpieza del sitio, retirando el suelo contaminado, almacenando este en un contenedor con tapa para su disposición final. Si el área de derrame es igual o menor a 1m^2 de superficie se realizarán las siguientes actividades: • Identificación del derrame y tipo de sustancia derramada • Delimitación del área del derrame • Colocación de material absorbente • Retiro del material y del suelo impregnado con el material derramado • Almacenamiento del material y envío a disposición final • Será registrado en las bitácoras de derrames y de Manejo de Residuos Peligrosos. Sí es mayor a 1m^2 de superficie, se requerirá el análisis del suelo derramado para corroborar su peligrosidad por medio de un estudio con base en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y se	**SUELO:** 13,15

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
		avisará a la PROFEPA del derrame sucedido.	**SUELO:** 13,15

CONCLUSIONES:

Como parte de las acciones de este proyecto, se implementarán los lineamientos y cumplimientos descritos dentro de estas Normas Oficiales Mexicanas con la finalidad de no provocar un desequilibrio ecológico durante las diferentes etapas de este proyecto. Asimismo, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación que serán fundamentales para no provocar un desequilibrio ecológico.

CONSULTA PUBLICA

II.4 LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL

A) NIVEL FEDERAL

- *Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) (DOF, 2025)*
- *Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2025)*
- *Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (R-LGEEPA, 2014)*
- *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2024)*
- *Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (R-LGDFS, 2020)*
- *Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2026)*
- *Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR, 2014)*
- *Ley General de Vida Silvestre (LGVS, 2025)*
- *Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (R-LGVS, 2014)*
- *Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2025)*
- *Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN, 2014)*
- *Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2025)*
- *Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2018)*

B) ESTATAL Y MUNICIPAL

- *Código para la Biodiversidad del Estado de México*
- *Código Ambiental del Estado de Querétaro*

C) PLANES DE DESARROLLO EN SUS DIFERENTES NIVELES

- *Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030*
- *Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2025-2030)*
- *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, Estado de México*
- *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Colón*
- *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Marqués*
- *Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquiapan 2021-2052*

CONSULTA PÚBLICA

II.5 CONCLUSIONES

Una vez analizados los instrumentos de ordenamiento ecológico territorial en todos sus niveles de jurisdicción (federal, estatal y municipal), así como los planes de desarrollo particulares para el Área del Proyecto (AP), se determinó que la naturaleza del proyecto mismo **no contraviene a los usos de suelo y reglamentaciones vigentes**, por lo que éste puede ser ejecutado siempre y cuando se planteé una estrategia de mitigación ambiental con base en los impactos identificados, **las cuales se plasman dentro del Capítulo IV** del presente proyecto. En ese sentido, estas medidas se encuentran en concordancia con las leyes, reglamentos y normas oficiales (NOM´s) vigentes y aplicables para el mismo. En ese sentido, una vez obtenida la autorización en materia ambiental expedida por la DGIRA de SEMARNAT dando aprobación a todos los supuestos del estudio, se dará cumplimiento a los términos y condicionantes del resolutivo.

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

El proyecto **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** consiste en la construcción, operación y mantenimiento de una autopista de altas especificaciones, tipo A4, con una longitud aproximada de **95.50 km**, que conectará el km 142+000 de la Autopista federal MEX-057 (México–Querétaro) con el km 33+000 de la Autopista federal México-San Luis. El objetivo principal es mejorar la movilidad regional de vehículos pesados de largo recorrido, disminuyendo el impacto sobre las localidades urbanas al desviar el tránsito fuera de la Zona Metropolitana de Querétaro (ZMQ).

La clasificación vial es del tipo A4, con 4 carriles de circulación y acotamientos laterales anchos, apegándose así a los criterios de diseño y las especificaciones técnicas establecidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT) para este tipo de vías terrestres. La superficie total del proyecto es de **699.5852 ha (6,995,852.1500 m^2).** Asimismo, el trazo contempla entronques que permiten la conexión controlada con redes carreteras existentes. La delimitación del área del proyecto se cuantificó mediante la integración de las superficies correspondientes a las distintas obras del proyecto, el límite constructivo (ceros), la superficie de rodamiento y el límite de predio (superficie sin obra), conforme a la geometría y dimensiones establecidas en el proyecto ejecutivo.

CONSULTA PÚBLICA

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE)

Se delimitó la **Región Ecológica (RE) con una superficie de 164,482.6467 ha (1,644,826,467 m2) (ANX II. Vectores>Región Ecológica RE).** A través de esta RE se realizará el diagnóstico de los componentes ***Clima, Aire, Suelo, Agua*** **y** ***Biodiversidad.***

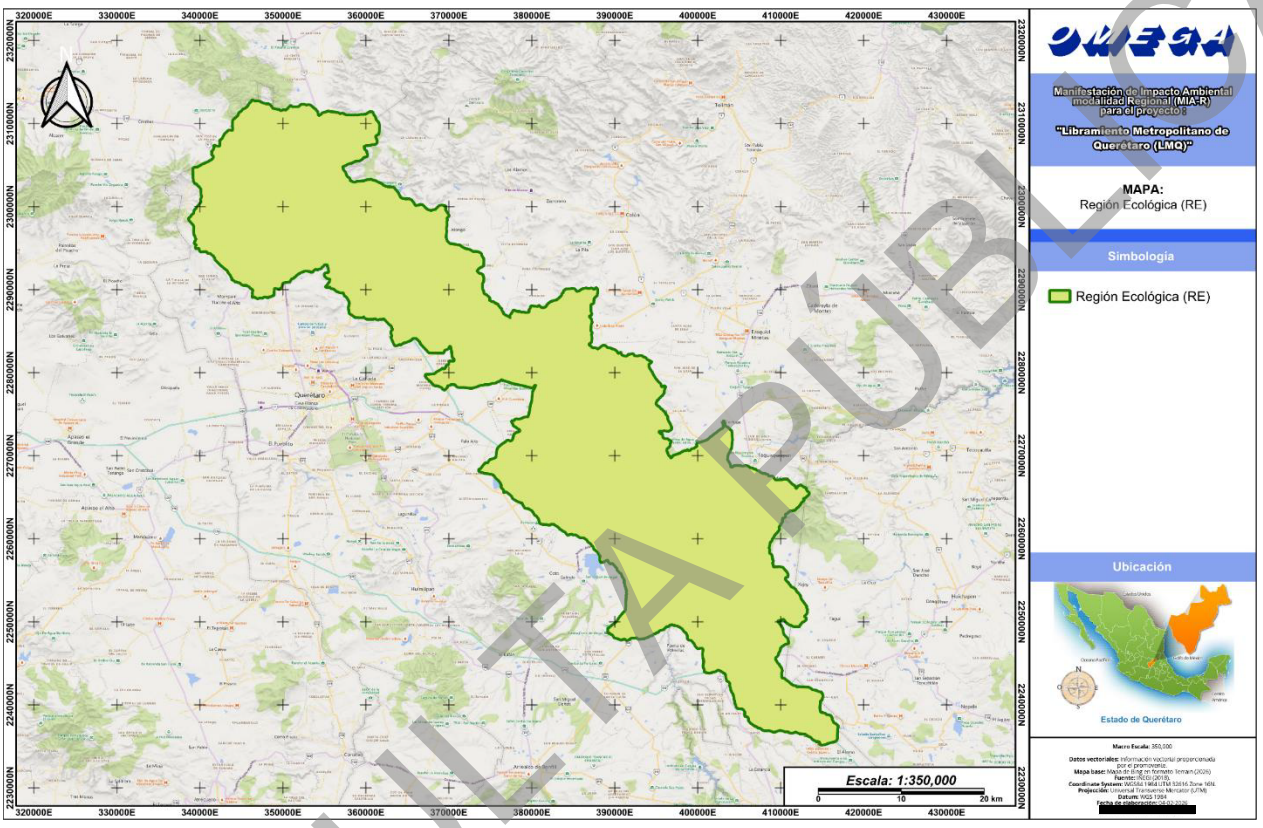

Figura 3. Delimitación de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia.

Finalmente se ajustó el polígono del AI con los criterios anteriores, lo que nos arrojó un polígono con una superficie de 11,035.259 ha (110,352,592m^2) **(ANX II. Vectores>Área de Influencia (AI)),** utilizando un buffer promedio de 500 m.

CONSULTA PÚBLICA

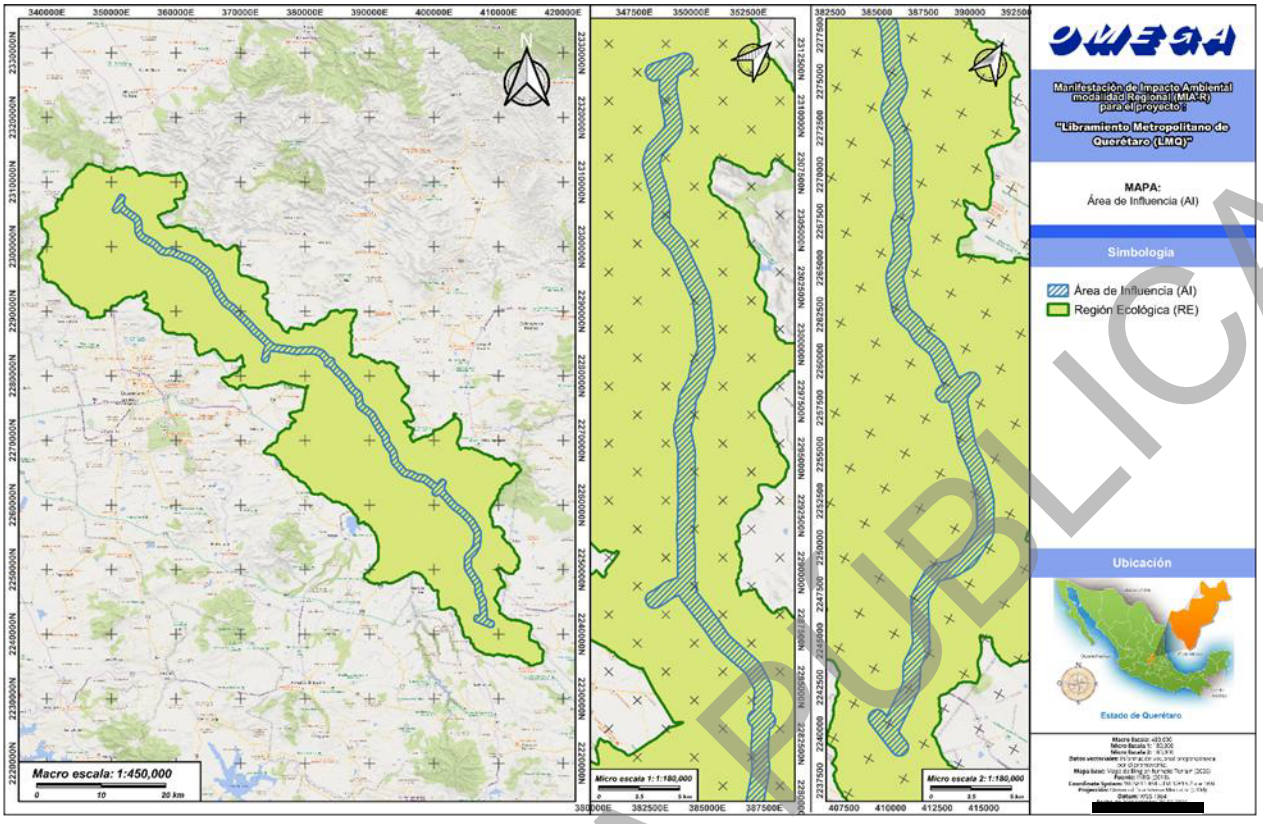

Figura 4. Polígono del Área de Influencia (AI). Elaboración propia.

III.2 CLIMA

III.2.1 Unidades climatológicas

Dentro de la Región Ecológica (RE), se determinó la incidencia con 4 unidades climáticas (2 semiáridas y 2 templadas). El subtipo de clima con mayor superficie es semiárido con clave BS_1kw (temperatura media anual entre 12° y 18°C) con una incidencia del 53.99 %, seguido del templado con clave BS_1hw (temperatura media anual mayor a 18°C) y con una incidencia del 26.93 %. El resto corresponde a unidades climáticas templadas.

III.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

III.3.1 Geología

De acuerdo con la clasificación de INEGI y el portal del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), de la superficie total de la RE definida para el Proyecto, se incide dentro de 12 unidades geológicas (9 del Cenozoico, 3 del Mesozoico) y una clasificada como cuerpo de agua. En tanto, el 36.34% corresponde a rocas areniscas-conglomerado poligénico del periodo Neópgeno-cuaternario (TplQptAr-Cgp) seguida de la Andesita-Basalto, del periodo Terciario (TmA-B) 16.23% y Conglomerado poligénico-arenisca del periodo Neógeno-cuaternario TplQptCgp-Ar con 11.11%.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.2 Provincias geológicas

La RE se encuentra ubicado entre las Provincias geológicas Complejo Orogénico Zacatecano en un 71.33 %, y en menor medida en la Faja Volcánica Transmexicana con una incidencia del 28.67 %. Para el AP, al igual que la RE incide dentro de las provincias geológicas Complejo Orogénico Zacatecano con un 67.7 % y en menor medida en la Faja Volcánica Transmexicana en el 32.3 % restante.

III.3.3 Fisiografía

La Región Ecológica (RE) inciden 2 provincias fisiográficas, en donde el Eje Neovolcánico incide dentro del 93.16 %, seguido de la Mesa del Centro con un 6.7 %, y el 0.14 % se clasifica como cuerpo de agua conforme al SIGEIA. El Área del Proyecto (AP) también se incide en estas dos provincias fisiográficas con un 96.19 % dentro del Eje Neovolcánico, y en un 3.81 % dentro de Mesa del Centro.

Para las subprovincias fisiográficas, la RE se encuentra inmersa en 2 de ellas, y con una mayor superficie de incidencia dentro de la denominada Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo con un 93.16 %, seguida de las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato con un 6.7 %. Para el AP, la mayor incidencia es en la primera subprovincia en comento con un 96.19 %, mientras que las Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato inciden en un 3.81 %.

III.3.4 Sistema de topoformas

La RE incide en 12 topoformas y en 1 cuerpo de agua. De ellas, el Lomerío de Basalto es la topoforma con mayor superficie de incidencia con un 26.63%, seguida de la Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con 21.67%, seguida de la Sierra Volcánica de Laderas Tendidas con Lomeríos con un 21.67 % de incidencia, y en tercer lugar sobre el Lomerío de Basalto con Llanuras en un 14.22 %. Así mismo un 0.14 % de la superficie no cuenta con datos vectoriales.

En tanto, el AP incide en 9 topoformas, de las cuales la que cuenta con una mayor superficie es la topoforma Sierra Volcánica de Laderas Tendidas con Lomerío con 31.32 %, seguida del Lomerío de Aluvión Antiguo con 13.03 %, y en tercer lugar el Lomerío de Basalto con un 12.04 %.

III.4 SUELO

III.4.1 Grupos edafológicos

En la RE se encuentran presentes 7 unidades de suelo: Vertisol con el 45.47 % de ocupación, seguido del Phaenozem con un 32.54 %, después el Technosol con un 10.86 %, el Kastanozem con un 2.42 %, el Leptosol con un 2.35 %, luego el suelo cubierto por agua con 0.79% y Planosol representando el 0.7% de incidencia. En tanto, se registraron 64 unidades edafológicas siendo las que presentan una mayor incidencia una del grupo del vertisol con clave VRlep-sk+LVvr-can/3 con un porcentaje de cobertura del 15.95 %, seguida de una del grupo del Technosol con clave TCek-ub con una incidencia del 10.78 %, y en tercer lugar una del grupo de los vertisoles con clave VRpe-mz/3 con un 6.11 %.

CONSULTA PÚBLICA

III.4.2 Degradación del suelo

Dentro de la RE se determinó que el grado de degradación del suelo va de **LIGERO** a **MODERADO**, donde los procesos de degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica suelen ser calificados como ligeros y moderados a razón de las actividades agrícolas. Estos valores alcanzan hasta un 54.75 % de la superficie de la RE, mientras que el 8.61 % de la superficie se encuentra en degradación de grado **LIGERO** por procesos de Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial debido a actividades agrícolas y sobrepastoreo. En particular, la degradación moderada está mayormente dada por las actividades agrícolas con un 36.15 %, y la segunda superficie en extensión también es debido por este mismo de actividades en un 17.9 %, pero con un grado más ligero.

Para el caso del AP el grado de degradación del suelo es de **LIGERO** a **MODERADO**, principalmente causado por actividades agrícolas que abarcan una superficie del 47.36 % del AP, mientras que el 15.16 % restante presenta una degradación de grado **LIGERO** por actividades de sobrepastoreo. En particular, las superficies con mayor degradación son por actividades agrícolas en un grado moderado con un 32.72 % y un grado ligero con un 14.64 %.

III.4.3 Erosión del suelo

Dentro de la RE se determinó que el tipo de erosión *hídrica laminar de grado moderado (HL2)* con un 21.98 % es la que presentó mayor superficie de incidencia dentro de la RE, seguido por la hídrica laminar grado leve (HL1+HS1) con 15.40% de incidencia, y como tercer tipo de erosión con mayor presencia fue la erosión *Hídrica laminar grado leve, eólica* con un 8.54 %.

Por otro lado, dentro del Área del Proyecto (AP) se observó que la *erosión de tipo laminar en grado moderado* es la que presenta una mayor superficie de incidencia en un 28.43%, seguida de la erosión *Hídrica laminar de grado leve y en surcos* con un 24.05 %.

III.5 AGUA

III.5.1 Regionalización hidrológica

La RE se inserta en un sistema hidrológico complejo que abarca las regiones hidrológico-administrativas VIII Lerma-Santiago-Pacífico y IX Golfo Norte, integrándose a las regiones hidrológicas N°12 Lerma Santiago y N°26 Pánuco, con escurrimientos que drenan hacia las cuencas de los ríos Laja y Moctezuma y se distribuyen en las subcuencas hidrográficas Querétaro-Apaseo, Amealco - Presa Centenario, Bernal y San Ildefonso, identificándose la incidencia en las microcuencas de Amazcala, Buenavista, Chichimequillas, Galeras, La Estacada, La Gotera, La Griega, La Solana, San Vicente Ferrer, Santa Rosa Jauregui, Cerro Gordo, El Mirador, Paso De Mata, Pedro Escobedo, San Juan Del Rio, San Nicolas, Santa Cruz Escandon, La Fuente y Polotitla De La Ilustración.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.2 Cuerpos de agua superficiales

Dentro de la RE, se presentan 13 tipos de cuerpos de agua superficiales que representan juntos un 0.0059% de la superficie total de la RE, siendo que 8 corresponden a cuerpos de agua intermitentes y 5 a cuerpos de agua permanentes. Para el caso del AP, no se presenta incidencia.

Tabla 6. Incidencia de cuerpos de agua superficiales dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Nombre	Tipo de cuerpo de agua	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Bordo La Purísima	Cuerpos de agua intermitente	48739.3511	0.0000
Bordo Los Lirios	Cuerpos de agua intermitente	255225.4160	0.0002
Bordo San Antonio	Cuerpos de agua intermitente	149377.8175	0.0001
Bordo San Gilberto	Cuerpos de agua intermitente	376453.2279	0.0002
Bordo San Luis	Cuerpos de agua intermitente	11639.5095	0.0000
Presa El Cajón	Cuerpos de agua intermitente	263033.7699	0.0002
Presa El Carmen	Cuerpos de agua permanente	12.1577	0.0000
Presa El Centenario	Cuerpos de agua permanente	2063881.2797	0.0013
Presa El Divino Redentor	Cuerpos de agua permanente	3098755.3581	0.0019
Presa Hidalgo	Cuerpos de agua permanente	1670.5754	0.0000
Presa Santa Catarina	Cuerpos de agua intermitente	1150449.5422	0.0007
Sin nombre registrado	Cuerpos de agua intermitente	1676024.2294	0.0010
	Cuerpos de agua permanente	678176.9815	0.0004
Total general		**9,773,439.216**	**0.0059**

III.5.3 Corrientes de agua superficiales

Dentro de la RE se distribuyen 346 corrientes de agua superficiales: 17 corresponden a acueductos subterráneos, 85 a arroyos y corrientes intermitentes, 43 a bordos, 92 a canales de irrigación, 74 a límites de lagos, lagunas y presas permanentes, 28 a ríos y límites de corrientes perennes y 7 de otro tipo. En el caso del AP, este incide dentro de 22 corrientes superficiales, las cuales corresponden 16 a arroyos y corrientes intermitentes, 3 a ríos y límites de corrientes perennes, 2 a acueductos subterráneos y una a canal de irrigación.

III.5.4 Hidrología subterránea (acuíferos)

Dentro de la RE se identificaron 9 diferentes acuíferos siendo los que presentan una mayor incidencia el 2203- Valle de San Juan del Río con un 52.42 %, seguido de la 2204- Valle de Buenavista con un 17.45 %, y en tercer lugar el 2202- Valle de Amazcala con un 16.19 %. En el caso del AP, únicamente se registró la incidencia con 5 acuíferos, siendo el más incidente el 2203- Valle de San Juan del Río con un 60.15 %, seguido del 2202- Valle de Amazcala con un 20.51 %, y en tercer lugar la 2204- Valle de Buenavista en un 10.54 %.

Tabla 7. Incidencia de acuíferos dentro de la RE de acuerdo con el SIGACUA. Elaboración propia.

Clave	Nombre	Disponibilidad	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
1106	Dr. Mora - San José de Iturbide	Sin disponibilidad	9,869,694	0.60
1107	San Miguel de Allende	Sin disponibilidad	5,057,947	0.31
1307	Huichapan - Tecozautla	Sin disponibilidad	11,681,314	0.72
1503	Polotitlán	Sin disponibilidad	57,614,553	3.53
2201	Valle de Querétaro	Sin disponibilidad	28,742,408	1.76
2202	Valle de Amazcala	Sin disponibilidad	262,631,856	16.09
2203	Valle de San Juan del Río	Sin disponibilidad	855,390,435	52.42
2204	Valle de Buenavista	Sin disponibilidad	284,698,631	17.45
2205	Valle de Tequisquiapan	Sin disponibilidad	116,268,007	7.12
Total			**1,631,954,847**	**100.00**

CONSULTA PUBLICA

III.5.5 Calidad del agua

a) Calidad de agua superficial

Dentro de la RE se encontraron 12 puntos de monitoreo de agua establecidos en el Río San Juan, la Presa el Centenario, el Arroyo el arenal y Presa Santa Catarina los cuáles presentaron los siguientes indicadores detectados:

Tabla 8. Calidad del agua superficial dentro de la RE. Elaboración propia.

CLAVE SITIO	Calidad						SEMÁFORO
	Solidos Suspendidos Totales	Coliformes Fecales	Enterococos fecales	Saturación de Oxígeno Disuelto (SUP)	Saturación de Oxígeno Disuelto (MED)	Saturación de Oxígeno Disuelto (FON)	
DLQUE2110	Buena calidad	Contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2112	Excelente	Fuertemente contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2113	Buena calidad	Aceptable	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2114	Buena calidad	Contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2115	Excelente	Contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2118	Excelente	Aceptable	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2121	Buena calidad	Aceptable	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2122	Buena calidad	Aceptable	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2125	Buena calidad	Fuertemente contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE2127	Buena calidad	Aceptable	sin información	Excelente	Fuertemente contaminada	Fuertemente contaminada	ROJO
DLQUE2157	Contaminada	Fuertemente contaminada	sin información	sin información	sin información	sin información	ROJO
DLQUE5525	Buena calidad	Excelente	sin información	Excelente	Contaminada	sin información	ROJO

Con base en ello, se determinó que el semáforo de contaminación en ambos casos es predominantemente **ROJO**, lo que nos señala que el agua superficial se encuentra contaminada.

b) Calidad de agua subterránea

Dentro del RE se detectaron 10 puntos de monitoreo de calidad de agua subterránea, perteneciente a los acuíferos Valle de San Juan del Río, Valle de Tequisquiapan, Valle de Celaya, Valle de Buenavista y Valle de Amazcala.

Tabla 9. Calidad del agua subterránea dentro de la RE y AP. Elaboración propia.

CLAVE SITIO	Calidad						SEMÁFORO
	Alcalinidad	Conductividad	Solidos disueltos	Fluoruros	Dureza total	nitrógeno de nitratos	
DLGUA6128	Alta	Permisible para riego	Cultivos sensibles	Potable - Óptima	Potable - Dura	Potable - Buena calidad	ROJO
DLQUE2109	Media	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2116	Media	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2120	Media	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2126	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Dura	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2132	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Potable - Óptima	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2137	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Media	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2156	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2158	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Baja	Potable - Dura	Potable - Excelente	VERDE
DLQUE2159	Alta	Buena para riego	Excelente para riego	Potable - Óptima	Potable - Moderadamente suave	Potable - Excelente	VERDE

Con base en ello, se determinó que los semáforos de contaminación para el agua subterránea monitoreada en la mayoría de los casos son **VERDE**, a excepción de la clave DLGUA6128, que pertenece al municipio de Cortazar (PARRA), en el acuífero de Valle de San Juan del Río.

CONSULTA PÚBLICA

III.6 AIRE

III.6.1 . Dirección del viento

Para el propósito de este estudio se analizaron los datos de dirección del viento en 4 sectores de dirección y clases de velocidad del viento de la estación de Huimilpan, de acuerdo con la información proporcionada por: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/huichapan_m%c3%a9xico_3526923

Tabla 10. Estación Meteorológica Automatizada “Huimilpan” dentro de la RE. Elaboración propia.

Estado	Nombre	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)
QUERÉTARO	Huimilpan	20.39016667	-100.2835833	2280 m.

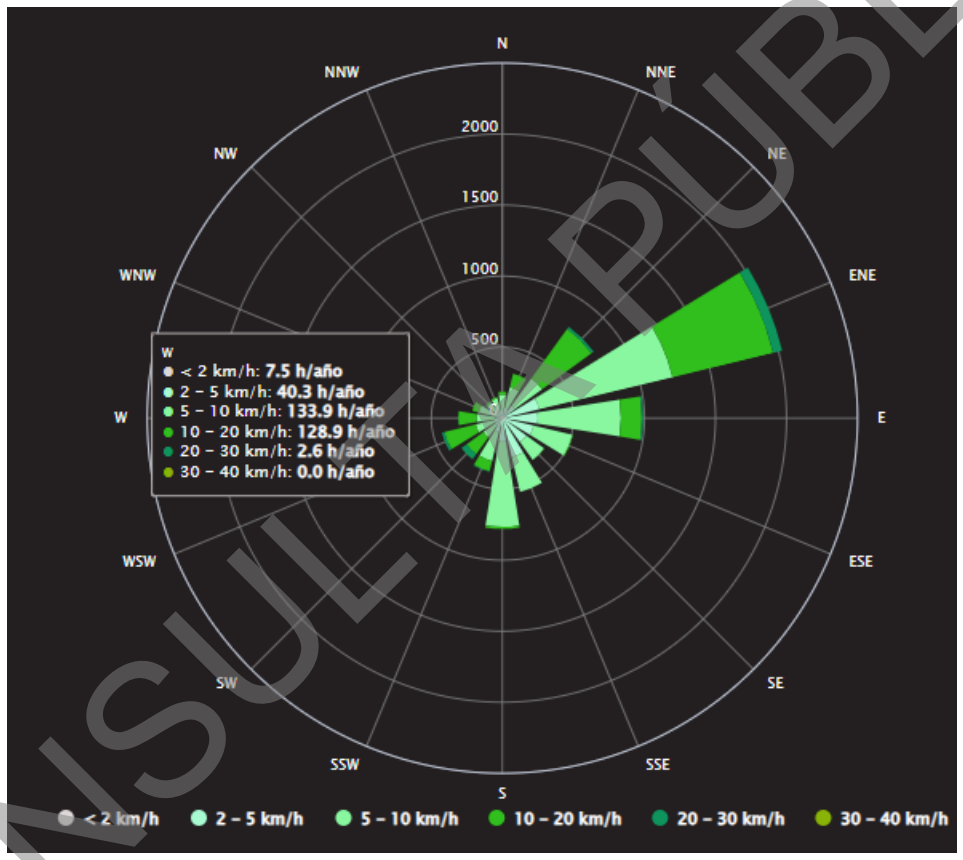

Figura 5.Rosa de vientos de la estación meteorológica de Automatizada Huimilpan a 30 años.

La rosa de vientos representa la distribución estadística de la dirección y de la velocidad del viento en un punto geográfico determinado, acumulada o promediada. Como se puede observar en la imagen anterior la dirección de viento predominante es de Este-Noreste con velocidades que oscilan principalmente entre los 10 y 20 km/h y los 5 y 10 km/h, a esta le sigue la dirección de Oeste-Este con velocidades predominantes de 5 a 10 km/h. Por otro lado, los flujos en sentido Oeste muestran un rango de 2 a 20 km/h, mientras que la dirección de viento que va de Sur-Norte presenta una menor incidencia, registrando velocidades de viento menores de 2 a 5 km/h. Cabe destacar que no se representaron velocidades mayores a los 30 km/ha.

CONSULTA PÚBLICA

III.6.2. Calidad del aire

Conforme al Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire de la zona Metropolitana de Querétaro-San Juan del Río, de la SEMARNAT (2014-2023), donde se incluyen los municipios de Huimilpan, El Marqués, Pedro Escobedo, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan.

https://aire.cemcaq.mx/wp-content/uploads/2021/04/4_ProAire_Queretaro.pdf

Tabla 11. Inventario de emisiones de la ZM de Querétaro-San Juan del Río por subsector, año base 2008 (Valores en toneladas de contaminantes).

Área	Subsector	PM_{10}	$PM_{2.5}$	NOx	SO_2	CO	COV	NH_3	Totales
Totales ZM Querétaro - San Juan del Río	Totales fuentes de área	2,016	1,291	3,927	147	8,721	26,321	7,946	50,369
	Totales fuentes fijas	1,439	1,122	6,833	3,156	2,375	5,921	92	20,938
	Totales Fuentes Móviles	272	212	11,520	411	87,120	8,690	301	108,526
	Totales Fuentes Naturales	-	-	4,460	-	-	9,119	-	13,579
Totales		3,727	2,625	**26,740**	3,714	**98,216**	**50,051**	8,339	**193,412**

Como se puede apreciar en la tabla anterior la mayor cantidad de emisiones generadas son por medio de fuentes móviles con un total de 108,526 toneladas/año, dentro de esta categoría las emisiones de Monóxido de Carbono CO representaron el mayor volumen con 87,120 toneladas/año, atribuidas principalmente al uso de vehículos particulares y de vehículos tipo Pick up. Asimismo, existe se reporta una emisión significativa de Óxidos de nitrógeno NOx derivado del uso de autos particulares y el uso de tractocamiones con 11,520 toneladas/año, seguidos de los compuestos volátiles COV con 8,690 toneladas/año.

En segundo orden de importancia, se sitúan las fuentes de área que aportan un total de 50,369 toneladas/año en donde predominan las emisiones de Compuestos volátiles COV, generadas principalmente por el uso comercial y doméstico de solventes, seguida del monóxido de carbono CO con 8,721 toneladas/año derivado en mayor medida de la combustión doméstica, y finalmente la emisión del Amoníaco con 7,946 toneladas/año debido a la actividad ganadera.

Por último, se encuentran las fuentes fijas que contribuyen con 20,938 toneladas/año, donde las emisiones predominantes son de Óxidos de Nitrógeno Nox con 6,833 toneladas/año, como resultado principal de la generación de energía eléctrica. A estos les siguen los compuestos volátiles COV con 5,921 toneladas/años provenientes mayormente de la emisión por la industria automotriz y el Dióxido de azufre SO2 con 3,156 toneladas/año generadas asociado principalmente a la industria de celulosa y papel. A manera de conclusión se puede observar que la mayor contaminación se genera por las emisiones de Monóxido de carbono CO y la emisión de Óxidos de nitrógeno Nox derivadas principalmente del uso de automóviles particulares, mientras que en segundo término se encuentran los compuestos volátiles cuya emisión se debe mayormente al uso comercial y doméstico de solventes.

CONSULTA PÚBLICA

III.7 BIODIVERSIDAD

III.7.1 Flora y vegetación terrestre

a) Uso de suelo y vegetación

- **Región Ecológica (RE)**

Conforme a este análisis, el tipo de uso con mayor superficie es el Agrícola-Pecuario-Forestal con un 66.68%, seguido del Ecológico-Florístico-Fisonómico con un 25.24 %, y tipo de información complementaria con un 8.05 %, además de que el 0.03 % de la superficie se encuentra desprovista de vegetación. Para los Usos y tipos de vegetación, la Agricultura de temporal (TA) es la que ocupa la mayor superficie con un 32.96 %, seguido de la Agricultura de Riego (RAS) con un 27.98 %, y en tercer lugar la superficie que corresponde a Vegetación secundaria arbustiva de selva caducifolia (VSa/SBC) con 9.21%. En ese sentido en lo que corresponde a Ecológico-florístico- fisonómico la vegetación que presenta mayor superficie es Selva baja caducifolia en su estado secundario VSa/SBC con 9.21% y Matorral Xerófilo en estado secundario (VSa/MC) con 6.08% y en su estado primario (MC) con 4.02%.

- **Área del Proyecto (AP)**

Conforme a los resultados obtenidos en el análisis de incidencia, el tipo de información con mayor representación es el Agrícola-Pecuario-Forestal, que suma un 75.15% de la superficie total, seguido por el componente Ecológico-Florístico-Fisonómico con un 24.75%, mientras que la información Complementaria (asentamientos humanos y cuerpos de agua) representa apenas el 0.10%. En lo referente a los **Usos y tipos de vegetación**, la Agricultura de temporal (TA) es la que ocupa la mayor extensión con un 51.11%, seguida de la Agricultura de riego (RAS) con un 19.22%. En tercer lugar, se ubica la Selva baja caducifolia en estado secundario (VSa/SBC) con un 10.94%, seguida del Matorral xerófilo en sus dos variantes: el estado primario (MC) con un 5.42% y su fase secundaria (VSa/MC) con un 4.03%.

Tabla 12. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de información	Clave de vegetación	Uso de suelo y tipo de vegetación	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Agrícola-Pecuario-Forestal	PI	Vegetación inducida	337,235	4.82
	RAS	**Agricultura de riego**	**1,344,525**	**19.22**
	TA	**Agricultura de temporal**	**3,575,314**	**51.11**
Complementaria	AH	Asentamientos humanos	1,117	0.02
	H2O	Cuerpo de agua	5,872	0.08
Ecológico-Florístico-Fisonómico	**MC**	**Matorral xerófilo**	**379,280**	**5.42**
	SBC	Selva baja caducifolia	191,058	2.73
	VSa/BQ	Bosque de encino	113,695	1.63
	VSa/MC	Matorral xerófilo	282,071	4.03
	VSa/SBC	**Selva baja caducifolia**	**765,684**	**10.94**
Total			**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

b) Análisis de la información para la caracterización de la vegetación

b.1) *Flora potencial dentro de la Región Ecológica (RE)*

Dentro de la flora potencial registrada en la Región Ecológica (RE), se registraron un total de 1,388 especies distribuidas en 149 familias y 632 géneros, resultando en 118 especies exóticas, 40 especies exóticas-invasoras, 1 especie criptogénica y 1,229 nativas, de las cuales 346 son endémicas. Así mismo, de acuerdo con los criterios que establecen organismos internacionales como Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), así como la NOM-059 a nivel nacional, que múltiples especies se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo. De ese modo, se categorizaron un total de 100 especies en apéndices CITES, todas dentro de la categoría del apéndice II. Por otro lado, en la categorización por parte del IUCN se registraron un total de 321 especies distribuidas en 6 diferentes categorías de riesgo, de modo en que 11 especies no cuentan con los datos suficientes DD, 302 especies se encuentran bajo Preocupación menor (LC), 2 como Vulnerables (V), 2 especies casi amenazadas (NT), 3 en Peligro (EN) correspondiendo a las especies *Agave albomarginata, Exothea copalillo* y *Gossypium trilobum,* y a *Cedrela dugesii* como la única especie en Peligro Crítico (CR).

Finalmente, para las especies categorizadas en alguna situación de riesgo **de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación en su Anexo Normativo III (2019), se encontraron 14 especies en alguna categoría de riesgo**. Es importante comentar que estas especies presentan una distribución más amplia a la Región Ecológica, estableciéndose en el centro del país principalmente.

Tabla 13. Flora potencial en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia.

CATEGORÍA DE RIESGO	ESPECIE	ENDEMISMO
Sujeta a Protección Especial (Pr) (5 especies)	*Cedrela dugesii*	No endémica
	Gentiana spathacea	Endémica
	Mammillaria crinita crinita	Endémica
	Mammillaria painteri	Endémica
	Mammillaria pringlei	Endémica
Amenazadas (A) (6 especies)	*Albizia occidentalis*	No endémica
	Dasylirion acrotrichum	Endémica
	Dasylirion longissimum	Endémica
	Mammillaria rhodantha	Endémica
	Erythrina americana	No endémica
	Mammillaria rodantha	Endémica
En Peligro de Extinción (P) (3 especies)	*Echeveria elegans*	Endémica
	Gossypium trilobum	Endémica
	Litsea glaucescens	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

b.2) Resultados a través de los muestreos biológicos

- **Selva Baja Caducifolia (SBC)**

i. Riqueza y estructura florística

A partir de los resultados en campo, se realizó el registro de 35 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 20 especies. A continuación, se presentan los resultados por zona:

- Para la RE: 11 especies de herbáceas, 3 especies de enredaderas o epífitas, 6 especies de árboles, 8 especies de arbustos y 7 especies de cactáceas y/o rosetófilas.
- Para el AP: 3 especies de árboles, 4 especies de hierbas, 3 especies de enredaderas o epífitas, 7 especies de arbustos y 3 especies de cactáceas y/o rosetófilas.

Por otra parte, para una mejor comparativa, se presentan las densidades por hectárea (Nha^{-1}) dentro de la selva baja caducifolia (SBC).

- **Región Ecológica (RE)**

Estrato arbóreo: *Vachellia farnesiana* con 147 Nha^{-1}, *Neltuma laevigata* con 104 Nha^{-1} y *Ipomoea murucoides* con 27 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Dodonaea viscosa* con 1,350 Nha^{-1}, *Karwinskia humboldtiana* con 1,150 Nha^{-1} y tanto *Brickellia veronicifolia como Nicotiana glauca* con 700 Nha^{-1} cada una de ellas.

Estrato herbáceo: *Setaria parviflora* con 22,917 Nha^{-1}, *Muhlenbergia lindheimeri* con 21,667 Nha^{-1} y *Bouteloua gracilis* con 12,500 Nha^{-1}.

Estrato de enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 320 Nha^{-1}, y *Cologania angustifolia* con 147 Nha^{-1}.

Estrato de cactáceas y/o rosetófilas: *Opuntia streptacantha* con 170 Nha^{-1}, y *Myrtillocactus geometrizans* con 77 Nha^{-1} *y Opuntia tomentosa* con 70 Nha^{-1}.

- **Área del Proyecto (AP)**

Estrato arbóreo: *Vachellia farnesiana* con 168 Nha^{-1}, *Neltuma laevigata* con 40 Nha^{-1} y *Ipomoea murucoides* con 12 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Karwinskia humboldtiana* con 1,000 Nha^{-1}, *Dodonaea viscosa* con 420 Nha^{-1} y *Flourensia resinosa* con 500 Nha^{-1}.

Estrato herbáceo: *Setaria parviflora* con 47,500 Nha^{-1}, *Croton capitatus* con 12,000 Nha^{-1} y *Muhlenbergia lindheimeri* con 3,000 Nha^{-1} cada una de ellas.

Estrato de enredaderas o epífitas: *Cologania angustifolia* con 216 Nha^{-1} *y Tillandsia recurvata* con 132 Nha^{-1}.

Estrato de cactáceas y/o rosetófilas: *Opuntia streptacantha* con 244 Nha^{-1}, *Opuntia tomentosa* con 44 Nha^{-1} *y Myrtillocactus geometrizans* con 40 Nha^{-1}.

CONSULTA PÚBLICA

Respecto a los endemismos, dentro de la RE de las 35 especies 20 son nativas y 7 endémicas (*Flourensia resinosa, Senecio cinerarioides, Zaluzania augusta, Mammillaria rhodantha, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia robusta y Opuntia streptacantha),* cinco de ellas son exóticas-invasoras (*Ligustrum lucidum, Cenchrus setaceus, Leonotis nepetifolia, Melinis repens y Reseda luteola*) y tres son exóticas (*Schinus molle, Nicotiana glauca y Sonchus oleraceus*). Para el caso del AP, de las 20 especies 13 son nativas, una de ellas es exótica, cinco de ellas son endémicas y cinco son exóticas-invasoras.

Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019), solo se registró una especie listada como Amenazada (A) siendo *Mammillaria rodantha,* la cual se encuentra exclusivamente en la Región Ecológica (RE). Para las especies en la Lista Roja de la IUCN, se registraron 20 especies en Preocupación Menor (LC) dentro de la RE, y 11 de ellas dentro del AP. Por último, para las especies en algún apéndice de la CITES, sólo 1 de ellas se registró dentro del Apéndice II.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 14. Listado florístico de la SBC de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Genero	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Arbóreo	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate Blanco	Convolvulaceae	*Ipomoea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbóreo	*Ligustrum lucidum*	Trueno Chino	Oleaceae	*Ligustrum*	Exótica-Invasora	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbóreo	*Neltuma laevigata*	Mezquite Blanco	Fabaceae	*Neltuma*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbóreo	*Schinus molle*	Pirul	Anacardiaceae	*Schinus*	Exótica	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbóreo	*Vachellia farnesiana*	Huizache	Fabaceae	*Vachellia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbóreo	*Vachellia schaffneri*	Huizache Negro	Fabaceae	*Vachellia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbustivos	*Brickellia veronicifolia*	Peistó	Asteraceae	*Brickellia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustivos	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	Sapindaceae	*Dodonaea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustivos	*Flourensia resinosa*	Flourensia	Asteraceae	*Flourensia*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustivos	*Jatropha dioica*	Sangre de Drago	Euphorbiaceae	*Jatropha*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbustivos	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	Rhamnaceae	*Karwinskia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustivos	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo	Solanaceae	*Nicotiana*	Exótica	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustivos	*Senecio cinerarioides*	Jarilla	Asteraceae	*Senecio*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustivos	*Zaluzania augusta*	Hierba blanca	Asteraceae	*Zaluzania*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Agave americana*	Maguey Blanco	Asparagaceae	*Agave*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactaceae	*Cylindropuntia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Mammillaria rhodantha*	Biznaga de Flores Rosadas	Cactaceae	*Mammillaria*	Endémica	Amenazada (A)	Apéndice II	LC	☑	
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	Cactaceae	*Myrtillocactus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Opuntia streptacantha*	Nopal	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactáceas y/o Rosetófilas	*Opuntia tomentosa*	Nopal chamacuelo	Cactaceae	*Opuntia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Paixtle	Bromeliaceae	*Tillandsia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	Convolvulaceae	*Ipomoea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Cologania angustifolia*	Longleaf cologania	Fabaceae	*Cologania*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbáceo	*Bouteloua gracilis*	Navajita	Poaceae	*Bouteloua*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Herbáceo	*Cenchrus setaceus*	Zacate Africano	Poaceae	*Cenchrus*	Exótica-Invasora	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Herbáceo	*Croton capitatus*	Croton	Euphorbiaceae	*Croton*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbáceo	*Erigeron bonariensis*	Hierba Carnicera	Asteraceae	*Erigeron*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbáceo	*Leonotis nepetifolia*	Bola del Rey	Lamiaceae	*Leonotis*	Exótica-Invasora	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbáceo	*Melinis repens*	Pasto Africano Rosado	Poaceae	*Melinis*	Exótica-Invasora	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbáceo	*Muhlenbergia lindheimeri*	Pasto amacollado	Poaceae	*Muhlenbergia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbáceo	*Reseda luteola*	Acelguilla Euroasiática	Resedaceae	*Reseda*	Exótica-Invasora	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbáceo	*Setaria parviflora*	Zacate sedoso	Poaceae	*Setaria*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Herbáceo	*Sonchus oleraceus*	Achicoria Europea	Asteraceae	*Sonchus*	Exótica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbáceo	*Tithonia tubaeformis*	Gigantón	Asteraceae	*Tithonia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	

CONSULTA PÚBLICA

ii. Biodiversidad

En el caso de los índices de biodiversidad aplicados, se determinaron los niveles de diversidad alfa conforme a lo siguiente:

Índice de Shannon-Wiener (H´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue bajo para ambas áreas (1.337- H´-RE) y (0.675 - H´- AP).
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue bajo (1.826 H´) para la RE y también bajo (1.755 H´) para el AP.
- **Estrato herbáceo:** el nivel fue medio (2.026 H´) para la RE y bajo (0.808 H´) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue bajo (0.964 H´) para la RE y bajo (1.008 H´) para el AP.
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue bajo (1.590 H´) para la RE y bajo (0.746 H´) para el AP.

Índice de Pielou (J´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue medio para ambas áreas (0.746 RE) y (0.614 AP).
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue alto (0.878) para la RE y también alto (0.902) para el AP.
- **Estrato herbáceo:** el nivel fue alto (0.845) para la RE y medio (0.583) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue alto (0.878) para la RE y media para el AP (0.679).
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue alto (0.817) para la RE y alto (0.9204) para el AP.

Serie de Números de Hill para la riqueza efectiva (q0, q1, q2)

- **Estrato arbóreo:**
  Para la RE fueron q0= 6 especies de árboles registrados, q1= 4 especies de árboles comunes y q2= 3 especies de árboles dominantes.
  Para el AP fueron q0= 3 especies de árboles registrados, q1= 2 especies de árboles comunes y q2= 2 especies de árboles dominantes.
- **Estrato arbustivo:**
  Para la RE fueron q0= 8 especies de arbustos registrados, q1= 6 especies de arbustos comunes y q2= 5 especies de arbustos dominantes.
  Para el AP fueron q0= 7 especies de arbustos registrados, q1= 6 especies de arbustos comunes y q2= 5 especies de arbustos dominantes.
- **Estrato herbáceo:**
  Para la RE fueron q0= 11 especies de hierbas registradas, q1= 8 especies de hierbas comunes y q2= 6 especies de hierbas dominantes.
  Para el AP fueron q0= 4 especies de hierbas registradas, q1= 2 especies de hierbas comunes y q2=2 especies de hierbas dominantes.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:**
  Para la RE fueron q0= 3 especies registradas, q1= 3 especies comunes y q2= 2 especies dominantes.
  Para el AP fueron q0= 3 especies registradas, q1= 3 especies comunes y q2= 2 especies dominantes.
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:**
  Para la RE fueron q0= 7 especies registradas, q1= 5 especies comunes y q2= 4 especies dominantes.
  Para el AP fueron q0= 3 especies registradas, q1= 2 especies comunes y q2= 2 especies dominantes.

CONSULTA PÚBLICA

En ese sentido, la riqueza en general osciló entre baja a media dentro de los estratos. Esto debido al grado de perturbación que impera dentro de la Selva Baja Caducifolia (SBC).

- **Matorral Crassicaule (MC)**

i. Riqueza y estructura florística

A partir de los resultados en campo, se realizó el registro de 65 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 59 especies. A continuación, se presentan los resultados por zona:

- Para la RE: se registraron 12 especies arbóreas, 15 arbustivas, 18 cactáceas y/o rosetófilas, 6 enredaderas o epífitas y 14 herbáceas.

- Para el AP: se registraron 9 especies arbóreas, 13 arbustivas, 18 cactáceas y/o rosetófilas, 6 enredaderas o epífitas y 13 especies herbáceas.

Por otra parte, para una mejor comparativa, se presentan las densidades por hectárea (Nha^{-1}) dentro del Matorral Crasicaule (MC).

- **Región Ecológica (RE)**

Estrato arbóreo: *Vachellia farnesiana* con 377 Nha^{-1}, *Bursera fagaroides* con 230 Nha^{-1} y *Neltuma laevigata* con 114 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Jatropha dioica* con 1,775 Nha^{-1}, *Verbesina serrata* con 684 Nha^{-1} y *Croton ciliatoglandulifer* con 409 Nha^{-1}.

Estrato cactáceas y/o rosetófilas: *Cylindropuntia imbricata* con 130 Nha^{-1}, *Myrtillocactus geometrizans* con 82 Nha^{-1} y *Opuntia robusta* con 40 Nha^{-1},

Estrato herbáceas: *Eragrostis intermedia* con 5,625 Nha^{-1}, seguida de *Herissantia crispa* con 1,667 Nha^{-1} y *Cenchrus ciliaris* con 1,459 Nha^{-1}.

Estrato Enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 855 Nha^{-1} seguida de *Cologania angustifolia* con 147 Nha^{-1} y *Ipomoea purpurea* con 145 Nha^{-1}.

- **Área del Proyecto (AP)**

Estrato arbóreo: *Bursera fagaroides* con 457 Nha^{-1}, *Vachellia farnesiana* con 194 Nha^{-1} *y Neltuma laevigata* con 157 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Jatropha dioica* con 1,459 Nha^{-1}, *Croton ciliatoglandulifer* con 425 Nha^{-1} y *Verbesina serrata* con 309 Nha^{-1}

Estrato cactáceas y/o rosetófilas: *Cylindropuntia imbricata* con 177 Nha^{-1}, *Myrtillocactus geometrizans* con 95 Nha^{-1} y *Opuntia robusta* con 57 Nha^{-1}.

Estrato herbáceas: *Cenchrus ciliaris* con 2,917 Nha^{-1}, seguida de *Adenophyllum cancellatum y Eragrostis intermedia* con 1,667 Nha^{-1} cada uno.

Estrato Enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 550 Nha^{-1} seguida *Polystemma pilosum* con 117 Nha^{-1} e *Cologania angustifolia* con 109 Nha^{-1}.

CONSULTA PÚBLICA

Respecto a la composición por origen y endemismo, en la Región Ecológica (RE) se registraron 65 especies, de las cuales 41 son nativas. Del total, 21 especies son endémicas: *Agave salmiana, Bursera morelensis, Coryphantha erecta, Coryphantha radians, Echinocereus cinerascens, Ferocactus echidne, Ferocactus latispinus, Gonolobus grandiflorus, Isolatocereus dumortieri, Loeselia coerulea, Mammillaria magnimamma, Mammillaria uncinata, Myrtillocactus geometrizans, Nyctocereus serpentinus, Opuntia hyptiacantha, Opuntia lasiacantha, Opuntia robusta, Opuntia streptacantha, Plumbago pulchella, Verbesina serrata* y *Zaluzania augusta.*

Asimismo, se identificaron dos especies exóticas (*Schinus molle* y *Lysimachia arvensis*) y una especie exótica-invasora (*Cenchrus ciliaris*). En el Área del Proyecto (AP) se registraron 59 especies, de las cuales 37 son nativas y 19 son endémicas, correspondiendo a las mismas especies reportadas para la RE, con excepción de dos que no se presentaron en el AP. De igual forma, se registraron las mismas especies exóticas y la misma especie exótica invasora señaladas para la RE.

De conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III publicada el 14 de noviembre de 2019, se registró una especie en alguna categoría de riesgo dentro de la Región Ecológica (RE): *Hesperalbizia occidentalis*, clasificada como Amenazada (A). En el Área del Proyecto (AP) no se identificaron especies enlistadas en dicha norma.

En cuanto a la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), en la RE se registraron 35 especies clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC), de las cuales 31 también se encontraron en el AP. Asimismo, se registró una especie con la categoría de Datos Insuficientes (DD), presente tanto en la RE como en el AP.

Finalmente, respecto a las especies incluidas en los Apéndices de la CITES, se registraron 18 especies en el Apéndice II dentro de la RE; la totalidad de estas especies también fueron registradas en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 15. Listado florístico del MC de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Arbórea	*Bursera fagaroides*	Papelillo	Burseraceae	*Bursera*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Bursera morelensis*	Palo mulato	Fabaceae	*Bursera*	Endémica	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbórea	*Bursera tomentosa*	Copal	Burseraceae	*Bursera*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbórea	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Fabaceae	*Eysenhardtia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Forestiera phillyreoides*	Granjeno acebuche	Oleaceae	*Forestiera*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Hesperalbizia occidentalis*	Palo de escopeta	Fabaceae	*Hesperalbizia*	Nativa	Amenazada (A)	Sin registro	LC	☑	
Arbórea	*Ipomoea murucoides*	Cazahuate blanco	Convolvulaceae	*Ipomoea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Lysiloma acapulcense*	Tepehuaje	Fabaceae	*Lysiloma*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Fabaceae	*Neltuma*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbórea	*Schinus molle*	Pirul	Anacardiaceae	*Schinus*	Exótica	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Vachellia farnesiana*	Huizache	Fabaceae	*Vachellia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbórea	*Vachellia schaffneri*	Huizache prieto	Fabaceae	*Vachellia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Abutilon abutiloides*	Colotahue	Malvaceae	*Abutilon*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Verbenaceae	*Aloysia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Celtis pallida*	Acebuche	Cannabaceae	*Celtis*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Croton ciliatoglandulifer*	Canelilla	Euphorbiaceae	*Croton*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Dodonaea viscosa*	Chapulixtle	Sapindaceae	*Dodonaea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Oleaceae	*Forestiera*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	
Arbustiva	*Iresine latifolia*	Amargosillo	Amaranthaceae	*Iresine*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Arbustiva	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	Euphorbiaceae	*Jatropha*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	Rhamnaceae	*Karwinskia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Lantana hirta*	Orégano de monte	Verbenaceae	*Lantana*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Lantana velutina*	Confiturilla	Verbenaceae	*Lantana*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	Fabaceae	*Mimosa*	Nativa	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Arbustiva	*Senna wislizeni*	Carrozo	Fabaceae	*Senna*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Verbesina serrata*	Vara blanca	Asteraceae	*Verbesina*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Arbustiva	*Zaluzania augusta*	Hierba blanca	Asteraceae	*Zaluzania*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Asparagaceae	*Agave*	Endémica	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Coryphantha erecta*	Biznaga partida parada	Cactaceae	*Coryphantha*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Coryphantha radians*	Biznaga partida de cuernos	Cactaceae	*Coryphantha*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactaceae	*Cylindropuntia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Echinocereus cinerascens*	Alicoche cocuá	Cactaceae	*Echinocereus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Ferocactus echidne*	Biznaga barril espinosa	Cactaceae	*Ferocactus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Ferocactus latispinus*	Biznaga ganchuda	Cactaceae	*Ferocactus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Isolatocereus dumortieri*	Órgano cimarrón	Cactaceae	*Isolatocereus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Mammillaria magnimamma*	Biznaga de espina solitaria	Cactaceae	*Mammillaria*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Mammillaria uncinata*	Biznaga de chilito	Cactaceae	*Mammillaria*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	Cactaceae	*Myrtillocactus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Nyctocereus serpentinus*	Gigante	Cactaceae	*Nyctocereus*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla	Cactaceae	*Opuntia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	DD	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Cactaceae	*Opuntia*	Endémica	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia tomentosa*	Nopal chamacuelo	Cactaceae	*Opuntia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	LC	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Cologania angustifolia*	Longleaf cologania	Fabaceae	*Cologania*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑

CONSULTA PÚBLICA

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Enredaderas o epífitas	*Gonolobus grandiflorus*	Panjololote	Apocynaceae	*Gonolobus*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	Convolvulaceae	*Ipomoea*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Plumbago pulchella*	Chililllo medicinal	Plumbaginaceae	*Plumbago*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Polystemma pilosum*	Polystemma pilosum	Apocynaceae	*Polystemma*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Adenophyllum cancellatum*	Alcanfor	Asteraceae	*Adenophyllum*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Argemone ochroleuca*	Cardo santo	Papaveraceae	*Argemone*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Buddleja scordioides*	Escobilla	Scrophulariaceae	*Buddleja*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Poaceae	*Cenchrus*	Exótica-invasora	Sin registro	Sin registro	LC	☑	☑
Herbácea	*Cenchrus longisetus*	Zacate africano plumoso	Poaceae	*Cenchrus*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Poaceae	*Eragrostis*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Euphorbia hirta*	Golondrina	Euphorbiaceae	*Euphorbia*	Nativa	Sin registro	Apéndice II	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Evolvulus alsinoides*	Pico de pájaro	Convolvulaceae	*Evolvulus*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	Malvaceae	*Herissantia*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Loeselia coerulea*	Jarrito	Polemoniaceae	*Loeselia*	Endémica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	
Herbácea	*Lysimachia arvensis*	Jabonera europea	Primulaceae	*Lysimachia*	Exótica	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Malvastrum bicuspidatum*	Tuchi	Malvaceae	*Malvastrum*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Solanum rostratum*	Ayohuiztle	Solanaceae	*Solanum*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑
Herbácea	*Tridentopsis mutica*	Tridente esbelto	Poaceae	*Tridentopsis*	Nativa	Sin registro	Sin registro	Sin registro	☑	☑

CONSULTA PÚBLICA

ii. Biodiversidad

En el caso de los índices de biodiversidad aplicados, se determinaron los niveles de diversidad alfa conforme a lo siguiente:

Índice de Shannon-Wiener (H´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue bajo (1.815) para la RE y también bajo (1.783) para el AP.
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue medio (2.044) para la RE y también medio (2.034) para el AP.
- **Estrato de Cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue medio (2.398) para la RE y también medio (2.197) para el AP.
- **Estrato de Herbáceas:** el nivel fue medio (2.300) para la RE y medio (2.442) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue bajo (1.364) para la RE y también bajo (1.291) para el AP.

Índice de Pielou (J´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue alto (0.730) para la RE y también alto (0.811) para el AP.
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue alto (0.755) para la RE y también alto (0.793) para el AP.
- **Estrato de Cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue alto (0.830) para la RE y también alto (0.760) para el AP.
- **Estrato de Herbáceas:** el nivel fue alto (0.872) para la RE y también alto (0.952) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue alto (0.761) para la RE y también alto (0.720) para el AP.

Serie de Números de Hill para la riqueza efectiva (q0, q1, q2)

- **Estrato arbóreo:**
  Para la RE fueron q0= 12 especies de árboles registrados, q1= 6 especies de árboles comunes y q2= 5 especies de árboles dominantes.
  Para el AP fueron q0= 9 especies de árboles registrados, q1= 6 especies de árboles comunes y q2= 5 especies de árboles dominantes.
- **Estrato arbustivo:**
  Para la RE fueron q0= 15 especies de arbustos registrados, q1= 8 especies de arbustos comunes y q2= 5 especies de arbustos dominantes.
  Para el AP fueron q0= 13 especies de arbustos registrados, q1= 8 especies de arbustos comunes y q2= 5 especies de arbustos dominantes.
- **Estrato de Cactáceas y/o rosetófilas:**
- Para la RE fueron q0= 18 especies de cactáceas y/o rosetófilas registradas, q1= 11 especies de cactáceas y/o rosetófilas especies comunes y q2= 7 especies de cactáceas y/o rosetófilas especies dominantes.
- Para el AP fueron q0= 18 especies de cactáceas y/o rosetófilas registradas, q1= 9 especies de cactáceas y/o rosetófilas comunes y q2= 6 especies de cactáceas y/o rosetófilas dominantes.
  Estrato de Herbáceas:
  Para la RE fueron q0= 14 especies de herbáceas, q1= 10 especies de herbáceas comunes y q2= 7 especies de herbáceas dominantes.
- Para la RE fueron q0= 13 especies de herbáceas, q1= 11 especies de herbáceas comunes y q2= 10 especies de herbáceas dominantes.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:**
- Para la RE fueron q0= 6 especies de enredaderas o epífitas registradas, q1= 4 especies de enredaderas o epífitas comunes y q2= 3 especies de enredaderas o epífitasdominantes.

CONSULTA PÚBLICA

- Para el AP fueron q0= 6 especies de enredaderas o epífitas registradas, q1= 4 especies de enredaderas o epífitas comunes y q2= 3 especies de enredaderas o epífitas dominantes.

En ese sentido, la riqueza en general osciló entre media y baja dentro de los estratos. Esto debido al grado de perturbación que impera dentro del ecosistema Matorral Crasicaule (MC).

- **Mezquital Xerófilo (MKX)**

i. Riqueza y estructura florística

A partir de los resultados en campo, se realizó el registro de 28 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) se registraron 34 especies. A continuación, se presentan los resultados por zona:

- Para la RE: 10 especies de cactáceas y/o rosetófilas, 7 especies de arbustivas, 5 especies de árboles, 4 especies herbáceas y 2 enredaderas o epifitas.
- Para el AP: 12 especies de cactáceas y/o rosetófilas, 7 especies de arbustivas y herbáceas cada una de ellas, 5 especies arbóreas, 3 de enredaderas o epífitas.

Por otra parte, para una mejor comparativa, se presentan las densidades por hectárea (Nha^{-1}) dentro del Mezquital Xerófilo (MKX).

- **Región Ecológica (RE)**

Estrato arbóreo: *Neltuma laevigata* con 312 Nha^{-1}, *Vachellia schaffneri* con 124 Nha^{-1} y *Vachellia farnesiana* con 16 Nha^{-1} y tanto como *Bursera fagaroides y Eysenhardtia polystachya* obtuvieron 4 Nha^{-1} cada una de ella.

Estrato arbustivo: *Mimosa aculeaticarpa* con 640 Nha^{-1}, *Jatropha dioica* con 400 Nha^{-1}, *Verbesina serrata con* 320 Nha^{-1}*, y tanto Aloysia gratissima como Celtis pallida* con 180 Nha^{-1} cada una de ellas, *Gymnosperma glutinosum con* 140 Nha^{-1} y por último *Lantana hirta* con 20 Nha^{-1}.

Estrato herbáceo: *Cenchrus ciliaris* con 4,000 Nha^{-1}, *Herissantia crispa* con 3,000 Nha^{-1}, *Cenchrus setaceus* con 2,500 Nha^{-1} y por último *Eragrostis intermedia* con 2,000 Nha^{-1}.

Estrato de enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 260 Nha^{-1}, y *Polystemma pilosum* con 60 Nha^{-1} .

Estrato de cactáceas y/o rosetófilas: *Cylindropuntia imbricata* con 60 Nha^{-1},*Opuntia engelmannii* con 24 Nha^{-1}*, Ferocactus latispinus con 16* Nha^{-1}*, seguido de Opuntia lasiacantha*

Opuntia robusta y Opuntia tomentosa con 12 Nha^{-1} cada una de ellas, por último *Coryphantha radians, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia ficus-indica y Opuntia streptacantha* con 8 respectivamente.

- **Área del Proyecto (AP)**

CONSULTA PÚBLICA

Estrato arbóreo: *Neltuma laevigata* con 292 Nha^{-1}, *Vachellia schaffneri* con 108 Nha^{-1}, Schinus molle con 48 Nha^{-1}, *Vachellia farnesiana* con 24 Nha^{-1} y por último *Eysenhardtia polystachya* con 12 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Jatropha dioica* con 580 Nha^{-1}, *Mimosa aculeaticarpa* con 560 Nha^{-1}, Celtis pallida con 260 Nha^{-1}, Verbesina serrata con 240 Nha^{-1}, *Aloysia gratissima* con 100 Nha^{-1}, *Zaluzania augusta* con 60 Nha^{-1} y por último *Forestiera angustifolia* con 20 Nha^{-1}.

Estrato herbáceo: *Cenchrus longisetus* con 5,500 Nha^{-1}, *Cerastium fontanum* con 4,000 Nha^{-1}, *Herissantia crispa* con 3,000 Nha^{-1}, Adenophyllum cancellatum al igual que *Muhlenbergia robusta* con 1,500 Nha^{-1} cada una de ellas, y por último *Euphorbia hirta y Evolvulus alsinoides* con 500 Nha^{-1} cada una de ellas.

Estrato de enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 580 Nha^{-1}, *Cologania angustifolia* con 32 Nha^{-1} y *Ipomoea purpurea* con 24 Nha^{-1}.

Estrato de cactáceas y/o rosetófilas: *Echinocereus cinerascens* con 32 Nha^{-1}, *Cylindropuntia imbricata, Myrtillocactus geometrizans y Opuntia streptacantha* con 20 Nha-^{1} cada una de ellas, *Ferocactus latispinus* al igual que *Opuntia tomentosa* obtuvieron 16 Nha-^{1}, seguido de *Opuntia engelmannii, Opuntia lasiacantha* y *Opuntia robusta* con 8 Nha-^{1} respectivamente y por último *Agave salmiana, Opuntia ficus-indica, Opuntia hyptiacantha* con 4 Nha^{-1} respectivamente.

Respecto a los endemismos, dentro de la RE de las 28 especies 19 son nativas y 7 endémicas (*Coryphantha radians, Ferocactus latispinus, Myrtillocactus geometrizans, Opuntia lasiacantha, Opuntia robusta, Opuntia streptacantha y Verbesina serrata),* dos de ellas son exóticas-invasoras (*Cenchrus ciliaris* y *Cenchrus setaceus*). Para el caso del AP, de las 34 especies 23 son nativas, una de ellas es exótica, diez de ellas son endémicas.

Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019), no se registró ninguna especie listada en las áreas de interés Región Ecológica (RE) y Área del proyecto modificada (AP-M). Para las especies en la Lista Roja de la IUCN, se registraron 17 especies en Preocupación Menor (LC) dentro de la RE, y 20 dentro del AP-M y solo una especie categorizada como Datos Insuficientes (DD). Por último, para las especies en algún apéndice de la CITES, en el caso la Región Ecologica (RE) se registraron 10 especies listadas en el Apéndice II, en lo que respecta a el Área del proyecto modificada se registraron 12 especies registradas dentro del Apéndice II.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 16. Listado florístico del MKX de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Genero	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Arbórea	*Bursera fagaroides*	Papelillo	Burseraceae	Bursera	Nativa	-	-	LC	☑	
Arbórea	*Eysenhardtia polystachya*	Palo dulce	Fabaceae	Eysenhardtia	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbórea	*Neltuma laevigata*	Mezquite	Fabaceae	Neltuma	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbórea	*Schinus molle*	Pirul	Anacardiaceae	Schinus	Exótica	-	-	LC		☑
Arbórea	*Vachellia farnesiana*	Huizache	Fabaceae	Vachellia	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbórea	*Vachellia schaffneri*	Huizache prieto	Fabaceae	Vachellia	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbustiva	*Aloysia gratissima*	Vara dulce	Verbenaceae	Aloysia	Nativa	-	-	-	☑	☑
Arbustiva	*Celtis pallida*	Acebuche	Cannabaceae	Celtis	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbustiva	*Forestiera angustifolia*	Panalero	Oleaceae	Forestiera	Nativa	-	-	LC		☑
Arbustiva	*Gymnosperma glutinosum*	Tatalencho	Asteraceae	Gymnosperma	Nativa	-	-	-	☑	
Arbustiva	*Jatropha dioica*	Sangre de drago	Euphorbiaceae	Jatropha	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbustiva	*Lantana hirta*	Orégano de monte	Verbenaceae	Lantana	Nativa	-	-	-	☑	
Arbustiva	*Mimosa aculeaticarpa*	Uña de gato	Fabaceae	Mimosa	Nativa	-	-	LC	☑	☑
Arbustiva	*Verbesina serrata*	Vara blanca	Asteraceae	Verbesina	Endémica	-	-	-	☑	☑
Arbustiva	*Zaluzania augusta*	Hierba blanca	Asteraceae	Zaluzania	Endémica	-	-	-		☑
Cactácea-Rosetófila	*Agave salmiana*	Maguey pulquero	Asparagaceae	Agave	Endémica	-	-	LC		☑
Cactácea-Rosetófila	*Coryphantha radians*	Biznaga partida de cuernos	Cactaceae	Coryphantha	Endémica	-	II	LC	☑	
Cactácea-Rosetófila	*Cylindropuntia imbricata*	Cardenche	Cactaceae	Cylindropuntia	Nativa	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Echinocereus cinerascens*	Alicoche cocuá	Cactaceae	Echinocereus	Endémica	-	II	LC		☑
Cactácea-Rosetófila	*Ferocactus latispinus*	Biznaga ganchuda	Cactaceae	Ferocactus	Endémica	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Myrtillocactus geometrizans*	Garambullo	Cactaceae	Myrtillocactus	Endémica	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia engelmannii*	Nopal cuijo	Cactaceae	Opuntia	Nativa	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia ficus-indica*	Nopal de castilla	Cactaceae	Opuntia	Nativa	-	II	DD	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia hyptiacantha*	Nopal cascarón	Cactaceae	Opuntia	Endémica	-	II	LC		☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	Cactaceae	Opuntia	Endémica	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia robusta*	Nopal camueso	Cactaceae	Opuntia	Endémica	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia streptacantha*	Nopal cardón	Cactaceae	Opuntia	Endémica	-	II	LC	☑	☑
Cactácea-Rosetófila	*Opuntia tomentosa*	Nopal chamacuelo	Cactaceae	Opuntia	Nativa	-	II	LC	☑	☑
Enredaderas o epífitas	*Cologania angustifolia*	Longleaf cologania	Fabaceae	Cologania	Nativa	-	-	-		☑

CONSULTA PÚBLICA

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Genero	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Enredaderas o epífitas	*Ipomoea purpurea*	Campanilla morada	Convolvulaceae	Ipomoea	Nativa	-		-		☑
Enredaderas o epífitas	*Polystemma pilosum*	Estrella de zopilote	Apocynaceae	Polystemma	Nativa	-	-	-	☑	
Enredaderas o epífitas	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	Bromeliaceae	Tillandsia	Nativa	-	-	-	☑	☑
Herbácea	*Adenophyllum cancellatum*	Alcanfor	Asteraceae	Adenophyllum	Nativa	-	-	-		☑
Herbácea	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Poaceae	Cenchrus	Exótica-invasora	-	-	-	☑	
Herbácea	*Cenchrus longisetus*	Zacate africano plumoso	Poaceae	Cenchrus	Nativa	-	-	-		☑
Herbácea	*Cenchrus setaceus*	Zacate africano	Poaceae	Cenchrus	Exótica-invasora	-	-	-	☑	
Herbácea	*Cerastium fontanum*	Oreja de ratón	Caryophyllales	Cerastium	Nativa	-	-	-		☑
Herbácea	*Eragrostis intermedia*	Zacate llanero	Poaceae	Eragrostis	Nativa	-	-	-	☑	
Herbácea	*Euphorbia hirta*	Golondrina	Euphorbiaceae	Euphorbia	Nativa	-	II	-		☑
Herbácea	*Evolvulus alsinoides*	Pico de pájaro	Convolvulaceae	Evolvulus	Nativa	-	-	-		☑
Herbácea	*Herissantia crispa*	Hierba del campo	Malvaceae	Herissantia	Nativa	-	-	-	☑	☑
Herbácea	*Muhlenbergia robusta*	Zacate de escobilla	Poaceae	Muhlenbergia	Nativa	-	-	-		☑

CONSULTA PÚBLICA

ii. Biodiversidad

En el caso de los índices de biodiversidad aplicados, se determinaron los niveles de diversidad alfa conforme a lo siguiente:

Índice de Shannon-Wiener (H´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue bajo para ambas áreas (0.816- H´-RE) y (1.109 - H´- AP).
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue bajo (1.689 H´) para la RE y también bajo (1.594 H´) para el AP.
- **Estrato herbáceo:** el nivel fue bajo para ambas áreas de interés (1.354 H´) para la RE y (1.668 H´) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue bajo (0.483 H´) para la RE y bajo (0.358 H´) para el AP.
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue medio para ambas superficies (2.015 H´) para la RE y (2.288 H´) para el AP.

Índice de Pielou (J´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue bajo para (0.507 RE) y medio (0.689 AP).
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue alto (0.868) para la RE y también alto (0.819) para el AP.
- **Estrato herbáceo:** el nivel fue alto para ambas superficies de interés (0.977) para la RE y (0.857) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue medio (0.696) para la RE y bajo para el AP (0.326).
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue alto (0.875) para la RE y alto (0.921) para el AP.

Serie de Números de Hill para la riqueza efectiva (q0, q1, q2)

- **Estrato arbóreo:**
  Para la RE fueron q0= 5 especies de árboles registrados, q1= 2 especies de árboles comunes y q2= 2 especies de árboles dominantes.
  Para el AP fueron q0= 5 especies de árboles registrados, q1= 3 especies de árboles comunes y q2= 2 especies de árboles dominantes.
- **Estrato arbustivo:**
  Para la RE fueron q0= 7 especies de arbustos registrados, q1= 5 especies de arbustos comunes y q2= 5 especies de arbustos dominantes.
  Para el AP fueron q0= 7 especies de arbustos registrados, q1= 5 especies de arbustos comunes y q2= 4 especies de arbustos dominantes.
- **Estrato herbáceo:**
  Para la RE fueron q0= 4 especies de hierbas registradas, q1= 4 especies de hierbas comunes y q2= 4 especies de hierbas dominantes.
  Para el AP fueron q0= 7 especies de hierbas registras, q1= 5 especies de hierbas comunes y q2= 5 especies de hierbas dominantes.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:**
  Para la RE fueron q0= 2 especies registradas, q1= 2 especies comunes y q2= 1 especies dominantes.
  Para el AP fueron q0= 3 especies registradas, q1= 1 especies comunes y q2= 1 especies dominantes.
- **Estrato de cactáceas y/o rosetófilas:**
  Para la RE fueron q0= 10 especies registradas, q1= 8 especies comunes y q2= 6 especies dominantes.

CONSULTA PÚBLICA

Para el AP fueron q0= 12 especies registradas, q1= 10 especies comunes y q2= 9 especies dominantes.

En ese sentido, la riqueza en general en ambas superficies osciló entre baja a media dentro de los estratos. Esto debido al grado de perturbación que impera dentro del Mezquital Xerófilo (MKX).

- **Bosque de Galerías (BG)**

ii. Riqueza y estructura florística

A partir de los resultados en campo, se realizó el registro de 26 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 22 especies. A continuación, se presentan los resultados por zona:

- Para la RE: se registraron 11 especies herbáceas, 4 son arbustivas, 8 son arbóreas. 1 es cactácea y/o rosetófila, y 2 son enredaderas o epífitas.

- Para el AP: se registraron 9 especies herbáceas, 3 son arbustivas, 8 son arbóreas. 1 es cactácea y/o rosetófila, y 1 especie de enredadera o epífita.

Por otra parte, para una mejor comparativa, se presentan las densidades por hectárea (Nha^{-1}) dentro del Bosque de Galerías (BG).

- **Región Ecológica (RE)**

Estrato arbóreo: *Fraxinus uhdei* con 252 Nha^{-1}, *Schinus molle* con 218 Nha^{-1} y *Taxodium mucronatum* con 135 Nha^{-1}.

Estrato arbustivo: *Ricinus communis* con 2,958 Nha^{-1}, *Nicotiana glauca* con 643 Nha^{-1} y *Celtis pallida* con 358 Nha^{-1}.

Estrato cactáceas y/o rosetófilas: *Opuntia lasiacantha* con 40 Nha^{-1}.

Estrato herbáceas: *Dicliptera peduncularis* con 21,072 Nha^{-1}, seguida de *Argemone ochroleuca* con 18,572 Nha^{-1} y *Cortaderia selloana* con 16,429 Nha^{-1}.

Estrato Enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 2,386 Nha^{-1} seguida de *Phoradendron brachystachyum* con 1,443 Nha^{-1}

- **Área del Proyecto (AP)**

Estrato arbóreo: *Schinus molle* con 352 Nha^{-1}, *Fraxinus uhdei* con 208 Nha^{-1} y *Neltuma laevigata* con 192 Nha^{-1}

Estrato arbustivo: *Ricinus communis* con 2,100 Nha^{-1}, *Celtis pallida* con 380 Nha^{-1} y *Baccharis salicifolia* con 20 Nha^{-1}.

Estrato cactáceas y/o rosetófilas: *Opuntia lasiacantha* con 32 Nha^{-1}.

CONSULTA PÚBLICA

Estrato herbáceas: *Argemone ochroleuca* con 53,000 Nha^{-1}, seguida de *Cortaderia selloana* con 11,500 Nha^{-1} y *Cynodon dactylon* con 7,500 Nha^{-1}.

Estrato Enredaderas o epífitas: *Tillandsia recurvata* con 1,600 Nha^{-1}

Respecto a los endemismos, dentro de la RE de las 26 especies 16 son nativas y 2 endémicas (*Opuntia lasiacantha* y *Dicliptera peduncularis*), 5 son exóticas (*Schinus molle, Phytolacca dioica, Nicotiana glauca, Cymbopogon citratus* y *Polypogon monspeliensis*) y tres exóticas-invasoras (*Ricinus communis, Cortaderia selloana y Cynodon dactylon).* Para el caso del AP, de las 22 especies 15 son nativas, 1 es endémica, 3 son exóticas y 3 son exóticas-invasoras (mismas que se registraron en la RE).

Conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019), no se registraron especies en riesgo tanto en la Región Ecológica (RE) ni en el Área del Proyecto (AP). Para las especies en la Lista Roja de la IUCN, se registraron 9 especies en Preocupación Menor (LC) dentro de la RE, de esas 9 todas se registraron dentro del AP y todas las demás se no tienen registro dentro de este listado. Por último, para las especies en algún apéndice de la CITES, 1 especie dentro del apéndice II se registró tanto para la RE como en el AP siendo esta *Opuntia lasiacantha*.

CONSULTA PUBLICA

Tabla 17. Listado florístico del BG de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia.

No.	Forma de vida	Familia	Género	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059	IUCN	CITES	RE	AP
1	Arbórea	Oleaceae	*Forestiera*	*Forestiera phillyreoides*	Granjeno acebuche	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
2	Arbórea	Oleaceae	*Fraxinus*	*Fraxinus uhdei*	Fresno mexicano	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
3	Arbórea	Fabaceae	*Neltuma*	*Neltuma laevigata*	Huizache	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
4	Arbórea	Phytolaccaceae	*Phytolacca*	*Phytolacca dioica*	Ombú	Exótica	SR	SR	SR	☑	☑
5	Arbórea	Salicaceae	*Salix*	*Salix bonplandiana*	Ahuejote	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
6	Arbórea	Anacardiaceae	*Schinus*	*Schinus molle*	Pirul	Exótica	SR	SR	SR	☑	☑
7	Arbórea	Cupressaceae	*Taxodium*	*Taxodium mucronatum*	Ahuehuete	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
8	Arbórea	Fabaceae	*Vachellia*	*Vachellia farnesiana*	Acacia	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
9	Arbustiva	Asteraceae	*Baccharis*	*Baccharis salicifolia*	Batamote	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
10	Arbustiva	Cannabaceae	*Celtis*	*Celtis pallida*	Acebuche	Nativa	SR	LC	SR	☑	☑
11	Arbustiva	Solanaceae	*Nicotiana*	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo sudamericano	Exótica	SR	SR	SR	☑	
12	Arbustiva	Euphorbiaceae	*Ricinus*	*Ricinus communis*	Higuerilla	Exótica-Invasora	SR	SR	SR	☑	☑
13	Cactáceas o rosetófilas	Cactaceae	*Opuntia*	*Opuntia lasiacantha*	Nopal de cerro	Endémica	SR	LC	II	☑	☑
14	Enredaderas o epífitas	Santalaceae	*Phoradendron*	*Phoradendron brachystachyum*	Tepalcayo	Nativa	SR	SR	SR	☑	
15	Enredaderas o epífitas	Bromeliaceae	*Tillandsia*	*Tillandsia recurvata*	Gallinitas	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
16	Herbácea	Papaveraceae	*Argemone*	*Argemone ochroleuca*	Cardo santo	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
17	Herbácea	Poaceae	*Cortaderia*	*Cortaderia selloana*	Pasto pampa	Exótica-Invasora	SR	SR	SR	☑	☑
18	Herbácea	Poaceae	*Cymbopogon*	*Cymbopogon citratus*	Pasto limón	Exótica	SR	SR	SR	☑	☑
19	Herbácea	Poaceae	*Cynodon*	*Cynodon dactylon*	Gallitos	Exótica-Invasora	SR	SR	SR	☑	☑
20	Herbácea	Acanthaceae	*Dicliptera*	*Dicliptera peduncularis*	-	Endémica	SR	SR	SR	☑	
21	Herbácea	Asteraceae	*Helenium*	*Helenium mexicanum*	Cabezona	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
22	Herbácea	Asteraceae	*Laennecia*	*Laennecia sophiifolia*	Ratrojera	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
23	Herbácea	Onagraceae	*Oenothera*	*Oenothera rosea*	Hierba del golpe	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
24	Herbácea	Poaceae	*Oplismenus*	*Oplismenus burmannii*	Zacate	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
25	Herbácea	Oxalidaceae	*Oxalis*	*Oxalis corniculata*	Acedera asiática	Nativa	SR	SR	SR	☑	☑
26	Herbácea	Poaceae	*Polypogon*	*Polypogon monspeliensis*	Cola de zorra	Exótica	SR	SR	SR	☑	

CONSULTA PÚBLICA

ii. Biodiversidad

En el caso de los índices de biodiversidad aplicados, se determinaron los niveles de diversidad alfa conforme a lo siguiente:

Índice de Shannon-Wiener (H´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue medio (1.627) para la RE y bajo (0.718) para el AP.
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue bajo (0.767) para la RE y también bajo (0.471) para el AP.
- **Estrato Cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue bajo (0.000) para la RE y también bajo (0.000) para el AP.
- **Estrato de Herbáceas:** el nivel fue medio (1.940) para la RE y bajo (1.279) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue bajo (0.663) para la RE y también bajo (0.000) para el AP.

Índice de Pielou (J´)

- **Estrato arbóreo:** el nivel fue alto (0.782) para la RE y bajo (0.345) para el AP.
- **Estrato arbustivo:** el nivel fue medio (0.553) para la RE y también medio (0.429) para el AP.
- **Estrato Cactáceas y/o rosetófilas:** el nivel fue bajo (0.000) para la RE y bajo (0.000) para el AP.
- **Estrato de Herbáceas:** el nivel fue alto (0.809) para la RE y medio (0.582) para el AP.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:** el nivel fue alto (0.956) para la RE y bajo (0.000) para el AP.

Serie de Números de Hill para la riqueza efectiva (q0, q1, q2)

- **Estrato arbóreo:**
  Para la RE fueron q0= 8 especies de árboles registrados, q1= 5 especies de árboles comunes y q2= 4 especies de árboles dominantes.
  Para el AP fueron q0= 8 especies de árboles registrados, q1= 2 especies de árboles comunes y q2= 5 especies de árboles dominantes.
- **Estrato arbustivo:**
  Para la RE fueron q0= 4 especies de arbustos registrados, q1= 2 especies de arbustos comunes y q2= 2 especies de arbustos dominantes.
  Para el AP fueron q0= 3 especies de arbustos registrados, q1= 2 especies de arbustos comunes y q2= 1 especie de arbusto dominante.
- **Estrato Cactáceas y/o rosetófilas:**
- Para la RE fueron q0= 1 especie de cactácea y/o rosetófila registrada, q1= 1 especie común de cactácea y/o rosetófila y q2= 1 especie del grupo de cactácea y/o rosetófila dominante.
- Para el AP fueron q0= 1 especie de cactácea y/o rosetófila registrada, q1= 1 especie de cactácea y/o rosetófila común y q2= 1 especie de cactácea y/o rosetófila dominante.
  Estrato de Herbáceas:
  Para la RE fueron q0= 11 especies de herbáceas, q1= 7 especies de herbáceas comunes y q2= 6 especies de herbáceas dominantes.
- Para la RE fueron q0= 9 especies de herbáceas, q1= 4 especies de herbáceas comunes y q2= 3 especies de herbáceas dominantes.
- **Estrato de enredaderas o epífitas:**
- Para la RE fueron q0= 2 de enredaderas o epífitas especies registradas, q1= 2 especies de enredaderas o epífitas comunes y q2= 2 especies de enredaderas o epífitas dominantes.
- Para el AP fueron q0= 1 especie de enredadera o epífita registrada, q1= 1 especie de enredadera o epífita comun y q2= 1 especie de enredadera o epífita dominante.

CONSULTA PÚBLICA

En ese sentido, la riqueza en general osciló entre media y baja dentro de los estratos. Esto debido al grado de perturbación que impera dentro del ecosistema de Bosque de Galería (BG).

c) Análisis del estado de conservación de las especies registradas

i. Especies de importancia para la conservación reconocidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) para el estado de Querétaro

De acuerdo con el documento *La Biodiversidad en Querétaro: Estudio de Estado* (CONABIO, 2025), se realiza un recopilado de la riqueza biológica del Estado de Querétaro. En este trabajo se realiza un análisis detallado de la diversidad biológica y las amenazas que enfrenta, así como identificando a las especies de *Plantas con problemas de conservación* (https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/17608.pdf - https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/17609.pdf).

A continuación, se presenta este listado de especies prioritarias para la conservación y se indica si fueron identificadas durante los muestreos biológicos en campo o los registros potenciales dentro de la Región Ecológica (RE), así como dentro del Área del Proyecto (AP), que, en lo particular para este caso, no se registraron dentro de los muestreos en campo. No obstante, se resalta que estas especies serían prioritarias dentro de la ejecución de las medidas de rescate y reubicación de flora silvestre.

ii. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III (14 de noviembre de 2019)

Con base en los muestreos biológicos y el análisis de las especies de flora potenciales dentro de la RE, se determinó que de manera potencial se registran 14 plantas con alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, dentro de la RE sólo se registraron 2 y en el AP ninguna. Se resalta que estas especies serían prioritarias dentro de la ejecución de las medidas de rescate y reubicación de flora silvestre.

iii. Especies endémicas registradas en campo

Respecto a las especies endémicas, dentro de la RE se registraron 29 especies endémicas y 26 para el AP. A continuación, se presenta la relación de dichas especies. Se resalta que estas especies serían prioritarias dentro de la ejecución de las medidas de rescate y reubicación de flora silvestre.

iv. Especies exóticas y exóticas-invasoras

De manera potencial, de acuerdo con la base de datos del Sistema Nacional sobre Información de Biodiversidad en México (SNIB), se identificó la presencia potencial de **118 especies invasoras y 40 especies exóticas-invasoras (dando una sumatoria de 158 especies)**, de acuerdo con el ACUERDO por el que se determina la Lista de Especies Exóticas Invasoras para México publicado el 7 de diciembre de 2016. Dentro del listado potencial se presentan a las potenciales especies exóticas y exóticas-invasoras que pudieran establecerse dentro del AP.

CONSULTA PÚBLICA

Para el tipo de vegetación de Selva Baja Caducifolia (SBC), de las 20 especies registradas en el área de proyecto (AP), solamente 2 son exóticas, siendo *Nicotiana glauca* (tabaquillo) y *Cenchrus setaceus* (zacate africano). Por otro lado, de las 35 especies registradas en la región ecológica (RE), se encontraron 8 spp. exóticas, siendo las mismas especies que en el AP, *Nicotiana glauca* y *Cenchrus setaceus,* además de *Leonotis nepetifolia* (bola del rey)*, Ligustrum lucidum* (trueno chino)*, Melinis repens* (pasto africano rosado)*, Reseda luteola* (acelguilla euroasiática)*, Schinus molle* (pirul) y *Sonchus oleraceus* (achicoria oleraceus).

Para el tipo de vegetación de Mezquital Xerófilo (MKX), 1 especie se considera exótica siendo esta *Schinus molle* de las 34 registradas en el área de proyecto (AP). Por otro lado, de las 28 especies registradas en la región ecológica (RE), 2 son exóticas-invasoras siendo estas *Cenchrus setaceus* (zacate africano) y *Cenchrus ciliaris* (Pasto buffel).

Finalmente, para el tipo de vegetación de Matorral Crassicaule (MC), de las 59 especies registradas en el área de proyecto (AP), solamente 3 son exóticas, siendo *Cenchrus ciliaris* (Pasto buffel), *Lysimachia arvensis* (Jabonera europea) y *Schinus molle* (Pirul). Por otro lado, de las 65 especies registradas en la región ecológica (RE), se encontraron 3 spp. exóticas, siendo las mismas especies que en el AP.

d) Conclusiones

Los resultados obtenidos dentro de la caracterización de la vegetación de la RE y el AP demuestran que la Región Ecológica (RE) presenta un mejor estado de conservación conforme a su estructura, riqueza y biodiversidad, albergando especies clave para el funcionamiento del mismo. Asimismo, dentro de la RE y el AP se identificaron como de amplia distribución dentro del estado de Querétaro, México. Por ello, se concluye que este proyecto es viable en términos de vegetación. No obstante, se ejecutarán medidas de prevención, mitigación y compensación sobre el componente flora y vegetación (como el rescate y reubicación de flora silvestre) con la finalidad de salvaguardar el recurso vegetal de este proyecto. Por ello, **no comprometerá ni afectará a la biodiversidad en términos de la flora y vegetación de la Región Ecológica (RE) siempre y cuando se ejecuten las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para este estudio.**

CONSULTA PÚBLICA

III.7.2 Fauna

a) Fauna potencial dentro de la Región Ecológica (RE)

Dentro de la fauna potencial, se registraron un total de 484 especies distribuidas en 269 géneros, 96 familias y en 4 grupos faunísticos, resultando en 9 especies exóticas-invasoras (1.86) y 475 nativas (98.14%), de las cuales 58 son endémicas (11.98%), 5 cuasiendémicas (1.03%) y 22 semiendémicas (4.55%).

Del total de especies de fauna registradas en la Región Ecológica, 349 de ellas (equivalente al 72.11%) pertenecen al grupo de las aves, convirtiéndolo por mucho en el grupo faunístico con mayor diversidad en el área. Por otro lado, los reptiles (Reptilia) siendo el segundo grupo con mayor diversidad de especies en el área, cuenta solamente con 63 especies registradas (equivalente al 13.02%), denotando la enorme diferencia que existe en comparación con el grupo de las aves. En cambio, con 49 especies registradas (equivalente al 10.12%), encontramos al grupo de los mamíferos (Mammalia), que se posicionan como el tercer grupo más diverso en este componente, seguidos finalmente por los anfibios (Amphibia), el último de los grupos considerados para el estudio con solamente 23 especies registradas, equivalentes al 4.75% de las especies totales. Es observable que tal como en el caso anterior de la abundancia, todos los grupos siguieron el mismo patrón jerárquico en cuanto al orden de mayores y menores registros respecto a cada componente (fuese riqueza o abundancia).

Gran parte de las especies cuentan con alguna categoría de riesgo de acuerdo con los criterios que establecen organismos como CITES, IUCN y la NOM-059 a nivel nacional. Es con base en esto que se encontró que un total de 52 especies se encuentran categorizadas en los apéndices CITES, de tal modo que 2 especies se encuentran dentro del apéndice III, 49 en el apéndice II y solamente 1 en el apéndice I correspondiendo al halcón peregrino (*Falco peregrinus*).

Dentro de IUCN se registraron un total de 460 especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con este organismo, de modo en que 1 especie no cuenta con datos suficientes (DD), 434 se encuentran bajo Preocupación menor (LC), 5 especies vulnerables (V), 18 como Casi amenazadas (NT), a *Thamnophis melanogaster* como especie en Peligro (EN) y a *Ambystoma mexicanum* como especie en Peligro Crítico (CR).

Finalmente, de las **65 especies categorizadas en alguna situación de riesgo de acuerdo con la NOM-059-2010 y su modificación en su Anexo Normativo III (2019)**, 42 de ellas se encuentran sujetas a Protección especial (Pr), 21 se encuentran como Amenazadas (A) y finalmente 2 especies se categorizan como especies en Peligro de extinción (P).

Para el caso de anfibios se registraron 5 especies de anuros (Anura) y 3 especies de caudados (Caudata) distribuidos en 3 diferentes categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059, de manera en que en la categoría de especies Sujetas a Protección Especial (Pr) se identificaron 5 especies de anfibios (4 anuros y 1 caudado), en las especies Amenazadas (A) a 2 especies de anuros (ranas y sapos) y 1 caudado (salamandras, ajolotes y parientes) y finalmente en Peligro de Extinción a *Ambystoma mexicanum*.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso de las aves se identificaron de manera potencial a 26 especies bajo NOM-059 y siendo el grupo más diverso dentro de la RE, se distribuyeron ampliamente dentro de 3 categorías de riesgo de acuerdo con este organismo, de modo en que 17 especies se encuentran sujetas a protección especial (Pr), 8 como amenazadas (A) y a *Cairina moschata* como la única especie en peligro de extinción (P).

En cuanto al grupo de los mamíferos, se registraron solamente 2 especies en 2 diferentes categorías de riesgo conforme a la NOM-059, de modo en que se registró a *Leptonycteris yerbabuenae* como especie Sujeta a Protección Especial (Pr) y a *Choeronycteris mexicana* como especie Amenazada (A).

Finalmente, para los reptiles se encontraron 28 especies en tres categorías de riesgo de acuerdo con la NOM-059, siendo que 19 especies se encuentran sujetas a protección especial (Pr), mientras que las 9 especies restantes están categorizadas como amenazadas (A). A continuación, se muestran las especies de reptiles incluidas en la NOM-059-2010 y la modificación a su anexo normativo III (2019).

b) Resultados a través de los muestreos biológicos

i. Composición por grupo faunístico dentro de sus hábitats

A partir de los datos recopilados en campo se obtiene que para la superficie de la Región Ecológica (RE), la fauna presente se agrupa en un total de 80 especies de vertebrados terrestres (1 anfibio, 7 reptiles, 8 mamíferos y 64 aves). Por su parte, en el área de proyecto (AP) se registraron un total de 51 especies de vertebrados terrestres, de los cuales 1 es para anfibios, 5 reptiles, 7 mamíferos y 38 aves.

De acuerdo con la información anterior, para la RE se obtiene que el 80.00% de las especies faunísticas pertenece a la avifauna, los mamíferos representan el 10.00%, mientras que la herpetofauna representa el 10.00% (8.75% pertenecen a reptiles y 1.25% a anfibios). A su vez, para el AP se obtiene que el 74.51% de las especies registradas pertenece a las aves, el 13.73% representa a los mamíferos, en tanto que la herpetofauna representa el 11.76% (9.80% pertenecen a los reptiles y 1.96% a los anfibios).

Por otra parte, en la región ecológica se reporta un total de 618 individuos, distribuidos en 80 especies de vertebrados; donde el grupo más abundante es el de las aves con 582 individuos, seguido de los reptiles y mamíferos con 17 individuos cada uno, y por últimos los anfibios con 2 individuos. Asimismo, en el Área de Proyecto se reportó una abundancia total de 562 individuos distribuidos en 51 especies, donde el grupo faunístico más abundante es, al igual que en la RE, el de las aves con 509 individuos, seguido de los mamíferos con 27, los reptiles con 24 y por último los anfibios con 2 individuos, tal como se muestra en la siguiente tabla.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 18. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y el AP. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Riqueza				Abundancia	
	RE	% RE	AP	% AP	RE	AP
Amphibia	1	1.25	1	1.96	2	2
Aves	64	80.00	38	74.51	582	510
Mammalia	8	10.00	7	13.73	21	27
Reptilia	7	8.75	5	9.80	25	27
Total	**80**	**100.00**	**51**	**100.00**	**630**	**566**

Para la RE, de acuerdo con las 80 especies registradas, 74 se consideran como nativas, lo que representa el 92.50% del total, 3 son endémicas (*Pituophis deppei, Sceloporus spinosus* y *Sceloporus torquatus*) representando el 3.75%, y finalmente, 3 especies exótico-invasoras (*Ardea ibis, Passer domesticus* y *Streptopelia decaocto*), lo que equivale al 3.75% del total.

Por otro lado, en el Área de Proyecto (AP), de las 51 especies registradas, 46 son nativas, lo que representa el 90.20% del total, 3 son endémicas (*Pituophis deppei, Sceloporus spinosus* y *Sceloporus torquatus*) representando el 5.88%, y, al igual que en la RE, *Ardea ibis* y *Streptopelia decaocto* como las únicas 2 especies exótico-invasoras, representando el 3.92% del total.

Tabla 19. Especies de fauna registradas como endémicas dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

Distribución	RE		AP	
	Riqueza	Porcentaje	Riqueza	Porcentaje
Endémica	3	3.75	3	5.88
Exótica-invasora	3	3.75	2	3.92
Nativa	74	92.50	46	90.20
Total	**80**	**100.00**	**51**	**100.00**

Cabe resaltar que todas las especies registradas en el área de proyecto (AP) fueron registradas en la región ecológica (RE), lo cual refleja la buena representatividad de los muestreos en el AP.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 20. Listado de especies de fauna registradas dentro de la RE y AP. Elaboración propia.

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja IUCN	Apéndices CITES	RE	AP
Amphibia	Hylidae	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Anatidae	*Anas acuta*	Pato golondrino	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ardeidae	*Ardea ibis*	Garza ganadera	Exótica-Invasora	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Accipitridae	*Astur cooperii*	Gavilán de Cooper	Nativa	Sujeta a Protección Especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	☑	
Aves	Remizidae	*Auriparus flaviceps*	Baloncillo	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Troglodytidae	*Campylorhynchus brunneicapillus*	Matraca del desierto	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Falconidae	*Caracara plancus*	Caracara	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	☑	☑
Aves	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Corvidae	*Corvus corax*	Cuervo común	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	☑	
Aves	Picidae	*Dryonbates scalaris*	Carpintero mexicano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza dedos dorados	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	☑	☑
Aves	Cuculidae	*Geococcyx californianus*	Correcaminos norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Icteridae	*Icterus parisorum*	Calandria Tunera	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Icteridae	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano	Nativa	Sin registro	Casi Amenazado (NT)	Sin registro	☑	☑
Aves	Anatidae	*Mareca americana*	Pato chalcuán	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Passerellidae	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador Viejita	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Mimidae	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Icteridae	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Passerellidae	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico	Exótica-Invasora	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín azul	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Cardinalidae	*Passerina versicolor*	Colorín morado	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Ptiliogonatidae	*Phainopepla nitens*	Capulinero negro	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Podicipedidae	*Podiceps nigricollis*	Zambullidor Orejón	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja IUCN	Apéndices CITES	RE	AP
Aves	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Aegithalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Apéndice II	☑	☑
Aves	Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Tyrannidae	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Tyrannidae	*Sayornis saya*	Papamoscas llanero	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Parulidae	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogrís	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión pálido	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar	Exótica-Invasora	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Tyrannidae	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Aves	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota Común	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Cricetidae	*Baiomys taylori*	Ratón-pigmeo norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Leporidae	*Lepus californicus*	Liebre cola negra	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de Rocas	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Mammalia	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Mammalia	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico texano	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Colubridae	*Lampropeltis annulata*	Falsa coralillo real del Noreste	Nativa	Amenazada (A)	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Colubridae	*Pituophis deppei*	Alicante	Endémica	Amenazada (A)	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Nativa	Sujeta a Protección Especial (Pr)	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana	Endémica	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	Endémica	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	☑
Reptilia	Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga gravada	Nativa	Sin registro	Preocupación menor (LC)	Sin registro	☑	

CONSULTA PÚBLICA

Respecto a las especies con alguna categoría de riesgo nacional, en la RE se encontraron 4 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019), en tanto que en el AP se encontraron 2 spp. enlistadas en alguna de estas categorías, como se detalla a continuación:

- **Sujetas a Protección Especial (Pr)** se registraron 2 especies en la RE, siendo estas *Astur cooperii* y *Sceloporus grammicus*, mientras que en el AP no se registraron especies en esta categoría.
  Amenazadas (A) se registraron a 2 especies en la RE y 2 spp en el AP: siendo estas *Lampropeltis annulata* y *Pituophis deppei* registradas en ambos.

En cuanto a los riesgos internacionales, en la RE 5 especies se registraron dentro de los apéndices de la CITES, todas en el apéndice II. Por otro lado, en el AP se registraron 3 especies, en el apéndice II. Finalmente, en el caso de la Lista Roja de la IUCN, para la RE las 80 especies se encuentran en alguna categoría de riesgo ante el comercio ilegal, esto conforme a lo siguiente: 79 en preocupación menor (LC) y 1 como casi amenazada (NT), por su parte, en el AP son 51 especies registradas: 50 en preocupación menor (LC) y 1 como casi amenazada (NT).

Finalmente, se obtuvo que el nivel de biodiversidad y equitatividad tanto para la región ecológica como para el área de proyecto presentaron valores similares para cada grupo faunístico. El grupo que estuvo mejor representado en la RE y en el AP fue el de las aves, con valores de 3.589 y 3.015 respectivamente en el índice de Shannon-Wiener (H’), lo que indica un nivel de diversidad ALTA y MEDIA respectivamente y valores máximos esperados de 4.159 y 3.638 respectivamente lo que indica que los valores estimados son cercanos a los valores máximos esperados. A este grupo le siguieron los mamíferos con valores de 1.992 (RE) y 1.852 (AP) indicando diversidad BAJA, siendo estos cercanos a los valores máximos esperados de 4.159 y 3.015, así como los reptiles con 1.811 (RE) y 1.061 (AP) resultando en diversidad BAJA, por último, el grupo de los anfibios, al haber registrado una única especie (*Dryophytes arenicolor*) tanto en la RE como en el AP se obtuvo un nivel de diversidad NULA.

En cuanto al índice de equitatividad de Pielou (J’) resultó en un nivel ALTO para el grupo de las aves, tanto en la RE como en el AP, con valores de 0.8630 y 0.8289 respectivamente, lo que indica que las especies se distribuyen de manera uniforme donde solo pocas especies presentan alguna dominancia por ejemplo para el caso de la RE la especie que presenta una mayor abundancia es *Pyrocephalus rubinus* con 56 individuos seguida de *Ardea Ibis* y *Chondestes grammacus* con 52 individuos cada una, mientras que para el caso del AP se presenta una dominancia significativa de la especie con respecto al resto de las especies tratándose de *Chondestes grammacus* con 90 individuos, esta abundancia pudiese deberse a que es un ave considerada como especialista en espacios abiertos como lo es el Matorral Crasicaule donde se le puede observar mayormente en el suelo desnudo buscando la disponibilidad de semillas de gramíneas y herbáceas.

Después le siguen los mamíferos con valores de 0.9582 (RE) y 0.9518 (AP), ambos en nivel ALTO, en este grupo faunístico se puede observar que no existen diferencias significativas en cuanto a la distribución de las abundancias para el RE *Bassariscus astutus* presenta una mayor abundancia mientras que para el AP la especie que presenta una mayor abundancia es *Canis latrans* con 6 individuos, por su parte los reptiles presentan un índice de equitatividad de Pielou de 0.9308 en la RE indicando un nivel ALTO , lo que indica que las especies se distribuyen uniformemente, donde la especie que presenta una mayor abundancia respecto al resto es

CONSULTA PUBLICA

Sceloporus grammicus con 7 individuos, mientras que para el AP se obtuvo un resultado de 0.6591 siendo de tal manera un nivel MEDIO de uniformidad esto se expresa ya que existe una dominancia significativa en cuanto a la distribución de las especies correspondiendo de tal manera a la especie *Sceloporus spinosus* con 18 individuos. Finalmente, los anfibios presentan un nivel de equitatividad NULO debido a que se registró solo una especie, *Dryophytes arenicolor.*

- **Mamíferos voladores (Quirópteros)**

En las redes de niebla repartidas en la RE, se registraron 7 individuos repartidos en 3 especies pertenecientes a 3 géneros y 2 familias, todas nativas, ninguna endémica, únicamente la especie *Choeronycteris mexicana* (murciélago trompudo) en la categoría de amenazada (A) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Modificación a su Anexo Normativo III, por otro lado, ninguna de las especies registradas está dentro de los apéndices de la CITES y 2 están catalogadas como LC (preocupación menor) según las listas rojas de la IUCN, a excepción de *C. mexicana* que se encuentra la categoría de casi amenazada (NT). A continuación, se integra el listado de las especies de murciélagos registrados en la RE.

Tabla 21. Murciélagos registrados en la RE.

RED	GRUPO FAUNISTICO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES	IUCN
1	Mammalia/ Quiroptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago Trompudo	Nativa	Amenazada (A)	-	NT
1	Mammalia/ Quiroptera	Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago Vampiro	Nativa	-	-	LC
2	Mammalia/ Quiroptera	Molossidae	*Tadarida brasiliensis*	Murciélago Mexicano Cola Suelta	Nativa	-	-	LC

IUCN: Casi amenazado (NT), preocupación menor (LC).

Por otro lado, la comunidad de murciélagos presenta una diversidad BAJA, con un índice de Shannon-Wiener (H') de 0.7963. La equidad de Pielou (J') resultó en 0.7248, un valor MEDIO que indica que en general no existe dominancia marcada de ninguna especie en particular, sugiriendo un uso equilibrado de los recursos por parte de este grupo.

En conjunto, las especies registradas conforman un ensamble de baja riqueza específica pero con representatividad funcional dentro del contexto ecológico regional. La presencia de una especie nectarívora (*Choeronycteris mexicana*), una hematófaga (*Desmodus rotundus*) y una insectívora aérea (*Tadarida brasiliensis*) evidencía la ocupación de distintos nichos tróficos y el aprovechamiento de recursos disponibles tanto en la vegetación natural como en la matriz agropecuaria circundante. Este patrón es consistente con ambientes del centro de México caracterizados por selva baja caducifolia, matorral y áreas abiertas con influencia antrópica, donde la heterogeneidad del paisaje favorece especies con alta movilidad y plasticidad ecológica. Si bien la riqueza observada es limitada en términos numéricos, la diversidad de estrategias alimentarias registradas sugiere la permanencia de funciones ecológicas clave, como la polinización y el control de insectos en la región.

En conclusión, la comunidad de quirópteros registrada en la región ecológica (RE), integrada por *Choeronycteris mexicana, Desmodus rotundus* y *Tadarida brasiliensis*, representa un ensamble reducido, pero funcionalmente diverso, al incluir gremios tróficos característicos de la quiropterofauna ampliamente distribuida en el centro de México.

CONSULTA PÚBLICA

c) Conclusiones

Atendiendo a los numerales anteriores se determinó que la RE presentó las mejores condiciones para albergar a las especies identificadas dentro de este estudio, incluyendo a todas las especies que se determinaron dentro del AP, el cual se describió como con comunidad forestal con una calidad de hábitat moderada para el establecimiento de la fauna. No obstante, este proyecto contempla la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación sobre la fauna (como ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre), explicado en numerales posteriores. Con ello, se concluye que la ejecución de este proyecto **no comprometerá ni afectará la biodiversidad en términos de la fauna de la Región Ecológica (RE) siempre y cuando se ejecuten las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para este estudio.**

CONSULTA PÚBLICA

III.8 PAISAJE

A continuación, se presenta el análisis de la Región Ecológica (RE) respecto a: **la visibilidad, la fragilidad del paisaje y la calidad paisajística**.

1. La visibilidad se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada.

2. La fragilidad del paisaje (relacionado a la resiliencia) es la capacidad de este para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los elementos que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura, y los elementos antrópicos presentes que participan del escenario.

3. La calidad paisajística incluye tres aspectos de percepción:

- Características intrínsecas del sitio,

- Calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia corta y,

- Calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto que llega al horizonte. Incluye parámetros como: intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y geomorfológicos.

III.8.1 Calidad paisajística

Como parte de este análisis, se generaron **4 unidades paisajísticas** como se muestra a continuación:

Tabla 22. Clases y descripción de las unidades paisajísticas. Elaboración propia.

Nombre de la unidad paisajística	Unidad paisajística	Superficie (m^2)	Descripción
Sierras y cuerpos de agua asociados a vegetación primaria de bosque de encino, selva baja caducifolia y matorral crasicaule	Alta	85,875,614.8410 (5.22 %)	Unidades de paisaje dominadas por sierras, montañas y áreas de cuenca alta en donde se conservan los ecosistemas en estado sucesional primario propios para la Región Ecológica, así como áreas asociadas a cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con alto grado de valor paisajístico. **Atributos de paisaje:** - Ecosistemas de alto valor visual por su buen estado de conservación. - Ecosistemas asociados a cuerpos de agua con alto valor visual. - Topografías que representan un atractivo visual por sus formas y figuras en contraste por las llanuras.
Sierras, lomeríos y cuerpos de agua asociados principalmente a vegetación en estado sucesional primario y secundario, así como mesetas con vegetación primaria	Media	380,036,977.4096 (23.10 %)	Unidades de paisaje dominadas por sierras, lomeríos y cuerpos de agua en asociación con vegetación con un estado de vegetación secundario por actividades de cambio de uso de suelo y agropecuarias, así como mesetas con vegetación primaria y ecosistemas sin alterar de manera significativa. **Atributos de paisaje:** - Ecosistemas de valor visual medio puesto que, a pesar de mantener una estructura visual agradable, también se presentan factores de perturbación como áreas desmontadas. - Ecosistemas asociados a cuerpos de agua con valor visual medio.

CONSULTA PÚBLICA

Nombre de la unidad paisajística	Unidad paisajística	Superficie (m^2)	Descripción
			- Topografías que representan un atractivo visual medio por sus formas y ecosistemas que albergan.
Lomeríos, llanuras y mesetas, así como cuerpos de agua asociados a vegetación en estado sucesional secundario y zonas con actividades agrícolas y pecuarias	Baja	908,249,567.0416 (55.22 %)	Paisajes dominados por lomeríos, llanuras y mesetas, así como cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con estado sucesional secundaria y grandes zonas agrícolas y pecuarias, así como algunos sitios con desarrollos urbanos. **Atributos de paisaje:** - Ecosistemas de valor visual bajo puesto que presentan estados de degradación avanzados, por lo que es común observar sitios con desmontes y áreas agropecuarias que se perciben como negativas dentro del paisaje. - - Ecosistemas asociados a cuerpos de agua y con valor visual bajo puesto que se encuentran en inmediaciones de áreas agropecuarias que se perciben como negativas dentro del paisaje. - Topografías que representan un atractivo visual bajo por las perturbaciones presentes, así como por su extensión a manera de llanuras.
Llanuras y mesetas asociadas a cuerpos agricultura y ganaderías, así como a asentamientos humanos	Muy baja	270,664,337.8428 (16.46 %)	Paisajes dominados por sierras, llanuras y cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con estado sucesional secundaria y grandes zonas agrícolas y pecuarias, así como algunos sitios con desarrollos urbanos. **Atributos de paisaje:** - Ecosistemas de valor visual bajo ya que se tratan de áreas agropecuarias y asentamientos urbanos que se perciben de manera negativo respecto al paisaje. - Topografía plana con extensiones agropecuarias y asentamientos urbanos.

III.8.1.1 Visibilidad

A continuación, se describe la visibilidad de las 4 unidades dentro de la Región Ecológica (RE):

- **Sierras y cuerpos de agua asociados a vegetación primaria de bosque de encino, selva baja caducifolia y matorral crasicaule - Calidad Alta:** Unidades de paisaje dominadas por sierras, montañas y áreas de cuenca alta en donde se conservan los ecosistemas en estado sucesional primario propios para la Región Ecológica, así como áreas asociadas a cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con alto grado de valor paisajístico. Esta unidad paisajística abarca el 5.22 % de la RE (85,875,614.8410 m^2).

- **Sierras, lomeríos y cuerpos de agua asociados principalmente a vegetación en estado sucesional primario y secundario, así como mesetas con vegetación primaria – Calidad Media:** Unidades de paisaje dominadas por sierras, lomeríos y cuerpos de agua en asociación con vegetación con un estado de vegetación secundario por actividades de cambio de uso de suelo y agropecuarias, así como mesetas con vegetación primaria y ecosistemas sin alterar de manera significativa. Esta unidad paisajística abarca el 23.10 % de la Región Ecológica (RE) (380,036,977.4096 m^2).

- **Sierras, lomeríos y cuerpos de agua asociados principalmente a vegetación en estado sucesional primario y secundario, así como mesetas con vegetación primaria – Calidad Baja:** Paisajes dominados por sierras, llanuras y cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con estado sucesional secundario y grandes zonas agrícolas y pecuarias, así como algunos sitios con desarrollos urbanos. Esta unidad paisajística abarca el 55.22 % de la Región Ecológica (RE) (908,249,567.0416 m^2).

CONSULTA PÚBLICA

- **Llanuras y mesetas asociadas a cuerpos agricultura y ganaderías, así como a asentamientos humanos - Calidad Muy Baja:** Paisajes dominados por sierras, llanuras y cuerpos de agua que albergan comunidades vegetales con estado sucesional secundario y grandes zonas agrícolas y pecuarias, así como algunos sitios con desarrollos urbanos. Esta unidad paisajística abarca el 16.46 % de la Región Ecológica (270,664,337.8428 m^2).

III.9 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Se identificaron **5 clases de calidad ecosistémica** conforme a los valores obtenidos a través del análisis de álgebra de mapas:

Tabla 23. Clases de calidad ecosistémica determinadas para la Región Ecológica (RE). Elaboración propia.

Clase	Descripción	Estrategias para su restauración y/o conservación	Cobertura dentro de la RE	Tendencia corto plazo	Tendencia mediano plazo	Tendencia a largo plazo
(1) Baja	Ecosistemas completamente transformados en donde se ha llevado a cabo el sellamiento del suelo por los asentamientos humanos y caminos, así como áreas desprovistas completamente de vegetación nativa ya que la agricultura y ganadería son los usos actuales. Por ello, el suelo está completamente degradado.	Al tratarse en su mayoría de áreas urbanas y zonas agropecuarias, la ruta sería establecer programas de arborización con especies nativas y resilientes a los núcleos urbanos que permitan generar un punto de conectividad biológica entre los parches de hábitat colindantes. Otra ruta es la implementación de cercos vivos que funjan igualmente como hábitat para la fauna silvestre. Se considera casi imposible la recuperación de la cobertura vegetal original.	**842,191,686.8767 m^2 (51.20 %)**	**Clase baja** Expansión de áreas urbanas y agropecuarias.	**Clase baja** Expansión de áreas urbanas y agropecuarias.	**Clase baja** Expansión de áreas urbanas y agropecuarias.
(3) Media	Ecosistemas parciamente degradados por la agricultura y el cambio de uso de suelo. Existen manchones con cobertura vegetal en estado sucesional secundario con tendencias a su declive, además de que se presentan suelos erosionados y degradados, también cuerpos de agua contaminados. En varios casos, se tratan de áreas agrícolas en descanso o desuso por la pérdida de fertilidad del suelo o su proyección para la infraestructura.	Al tratarse en algunos casos áreas agrícolas en desuso o manchones de vegetación en estado sucesional secundario, así como cuerpos de agua contaminados, a través de acciones de restauración como enriquecimiento de ecosistemas, manejo del suelo para recuperar su fertilidad, y acciones de restauración de ecosistemas forestales serían las estrategias principales para su recuperación. En tanto, la implementación de políticas públicas como los ordenamientos y áreas naturales protegidas son útiles para evitar el cambio de uso de suelo y coadyuvar al proceso de sucesión forestal.	**433,152,100.7520 m^2 (26.33 %)**	**Clase media** Expansión y activación de áreas agropecuarias	**Clase baja** Expansión de áreas e infraestructura agrícolas, vías de comunicación, **cambio de uso de suelo**	**Clase baja** Expansión de áreas agrícolas núcleos urbanos, vías de comunicación, **cambio de uso de suelo**
(4) Alta	Ecosistemas poco degradados en donde aún impera vegetación secundaria con tendencia a la recuperación y vegetación primaria,	Al tratarse de áreas cubiertas con comunidades vegetales secundarias con tendencias a la recuperación, vegetación xerófila bien conservada y vegetación primaria, así como cuerpos de agua, las	**234,323,531.6319 m^2 (14.25 %)**	**Clase alta** Permanencia de comunidades vegetales y	**Clase alta** Permanencia de las comunidades vegetales	**Clase alta** **Clase media** Expansión de áreas

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Descripción	Estrategias para su restauración y/o conservación	Cobertura dentro de la RE	Tendencia corto plazo	Tendencia mediano plazo	Tendencia a largo plazo
	además de ecosistemas de humedales. También se identificaron cuerpos de agua con poco grado de contaminación. Los suelos aún conservan su fertilidad debido a las coberturas vegetales existentes.	estrategias de conservación ecológica son el enriquecimiento de ecosistemas, reforestaciones, manejo de especies exóticas, restauración de ecosistemas forestales, y creación de hábitats para las especies.		humedales, **permanencia de los ecosistemas existentes**	existentes, pero con presión por la expansión agropecuaria	agropecuarias en ecosistemas sin afectar, **cambio de uso de suelo**
(5) Muy alta	Ecosistemas con en buen estado de conservación donde la cobertura vegetación conserva un estado sucesional primario por lo que el suelo aún conserva sus propiedades fisicoquímicas. Por estos motivos, alberga hábitats ideales para la fauna y flora silvestre. Además, están dentro de importancia para la conservación.	Al tratarse de cubiertas por ecosistemas en buen estado de conservación, se pueden identificar zonas que requieran intervención activa para su restauración, pero la mejor estrategia consiste en seguir los lineamientos de sus políticas públicas de protección como decretos de ANPs federales o estatales.	**135,159,138.1722 m^2** **(14.25 %)**	**Clase muy alta** **Permanencia y conservación de ecosistemas**	**Clase muy alta** **Clase alta** Permanencia de las comunidades vegetales existentes, pero con presión por la expansión agropecuaria	**Clase alta** Reemplazo de las comunidades vegetales por la presión agropecuaria, **cambio de uso de suelo**

A continuación, se presenta la intersección del proyecto sobre las clases de calidad ecosistémica, destacando que el área del proyecto se inserta dentro de la calidad ecosistémica en su mayoría entre **BAJA y MEDIA,** puesto que en el sitio específico donde se manifiesta su ejecución, los ecosistemas que allí imperan, a pesar de que cuentan con la presión por la agricultura y los crecientes núcleos urbanos, aún conservan estados sucesionales secundarios y vegetación riparia o de galería.

Por ello, a través de este diagnóstico ambiental se determinó que la ejecución del proyecto es factible siempre y cuando se implementan medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de mitigar los posibles impactos ambientales que pudieran provocarse por la ejecución del proyecto. Con todo ello, a través de todas estas estrategias y acciones, en su conjunto con el seguimiento puntual de la ley ambiental, la ejecución del proyecto no provocará un desequilibrio ecológico en ninguno de los componentes bióticos ni abiótico.

CONSULTA PÚBLICA

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

IV.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático

Indicador ambiental, en la guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto ambiental Regional, el indicador ambiental se define como: “Una medida directa o indirecta de la calidad ambiental que se puede usar para evaluar el estado y tendencias en la capacidad del medio ambiente para apoyar la salud humana y ecología”. Estos son parámetros que permiten observar el grado de cambio que se presenta por las alteraciones del medio derivado de las actividades que se realicen en las diferentes etapas del proyecto y su presencia o ausencia son parámetros que denotan la presencia o ausencia de un impacto.

Para la definición de los indicadores ambientales con posibles afectaciones por la ejecución de las obras y/o actividades que contempla el Proyecto en todas sus etapas de implementación, se revisó la información del diagnóstico ambiental del sitio del Proyecto para finalmente establecer los indicadores ambientales que podrán en algún momento evidenciar el impacto ambiental provocado por el Proyecto.

Tabla 24. Componentes y Factores ambientales y sus indicadores. Elaboración propia.

Componente ambiental	Factores ambientales	Indicador Ambiental
Geomorfología	Relieve.	a) Invasión de superficies no autorizadas para actividades del Proyecto. b) Excedentes de materiales posteriores a las actividades de emplazamiento de terraplenes y cortes. c) Acamellonado mal dispuesto de materiales o residuos. d) Presencia de materiales del talud caídos en la carpeta de rodamiento. e) Presencia de erosión excesiva de los taludes Deslaves de materiales. f) Aparición de cárcavas. g) Exposición de la roca en zonas en donde se aplicaron las medidas de prevención, mitigación y compensación.
Edafología	Calidad del suelo	a) Manchas evidentes en suelo de hidrocarburos o grasas (o aceites), derivados de derrames en actividades de mantenimiento de maquinaria o cercanos a almacenes de residuos peligrosos. b) Manejo inadecuado de residuos peligrosos. c) Mal manejo de residuos sólidos urbanos desde sus fuentes de generación y en el acopio temporal dentro del predio del Proyecto. d) Gestión inadecuada de residuos peligrosos evidenciando mezcla de estos con otros residuos, almacenamiento temporal inadecuado y entrega para su disposición final y/o tratamiento posterior a los 6 meses marcados en la LGPGIR y su Reglamento.
	Erodabilidad (pérdida de suelo)	a) Presencia de materiales en las partes bajas. b) Presencia de erosión excesiva de los taludes y/o deslaves de materiales. c) Aparición de cárcavas.
	Inestabilidad	a) Presencia de materiales del talud caídos en la carpeta de rodamiento.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factores ambientales	Indicador Ambiental
		b) Agrietamiento del suelo. c) Exposición de la roca en zonas en donde se aplicaron las medidas de prevención, mitigación y compensación.
	Permeabilidad del suelo	a) Presencia de encharcamientos. b) Agrietamiento del suelo.
	Composición del suelo	a) Disminución de materia orgánica. b) Cambio de color y olor del suelo.
Aire	Calidad el aire	a) Humos grises emitidos de escapes de vehículos pesados y maquinaria. b) Límites máximos permisibles establecidos en las Normas d) Oficiales Mexicanas: e) NOM-041 SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006. f) Dispersión o suspensión de material particulado en el aire dentro del predio.
	Temperatura	a) Incremento o decremento en los niveles de temperatura.
	Acústica	a) Límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT- 1994 (para zonas industriales con 68 dB de 06.00 am a 22.00 pm y con 65 dB de 22.00 pm a 6.00 am). b) Ruido excesivo fuera del perímetro del predio en donde se desarrollará el Proyecto.
Hidrología	Dinámica hidrológica	a) Obstrucción de escurrimientos y cauces de agua con materiales y residuos mal dispuestos o por caídos. b) No construir las obras de drenaje (mayores o menores) establecidas en Proyecto que permita el libre flujo de agua de la red hidrográfica. c) No construir las obras de drenaje superficial que permita el escurrimiento del agua en la carpeta de rodamiento a los cauces, y encharcamientos en el cuerpo de la carretera.
	Calidad del agua	a) Inadecuada disposición de residuos y materiales en cauces y/o escurrimientos. b) Caídos de obra en la construcción de puentes a los escurrimientos de agua. c) Manejo inadecuado de aguas residuales permitiendo su conducción a escurrimientos o cauces de agua en la zona del Proyecto.
	Nivel del agua subterránea	a) Presencia de suelo compactado. b) Presencia de suelo agrietado por falta de humedad. c) Nivel estático del agua bajo.
Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)	a) Extensión de afectaciones de vegetación en superficies no autorizadas. b) No contar con el 80% de sobrevivencia de individuos propios del rescate y de la reforestación.
	Especies protegidas	
	Abundancia de la vegetación.	
	Cobertura vegetal	a) Extensión de afectaciones de vegetación con respecto a la RE. b) Desmonte de zonas forestales
	Captura de carbono	
	Ecosistemas frágiles	a) Mortalidad de árboles en cascada. b) Desecación de vegetación por pérdida de humedad. c) Proliferación de especies pioneras y exóticas-invasoras.
Fauna	Diversidad de la fauna	a) Afectación o muerte de individuos de especies endémicas o de individuos de especies listadas en la NOM-059- SEMARNAT-2010.
	Especies protegidas	
	Abundancia de la fauna	
	Comportamiento	
	Hábitat faunístico	a) Extensión de afectaciones de vegetación con respecto el SAR. b) Desmonte de zonas forestales.

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factores ambientales	Indicador Ambiental
	Patrones de distribución	a) Evidencia e identificación del tránsito de fauna sobre el proyecto.
	Importancia biológica	a) Cambio en la composición de gremios tróficos. b) Presencia o ausencia de especies en la zona del proyecto. c) Evidencia e identificación del tránsito de fauna sobre el proyecto.
Fondo escénico y estético	Calidad visual	a) Muerte de la vegetación adyacente al AP. b) Muerte de los individuos del rescate de flora y de las reforestaciones. c) Baja recuperación de las zonas restauradas. d) Calidad perceptiva (Mala percepción de la imagen urbana entorno a predio del Proyecto y dentro de este). e) Integridad Escénica (Acumulación de materiales de construcción y de residuos en varias áreas dentro del Proyecto, Inadecuado estacionado de vehículos pesados y maquinaria, Falta de mantenimiento de las áreas del Proyecto. c) Inadecuada ejecución de procesos de mantenimiento de equipos de perforación).
	Fragilidad	
	Visibilidad	
Social Socioeconómico	Generación de empleo	a) Personales locales desempleadas durante la etapa de construcción del proyecto. b) Mejoramiento en la calidad de vida del personal local que labora en la obra.
	Economía local	c) Aumento en la derrama económica de las localidades.
	Estructura urbana	a) Consolidación de asentamientos irregulares.
	Conflictos sociales	b) Presencia de manifestaciones y amparos para el proyecto.

Si bien el monitoreo de los indicadores socioeconómicos es competencia de las instancias gubernamentales y no del proyecto, estos se integraron en la matriz de impactos para evaluar posibles efectos adversos o benéficos. En contraste, los indicadores ambientales permiten detectar alteraciones en todas las etapas del del proyecto. Cabe señalar que la mayor incidencia de impactos se prevé durante las fases iniciales, debido a que las actividades de preparación del sitio y construcción se concentran en este periodo.

IV.2 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

La determinación de los impactos ambientales se fundamentó en la clasificación y el ordenamiento sistemático de las obras y actividades del proyecto dentro de sus tres etapas de ejecución, acorde con la metodología previamente establecida. En la tabla subsecuente se desglosan las acciones correspondientes a las fases de preparación del sitio, construcción, y operación y mantenimiento.

Tabla 25. Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales. Elaboración propia.

Etapa del Proyecto	Actividad/Obra	
Preparación del sitio	Contratación de personal de Obra Adquisición de insumos, materiales	
	Habilitación de caminos de acceso existentes	
	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria)	
	Alineación horizontal y vertical del trazo	
	Desmonte	
	Despalme	
Construcción	Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones)	
	Conformación de Terracerías (Troncal, entronques y ramales	Cuerpo del Terraplén
		Capas de rasante y subrasante
		Acarreo de materiales

CONSULTA PÚBLICA

Etapa del Proyecto	Actividad/Obra	
	Carpeta de concreto hidráulico (pavimento)	Subbase hidráulica
		Base hidráulica
		Tendido de concreto hidráulico
		Corte transversal del pavimento
	Obra de drenaje transversal (ODTs)	Excavación sobre terraplén
		Colocación de estructura
		Relleno y compactación
	Pasos de intersección vial	Armado y colado de zapatas
		Armado y colado de pilas o columnas
		Estructura y superestructura (colocación de través)
	Instalación de señalamientos y acabados (guarniciones, elementos de contención)	
	Desmantelamiento de obras provisionales y retiro de maquinaria	
Operación y mantenimiento	Tránsito de vehículos	
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)	
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	

Asimismo, se determinaron los factores ambientales que funcionarán como indicadores clave para prever tendencias de cambio en la Región Ecológica donde se localiza el proyecto, y proponer medidas de mitigación que minimicen las afectaciones. Esta selección derivó de un análisis de los componentes abióticos y de biodiversidad que interactúan con el proyecto, integrando datos de campo, opiniones de personal en temas ambientales y la caracterización de la estructura ecológica del área de influencia. A continuación, se describen los factores y componentes ambientales considerados susceptibles de ser afectados por las actividades del proyecto.

Tabla 26. Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto. Elaboración propia.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
Elementos naturales abióticos	Geomorfología	Relieve
	Edafología	Calidad del suelo
		Erodabilidad (pérdida de suelo)
		Inestabilidad
		Permeabilidad del suelo
		Composición del suelo
	Aire	Calidad el aire
		Temperatura
		Acústica
	Hidrología	Dinámica hidrológica
		Calidad del agua
		Nivel del agua subterránea
Biodiversidad	Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)
		Especies protegidas
		Abundancia de la vegetación.
		Cobertura vegetal
		Captura de carbono
		Ecosistemas frágiles
	Fauna	Diversidad de la fauna
		Especies protegidas
		Abundancia de la fauna
		Comportamiento
		Hábitat faunístico
		Patrones de distribución
		Importancia biológica
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica

CONSULTA PÚBLICA

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
		Fragilidad
		Visibilidad
Social	socioeconómico	Generación de empleo
		Economía local
		Estructura urbana
		Conflictos sociales

Una vez identificadas las actividades del proyecto y los factores ambientales que podrían sufrir cambios se procedió a realizar la estimación de los impactos ambientales. Para la estimación cuantitativa y cualitativa de los impactos negativos y positivos que se generarán con la realización del proyecto, se consideró la metodología diseñada por V. Conesa Fernández-Vítora. Este método se basa en las matrices causa efecto, derivadas de la matriz de Leopold con resultados cualitativos, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las acciones impactantes y en filas, los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Tras estructurar la matriz de correlación causa-efecto, se llevó a cabo su llenado integral. El objetivo de este paso fue identificar los impactos ambientales esperados y determinar, de manera precisa, las interacciones entre el entorno y las actividades contempladas por el proyecto. *Anexo 5 Matriz de impactos ambientales*.

Al evaluar la matriz de correlación causa-efecto entre los 32 factores ambientales y las 25 actividades del proyecto, se identificaron 261 interacciones reales de un universo de 800 posibles. Esto representa una incidencia de impacto del 32.6%. La mayor cantidad de interacciones (164) se presenta en la etapa de construcción, etapa que concentra la mayor parte de las obras físicas, aunque estas se ejecutan sobre superficies previamente modificadas. En segundo lugar, la preparación del sitio registra 68 interacciones, correspondiendo a las alteraciones iniciales en el medio. Finalmente, la etapa de operación y mantenimiento reporta la menor incidencia, con apenas 29 interacciones. La distribución detallada por etapa y componente ambiental se presenta a continuación:

Tabla 27. Número de impacto por etapa del proyecto. Elaboración propia.

Relación de impactos	Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Total
Impactos detectados	68	164	29	261
% de impactos	26.15%	63.08%	10.77%	100.00%

El gráfico presentado a continuación muestra una representación visual de estos valores, permitiendo observar el comportamiento y la incidencia de los impactos en las tres etapas del del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

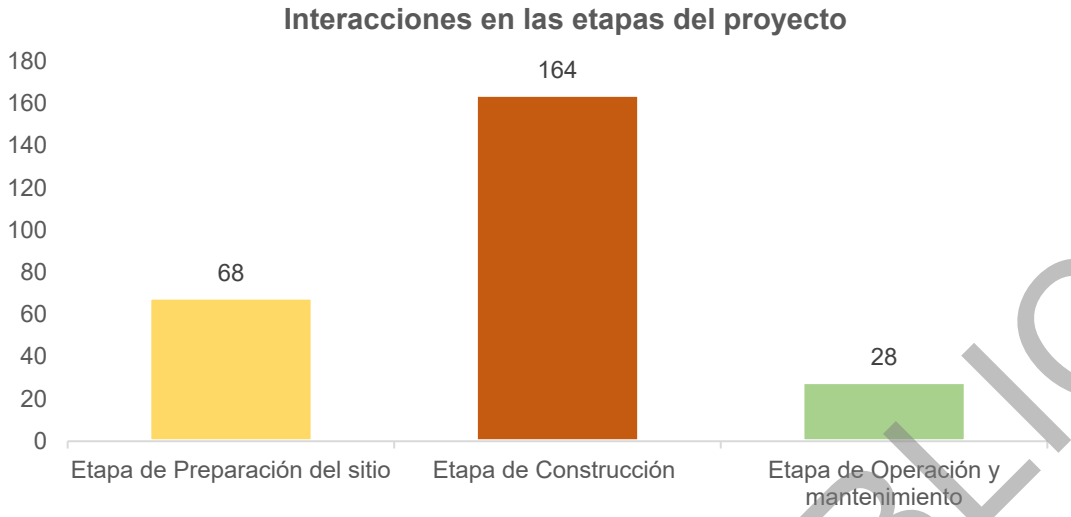

Figura 6.Interacciones en las etapas del proyecto. Elaboración propia.

Al analizar el comportamiento de las interacciones por componente ambiental, se observa que la fauna concentra la mayor incidencia, con 73 interacciones. Esto responde directamente a la pérdida de cobertura vegetal y al cambio de uso de suelo, procesos que derivan en el ahuyentamiento de fauna y la potencial generación de barreras biológicas. Le sigue el componente socioeconómico con 51 interacciones, de las cuales la mayoría son de carácter positivo debido a la generación de empleos y la dinamización económica, lo que potencializa el nivel de vida local. Posteriormente, el componente aire registra 44 interacciones, predominantemente temporales, asociadas a la emisión de partículas y ruido por la operación de maquinaria durante la construcción. El componente hidrológico presenta 28 interacciones vinculadas al riesgo de alteración de la calidad del agua y la modificación de escurrimientos superficiales por el emplazamiento de las obras. Por su parte, el paisaje suma 21 interacciones, producto de la modificación visual y la alteración de elementos naturales subyacentes. Finalmente, la vegetación y la geomorfología presentan 6 y 4 interacciones respectivamente; la primera se ve impactada por las actividades de desmonte, mientras que el relieve natural se modifica de forma permanente por el despalme, cortes y la conformación del terraplén para el cuerpo carretero.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 28. Matriz para la valoración de los impactos ambientales. Elaboración propia.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO	PREPARACION DEL SITIO							CONSTRUCCIÓN																				OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO				TOTAL
				Contratación de personal de Obra Adquisición de insumos, materiales	Habilitación de caminos de acceso existentes	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de	Alineación horizontal y vertical del trazo	Desmonte	Despalme	SUBTOTAL	Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones)	Conformación de Terracerías (Troncal, entronques y ramal			Carpeta de concreto hidráulico (pavimento)				Obra de drenaje transversal (ODTs)			Pasos de intersección vial			Instalación de señalamientos y acabados (guarniciones, elementos de contención)	Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	SUBTOTAL	Tránsito de vehículos	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	SUBTOTAL	
												Cuerpo del Terrapién	Capas de rasante y subrasante	Acarreo de materiales	Subbase hidráulica	Base hidráulica	Tendido de concreto hidráulico	Corte transversal del pavimento	Excavación sobre terrapién	Colocación de estructura	Relleno y compactación	Armado y colado de zapatas	Armado y colado de pilas o columnas	Estructura y superestructura (colocación de través)									
				1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	16	23	24	25	3	25
Abiótico	Geomorfología	Relieve	Modificación del relieve o microrelieve						X	1	X	X										X					3				0	4
	Edafología	Calidad del suelo	Cambio en las características fisicoquímicas del suelo		X	X			X	3	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X			X	13	X	X	X	3	19
		Erodabilidad (pérdida de suelo)	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)					X	X	2	X																1				0	3
		Inestabilidad	Formación de hundimientos o socavones del terreno natural							0	X		X	X	X	X	X		X								7				0	7
		Permeabilidad del suelo	Modificación de la infiltración de agua por compactación de suelo			X			X	2	X	X						X									3				0	5
		Composición del suelo	Pérdida de materia orgánica					X	X	2																	0				0	2
	Aire	Calidad el aire	Aumento en la emisión de GYCEI y partículas suspendidas		X	X		X	X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	14	X	X	X	3	21
		Temperatura	Modificación de la temperatura del aire					X		1								X									1	X			1	3
		Acústica	Modificación de los niveles de ruido		X	X		X	X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	14	X	X	X	3	21
	Hidrología	Dinámica hidrológica	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua					X	X	2	X	X							X								3				0	5
		Calidad del agua	Cambio en las características fisicoquímicas del agua		X	X		X	X	4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	15	X	X	X	3	22
		Nivel del agua subterránea	Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero					X	X	2																	0				0	2
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)	Afectación de especies e individuos de flora incluidos					X		1																	0				0	1
		Especies protegidas	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT					X		1																	0				0	1
		Abundancia de la vegetación.	Afectación del número de individuos de cada especie					X		1																	0				0	1
		Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal					X		1																	0				0	1
		Captura de carbono	Cambio en la capacidad de captura de carbono					X		1																	0				0	1
		Ecosistemas frágiles	Generación de Efecto de borde					X		1																	0				0	1
	Fauna	Diversidad de la fauna	Afectación de especies e individuos de fauna					X		1																	0	X			1	2
		Especies protegidas	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT					X		1	X	X	X	X	X	X	X	X								X	9	X			1	11
		Abundancia de la fauna	Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento			X		X		2	X	X		X												X	4	X			1	7
		Comportamiento	Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica		X	X	X	X	X	5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	13	X	X		2	20
		Hábitat faunístico	Modificación, pérdida de hábitat y conectividad			X		X	X	3	X	X										X	X	X			5				0	8
		Patrones de distribución	Modificación de las rutas de desplazamiento			X		X		2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			14	X	X		2	18
		Importancia biológica	Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna					X		1	X	X	X	X	X	X	X	X									8	X			1	10
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica	Modificación de la calidad del paisaje			X		X	X	3	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	13	X	X	X	3	19
		Fragilidad	Modificación de superficies de conservación					X		1																	0				0	1
		Visibilidad	Modificación de la cuenca visual					X	X	2																	0				0	2
Social	socioeconómico	Generación de empleo	Cambio en la tasa de empleos formales	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16		X	X	2	24
		Economía local	Incremento del nivel socioeconómico	X	X	X	X	X	X	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	16		X	X	2	24
		Estructura urbana	Crecimiento urbano acelerado							0																	0	X			1	1
		Conflictos sociales	Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación					X	X	2																	0				0	2
Sumatoria		32		2	7	12	3	27	17	68	18	16	12	13	12	12	12	13	9	6	7	10	9	8	5	10	172	13	9	7	29	269

X Interacciones negativas
X Interacciones positivas

CONSULTA PÚBLICA

Derivado del análisis cualitativo de las interacciones, se determinó que la mayoría de los efectos son de naturaleza adversa (211 interacciones), concentrándose principalmente en las etapas de preparación y construcción. En contraste, se identificaron 50 interacciones de naturaleza benéfica, vinculadas mayoritariamente al medio socioeconómico. Esta distribución subraya la importancia de implementar medidas de mitigación y compensación para contrarrestar los efectos negativos, conforme a lo establecido en la siguiente tabla resumen.

Tabla 29. Interacciones reales que causan cambios en los atributos ambientales. Elaboración propia.

Interacciones	Etapa de Preparación del sitio	Etapa de Construcción	Etapa de Operación y mantenimiento	Total de interacciones
Negativas	56	130	25	211
Positivas	12	34	4	50
Totales	68	164	29	261

Una vez analizadas las interacciones ambientales, se agruparon por factor ambiental, en donde se identificaron 35 impactos potenciales. El diagnostico de estas afectaciones determino que 30 son de naturaleza adversa, categorizados según su Valor de Importancia (IMP) en 8 impactos severos y 22 moderados. Por su parte, los impactos de naturaleza benéfica suman 5 incidencias, de las cuales 2 se clasifican como severas y 3 como moderadas. Esta distribución subraya la necesidad de priorizar medidas de mitigación en los factores de mayor vulnerabilidad, conforme se detalla en el análisis de severidad adjunto.

Tabla 30. Clasificación de los Impactos Ambientales identificados de acuerdo con la importancia del impacto. Elaboración propia.

Impactos	Preparación del sitio	
	Negativo (-)	+
Bajo	0	0
Moderado	22	3
Severo	8	2
Crítico	0	0
Total	**30**	**5**

La obtención de los impactos corresponde al objetivo que pretende la primera etapa de la evaluación. La valoración de los mismos corresponde a la segunda etapa de dicha evaluación, esto para ambas fases (constructiva y operativa), para lo cual se implementó la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vitora, descrita anteriormente en el presente capítulo. A continuación, se presenta un resumen de la matriz de valoración efectuada para el proyecto, la matriz completa de la evaluación efectuada.

Estos resultados permiten jerarquizar las afectaciones y orientar estratégicamente las acciones del Plan de Manejo Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla 31. Valoración de los impactos ambientales. Elaboración propia.

Componente	Factor ambiental	ID	Impacto	Etapa del proyecto que impacta			Valoración de los atributos de cada impacto											
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	NAT	INT	EXT	SIN	PERS	EF	MOM	ACU	REC	REV	PER	IMP	CATEGORIA
Geomorfología	Relieve	1	Cambio en el relieve o microrelieve	√	√	-	-1	8	4	2	4	4	4	4	8	4	1	63	SEVERO
Edafología	Calidad del suelo	2	Cambio en las características fisicoquímicas del suelo	√	√	√	-1	9	2	4	2	4	4	4	4	1	1	55	SEVERO
	Erodabilidad (pérdida de suelo)	3	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)	√	√	-	-1	7	4	1	2	1	2	4	4	4	1	48	MODERADO
	Inestabilidad	4	Formación de hundimientos o socavones del terreno natural	-	√	-	-1	3	1	1	2	1	1	4	4	2	1	27	MODERADO
	Permeabilidad del suelo	5	Modificación de la infiltración de agua por compactación de suelo	√	√	-	-1	6	4	1	4	4	1	1	4	4	1	46	MODERADO
	Composición del suelo	6	Pérdida de materia orgánica	√	-	-	-1	6	1	2	4	1	1	4	8	4	1	45	MODERADO
Aire	Calidad el aire	7	Aumento en la emisión de GYCEI y Partículas suspendidas	√	√	√	-1	8	2	2	1	1	4	4	1	1	2	44	MODERADO
	Temperatura	8	Aumento de temperatura del aire	√	√	√	-1	6	2	1	4	1	4	1	2	4	1	40	MODERADO
	Acústica	9	Aumento en los niveles de ruido	√	√	√	-1	7	2	1	4	1	4	1	2	4	1	43	MODERADO
Hidrología	Dinámica hidrológica	10	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	√	√	-	-1	7	1	1	4	4	2	1	4	1	1	41	MODERADO
	Dinámica hidrológica	11	Cambio positivo en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	-	√	-	1	6	1	1	4	4	2	1	4	1	1	38	MODERADO
	Calidad del agua	12	Cambio en las características fisicoquímicas del agua	√	√	√	-1	8	4	1	2	4	4	4	4	2	1	54	SEVERO
	Nivel del agua subterránea	13	Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero	√	-	-	-1	4	4	2	4	1	2	4	4	4	1	42	MODERADO
Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)	14	Afectación de especies e individuos de flora	√	-	-	-1	5	2	2	2	4	4	4	8	4	1	48	MODERADO
	Especies protegidas	15	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	√	-	-	-1	5	2	2	2	4	4	4	8	4	1	48	MODERADO
	Abundancia de la vegetación	16	Afectación del número de individuos de cada especie	√	-	-	-1	6	2	2	4	4	4	4	8	4	1	53	SEVERO
	Cobertura vegetal	17	Pérdida de la cobertura vegetal	√	-	-	-1	9	1	2	2	4	4	4	8	4	1	58	SEVERO
	Captura de carbono	18	Cambio en la capacidad de captura de carbono	√	-	-	-1	9	1	2	2	1	2	4	2	4	1	47	MODERADO
	Ecosistemas frágiles	19	Generación de Efecto de Borde	√	-	-	-1	6	1	2	4	1	2	4	4	4	1	42	MODERADO
Fauna	FAUNA (Diversidad de la fauna)	20	Afectación de especies e individuos de fauna	√	-	√	-1	7	2	2	2	1	4	4	4	4	1	47	MODERADO
	FAUNA (Especies protegidas)	21	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	√	√	√	-1	6	2	2	2	1	4	4	4	4	1	44	MODERADO
	FAUNA (abundancia y distribución)	22	Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento	√	√	√	-1	6	2	2	2	1	4	4	4	4	1	44	MODERADO
	FAUNA (abundancia)	23	Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica	√	√	√	-1	7	2	2	2	1	4	4	4	4	1	47	MODERADO
	FAUNA (Hábitat faunístico)	24	Modificación, pérdida de hábitat y conectividad	√	√	√	-1	8	2	2	2	1	4	4	8	4	1	54	SEVERO
	FAUNA (Hábitat faunístico)	25	Preservación de hábitat existentes	-	√	-	1	6	2	2	2	1	4	1	4	2	1	39	MODERADO
	FAUNA (Patrones de distribución)	26	Modificación de las rutas de desplazamiento por efecto barrera	√	√	√	-1	7	2	2	4	1	1	4	4	2	1	44	MODERADO
	FAUNA (Patrones de distribución)	27	Conservación de rutas de desplazamiento	-	√	-	1	6	2	2	4	1	1	4	4	4	1	43	MODERADO
	FAUNA (Importancia ecológica)	28	Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna	√	√	√	-1	5	2	4	2	1	1	4	4	4	1	40	MODERADO
Paisaje	Calidad escénica.	29	Modificación de la calidad del paisaje	√	√	√	-1	7	4	4	4	1	1	4	4	4	1	52	SEVERO

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Factor ambiental	ID	Impacto	Etapa del proyecto que impacta			Valoración de los atributos de cada impacto												
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	NAT	INT	EXT	SIN	PERS	EF	MOM	ACU	REC	REV	PER	IMP	CATEGORIA
	Fragilidad.	30	Modificación de superficies de conservación	√	-	-	-1	6	2	4	4	1	4	4	8	4	1	52	SEVERO
	Visibilidad	31	Modificación de la cuenca visual	√	-	-	-1	6	1	1	4	1	4	4	4	4	1	43	MODERADO
Socioeconómico	Generación de empleo	32	Cambio en la tasa de empleos formales	√	√	√	1	8	4	4	4	1	1	4	4	4	1	55	SEVERO
	Economía local	33	Incremento del nivel socioeconómico	√	√	√	1	9	2	1	4	4	4	1	8	4	1	58	SEVERO
	Estructura urbana	34	Crecimiento urbano acelerado	-	-	√	-1	4	1	1	4	1	2	1	8	4	1	36	MODERADO
	Conflictos sociales	35	Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación	√	-	-	-1	4	1	1	1	1	4	1	4	4	1	31	MODERADO

CONSULTA PUBLICA

IV.3 IMPACTOS RESIDUALES

Los impactos residuales constituyen aquellas alteraciones que persisten de forma prolongada o permanente dentro de la Región Ecológica, incluso tras la ejecución de medidas de mitigación. Uno de los impactos residuales que más destaca es la pérdida de vegetación forestal; esta no se limita solo a la tala de árboles y arbustos, sino que implica la afectación de microhábitats y la interrupción de servicios ecosistémicos que la reforestación compensatoria no logra restaurar a corto plazo, dada la demora de décadas en alcanzar la madurez ecológica original. Asimismo, la antropización del paisaje mediante el uso de concreto hidráulico fragmenta la continuidad visual y degrada la calidad escénica. Finalmente, la modificación del relieve por cortes y nivelaciones altera la geoforma local, lo que impacta negativamente en la estabilidad edáfica y los patrones naturales de drenaje pluvial.

IV.4 IMPACTOS ACUMULATIVOS

Los impactos acumulativos derivados del presente proyecto carretero se definen como la resultante de la interacción de las alteraciones ambientales generadas por actividades históricas, vigentes y prospectivas dentro de la Región Ecológica, en específico en el área de influencia del proyecto. Estos efectos no se limitan a la ejecución de la obra, sino que también derivan del sinergismo con otras intervenciones antrópicas en la región, potenciando la degradación de los elementos naturales. Entre las principales afectaciones identificadas de acuerdo con la valoración de los impactos destacan:

- **Geomorfología y Edafología:** Alteraciones en el microrelieve, cambios en las propiedades fisicoquímicas del suelo, pérdida de materia orgánica y erosión del primer horizonte (eólica e hídrica), con riesgo potencial de hundimientos o socavones.

- **Atmósfera:** Incremento en las emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GYCEI) y material particulado (PM10 y PM2.5).

- **Hidrología:** Degradación de la calidad del agua y modificación de las tasas de recarga de los acuíferos y niveles freáticos.

- **Biodiversidad:** Pérdida de cobertura vegetal y fragmentación de hábitats, afectando especialmente a especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se prevé una disminución en la densidad poblacional de fauna silvestre, perturbaciones por contaminación auditiva y lumínica, así como la interrupción de rutas de desplazamiento biológico debido al "efecto-barrera" y generación de "efecto de borde".

- **Paisaje:** Modificación de la cuenca visual en los ecosistemas colindantes.

A pesar de su naturaleza acumulativa, la mayoría de estas alteraciones son mitigables mediante la implementación de medidas preventivas y mitigación. No obstante, la pérdida de cobertura vegetal se clasifica como un impacto de carácter severo. En consecuencia, se determina que esta afectación es irreversible en el sitio, por lo que su resarcimiento se sujeta a estrategias de compensación y restauración ambiental que garanticen la recuperación de las funciones ecosistémicas a nivel regional.

CONSULTA PÚBLICA

IV.5 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas de mitigación y compensación han sido diseñadas bajo un enfoque sistémico, con el objetivo primordial de prevenir, atenuar o reparar las alteraciones ambientales causadas por desarrollo de la infraestructura vial. El diseño de estas acciones se manifiesta en la atención de impactos identificados; buscando salvaguardar la integridad de los procesos ecológicos y la conectividad del paisaje, asegurando que las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos de la Región Ecológica preserven su resiliencia y equilibrio funcional a largo plazo.

Las medidas ambientales priorizan la que manifestación de impactos en zonas de alta sensibilidad sean mínimas. Para aquellos impactos residuales que, por la naturaleza técnica de la obra, poseen un carácter permanente, se han proponen la restauración y compensación ambiental que permita la continuidad de los servicios ecosistémicos.

A continuación, se detallan las acciones específicas estructuradas conforme a las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.1. Componente geomorfología

Tabla 32. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte geomorfología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medidas
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
1	Modificación del relieve o microrelieve	GEOMORFOLOGÍA (Relieve)	MM-01.- Se retirará el material excedente en los sitios de acopio para que la topoforma vuelva a su estado original y evitar modificar la carga del suelo para evitar cualquier tipo de hundimiento y/o derrumbe. Lo anterior una vez que se concluyan las actividades de nivelación.		√		Prevención
			MM-02.- El material de despalme deberá ser acamellonado en sitios destinados al acopio, los cuales deberán estar debidamente delimitados y ubicarse en terrenos que presenten óptimas condiciones de drenaje superficial, con el fin de mitigar riesgos de inundación y pérdida de material.	√	√		Prevención
			MM-03.- No se modificarán superficies fuera de aquella autorizada para realizar las obras y actividades especificadas en la MIA y el resolutivo.	√	√		Prevención
			4.- Quedará estrictamente prohibido acumular, extraer o apilar material en superficies fuera del polígono del proyecto.	√	√		Prevención
			MM-05.- En las zonas de corte, los taludes se estabilizarán mediante el arrope con suelo orgánico y residuos forestales triturados. De ser necesario, se complementará con el uso de malla de triple torsión, geomantas orgánicas o las que permita el diseño de ingeniería, con el objetivo de favorecer la sucesión vegetal y la revegetación natural		√		Mitigación

IV.5.2. Componente edafología

Tabla 33. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte edafología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
2	Cambio en las características fisicoquímicas del suelo	EDAFOLOGÍA (Calidad del suelo)	MM-06.- El suministro de combustible se realizará preferentemente en estaciones de servicio autorizadas en los centros urbanos cercanos. De requerirse el despacho in situ, se emplearán vehículos de servicio equipados con personal capacitado, señalización y dispositivos de seguridad para la atención de contingencias. Para prevenir la contaminación del suelo, la recarga se efectuará sobre superficies impermeables (concreto o pavimento); en su defecto, se deberá delimitar el área con una lona impermeable de dimensiones suficientes o cubrir el suelo con materiales absorbentes que actúen como barrera aislante bajo la maquinaria.	√	√	√	Preventiva

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			MM-07.- Queda estrictamente prohibido realizar actividades de mantenimiento mayor a maquinaria pesada dentro del Derecho de Vía (DDV). En caso de avería, el equipo deberá ser trasladado a talleres externos autorizados. De ser técnica o físicamente imposible su traslado, las reparaciones de emergencia se ejecutarán empleando charolas de contención o geomembranas de alta densidad con bordes perimetrales de arena, asegurando el aislamiento total para evitar la infiltración de lubricantes o combustibles al suelo.	√	√		Preventiva
			MM-08.- Habilitación de un Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP) el cual cumplirá estrictamente con las condiciones de seguridad establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Los contenedores deberán estar debidamente rotulados, especificando contenido, peligrosidad y fecha de ingreso, en estricto cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana (NOM-052-SEMARNAT-2005).	√	√		Preventiva Control
			MM-09.- La recolección de los residuos peligrosos se realizará con una periodicidad trimestral, ajustándose al volumen de generación. El transporte y manejo externo estarán a cargo exclusivamente de empresas que cuenten con autorizaciones vigentes ante la SEMARNAT y la SCT, garantizando la trazabilidad de los residuos hasta su disposición final. El prestador de servicios deberá entregar los manifiestos de entrega-transporte-recepción correspondientes, los cuales deberán coincidir con los registros de la Bitácora de Generación del almacén temporal.	√	√		Preventiva
			M-10.- Se deberá evitar el uso de herbicidas o cualquier tipo de sustancias químicas durante el desmonte de la vegetación para evitar la contaminación de suelo y agua.	√			Preventiva
			MM-11.- Durante el desarrollo y operación del proyecto existirá una estricta separación entre los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos. Cada uno deberá almacenarse y contenerse en sitios con características específicas para cada tipo de residuo.	√	√	√	Preventiva
			MM-12.- Queda prohibido arrojar los residuos o abandonarlos en la vía pública, alcantarillado, lotes baldíos, cuerpos de agua superficiales, basureros clandestinos, áreas comunes, parques, así como hacer uso de contenedores utilizados anteriormente como receptores de residuos peligrosos.	√	√	√	Preventiva

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			MM-13.- En caso de derrame accidental, se contará en campo con un Kit de materiales como toallas absorbentes, musgo absorbente, o cualquier otro material o dispositivo que permita contener el derrame de cualquier sustancia peligrosa al suelo.	√	√		Preventiva
			MM-14.- Se habilitarán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, cumpliendo con la cantidad y especificaciones de la NOM-031-STPS-2011. Para garantizar condiciones de higiene y prevenir derrames, se programará un servicio de limpieza y desinfección cada tercer día. La gestión será realizada por una empresa especializada con permisos vigentes de descarga y disposición final de aguas residuales, la cual deberá entregar los comprobantes de disposición correspondientes	√	√		Preventiva
			MM-15.- Ante cualquier derrame accidental de aceites, grasas o combustibles, se procederá a la contención. Posteriormente, se realizará la caracterización y remediación del sitio para restablecer sus condiciones físico-químicas, garantizando el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012	√	√	√	Mitigación
			MM-16.- Se instalarán contenedores de diversas capacidades en áreas estratégicas y en todos los frentes de trabajo, fomentando la separación selectiva en residuos orgánicos e inorgánicos. Dichos recipientes deberán contar con tapas o sistemas de sujeción para evitar la dispersión de los residuos por acción del viento o escurrimientos pluviales, garantizando una gestión eficiente de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Estos serán recolectados 3 veces por semana según se requieran.	√	√		Preventiva
			MM-17.-Para el manejo de residuos de concreto, se habilitará un área de lavado de ollas específicamente delimitada. En este sitio se confinarán las lechadas y excedentes de concreto para su posterior retiro. Queda estrictamente prohibido el vertido de residuos o el lavado de mezcladoras en áreas no autorizadas, cauces naturales o directamente sobre el terreno natural.	√	√		Preventiva
			MM-18.- Se realizarán acciones de educación ambiental con el personal respecto al manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, el uso obligatorio de sanitarios portátiles, así como de la protección y conservación de los recursos naturales.	√	√		Preventiva

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
3	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)	EDAFOLOGÍA (Erodabilidad "perdida de suelo")	MM-19.- Zonas de cortes y excavaciones serán protegidas, para reducir el grado de riesgo por deslizamientos o derrumbes; en las áreas donde las excavaciones sean temporales se aplicarán actividades de revegetación mediante la dispersión de semillas de la región.	√	√		Mitigación
			MM-20.-El material proveniente de cortes y excavaciones con aptitud técnica será reincorporado en las actividades de terracería y nivelación del terreno. Por su parte, el suelo orgánico sobrante será resguardado en sitios de acopio específicos para su posterior aprovechamiento en las labores de restauración ambiental y recuperación de la cobertura vegetal.		√		Mitigación
4	Formación de hundimientos o socavones del terreno natural	EDAFOLOGÍA (Inestabilidad)	MM-21.- Se identificarán y delimitarán las zonas con mayor vulnerabilidad a hundimientos. En caso de detectarse suelos inestables o críticos y de ser necesario, se realizarán estudios de detalle en geotecnia, geofísica, mecánica de suelos y geohidrología, con el fin de determinar las medidas de ingeniería necesarias para garantizar la estabilidad del terreno	√	√		Prevención
			MM-22.- Se minimizará la exposición de suelos frágiles a vibraciones mecánicas mediante la optimización de los ciclos de trabajo. Esto incluirá la reducción de los tiempos de operación de maquinaria pesada y el uso de equipos con tecnología de atenuación de impacto en las áreas identificadas como críticas.	√	√		Mitigación
5	Modificación de la infiltración de agua por compactación de suelo	EDAFOLOGÍA (Permeabilidad del suelo)	MM-23.- El tránsito de maquinaria se limitará exclusivamente a los caminos de acceso y franjas de servicio previamente delimitados. Queda estrictamente prohibido el desplazamiento o estacionamiento de equipo fuera de las áreas autorizadas, esto para prevenir la compactación del suelo y la degradación de su estructura.	√	√		Prevención
			MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación
6	Pérdida de materia orgánica	EDAFOLOGÍA (Composición del suelo)	MM-02.- El material de despalme deberá ser acamellonado en sitios destinados al acopio, los cuales deberán estar debidamente delimitados y ubicarse en terrenos que presenten óptimas condiciones de drenaje superficial, con el fin de mitigar riesgos de inundación y pérdida de material.	√			Prevención

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación

IV.5.3. Componente aire

Tabla 34. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte aire. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
7	Aumento en la emisión de GYCEI y partículas suspendidas	AIRE (Calidad del aire)	MM-25- Quedará estrictamente prohibido la quema de residuos generados en cualquier de las etapas, para evitar la emisión de contaminantes atmosféricos.	√	√	√	Prevención
			MM-26.- Se implementará mantenimiento preventivo a toda la maquinaria, vehículos y equipos, integrando los registros en una bitácora de control. El objetivo es optimizar el funcionamiento mecánico para minimizar la emisión de ruido y Gases de Efecto Invernadero (GEI). este deberá ser apegado al cumplimiento de los límites establecidos en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas. • NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles. • NOM-045-SEMARNAT-2017, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible. • 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.	√	√		Prevención Control
			MM-27.- Se implementará el riego periódico para minimizar la dispersión de material particulado. El agua utilizada provendrá de fuentes con procedencia legal acreditada. En caso de emplear agua tratada, se garantizará el cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997 para asegurar su reúso seguro y prevenir riesgos a la salud o al medio ambiente. Si el suministro proviene de un tercero, este deberá presentar su Título de Concesión vigente, emitido por la CONAGUA, que ampare el uso de aguas nacionales	√	√		Mitigación

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			MM-28.- Los camiones que transporten tierra o material en el área del proyecto, área de influencia, deberán transitar con lonas o transportar el material húmedo para evitar la dispersión de polvo. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, todos los vehículos deben mantener una velocidad máxima de 30 km/h dentro del polígono del proyecto para reducir la dispersión de material particulado.	√	√		Mitigación
8	Modificación de la temperatura del aire	AIRE (Temperatura)	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación
9	Modificación de los niveles de ruido	AIRE (Acústica)	MM-26.- Se implementará mantenimiento preventivo a toda la maquinaria, vehículos y equipos, integrando los registros en una bitácora de control. El objetivo es optimizar el funcionamiento mecánico para minimizar la emisión de ruido y Gases de Efecto Invernadero (GEI). este deberá ser apegado al cumplimiento de los límites establecidos en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas. • NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustibles. • NOM-045-SEMARNAT-2017, que establecen los niveles máximos de opacidad de humo provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible. • 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.	√	√		Prevención Control
			MM-29.- Se dará cumplimiento a la NOM-011-STPS-2001, con la finalidad de mantener la seguridad y evitar efectos negativos de los trabajadores en las áreas donde se genere ruido.	√	√		Control
			MM-30.- Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horario normal, se evitará hacer uso de ellos en horario nocturno.	√	√		Prevención

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.4. Componente hidrología

Tabla 35. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte hidrología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
10	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)	MM-31.- Se mantendrá una limpieza permanente en todas las áreas de trabajo y frentes de obra, asegurando que no existan materiales, escombros o residuos que puedan obstruir los escurrimientos pluviales naturales o artificiales.	√	√		Prevención Mitigación
			MM-32.- Construcción de obras de drenaje mayor (puentes) y menor (ODTs) en los terraplenes, así como cunetas y contracunetas en zona de cortes de terreno natural. Estas obras se construirán con características específicas de acuerdo con los estudios hidrológicos, respetando los coeficientes de escurrimiento y considerando los periodos de retorno		√		Mitigación
			MM-33.- Durante la operación del proyecto dar mantenimiento preventivo y correctivo a las obras de drenaje transversal y longitudinal del proyecto para garantizar su correcto funcionamiento			√	Preventiva
12	Cambio en las características fisicoquímicas del agua	HIDROLOGÍA (Calidad del agua)	Considerando la interrelación directa entre la calidad del suelo y el recurso hídrico, se establece la aplicación transversal de las medidas de mitigación descritas en el Componente Edafología (6 al 18). Estas acciones, orientadas originalmente a la protección del suelo, funcionarán como barreras preventivas para garantizar la preservación de la calidad del agua.				
13	Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero	HIDROLOGÍA (Variación en el nivel estático)	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación

CONSULTA PÚBLICA

IV.1.1 Componente vegetación

Tabla 36. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte Vegetación. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
14	**Afectación de especies e individuos de flora**	VEGETACIÓN (Diversidad de vegetación "riqueza de especies")	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación
			MM-34.- Quedará prohibido colectar, traficar o dañar a las especies de flora, especialmente si son endémicas, prioritarias para la conservación o se encuentran en estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades por lo que la empresa contratista se encargará de supervisar el cumplimiento de esta medida.	√			Preventiva
			MM-35.- Previo a las actividades de desmonte y despalme, se realizará el rescate de flora de aquellos individuos que tengan importancia biológica, ecológica o bien se encuentren enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Acuerdo de Especies Prioritarias para la Conservación, CITES, con categoría de riesgo según la IUCN o sean de distribución restringida (endémicas).	√	√		Preventiva Mitigación
			MM-36.- Las especies de flora rescatadas se trasladarán a un vivero para su conservación hasta el inicio de la reforestación.	√	√		Mitigación
			MM-37.- Las medidas de remoción de la vegetación deberán ser de manera gradual y progresiva, como sigue: Estrato herbáceo: Se efectuará un corte manual o mecánico ligero, en las áreas designadas evitando el uso de maquinaria pesada que perturbe el suelo. Estrato arbustivo: Se utilizarán herramientas manuales como motosierras, priorizando cortes graduales por sectores, evitando la remoción total simultánea. Estrato arbóreo: Ejecutar la tala del estrato arbóreo (árboles) de forma selectiva y por etapas, utilizando técnicas de tala dirigida para minimizar daños a la vegetación remanente y al suelo, Priorizando la remoción de árboles aislados o de menor tamaño antes de los más grandes, preservando temporalmente árboles maduros. La remoción será gradual conforme las necesidades	√			Preventiva Mitigación

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			constructivas del proyecto, permitiendo que los individuos que no fueron rescatados o ahuyentados tengan la oportunidad dispersarse.				
			MM-38.- Se evitarán afectaciones a la vegetación aledaña por el desarrollo de las actividades del proyecto	√	√		Preventiva
			MM-39.- Si se detectan especies exóticas invasoras en el área del proyecto, serán removidas del sitio para evitar su propagación.	√			Mitigación
			MM-40.- Platicas de educación ambiental. Se realizarán pláticas de concientización Ambiental con el personal, sobre la protección y conservación de la flora silvestre; Identificación y acciones a realizar con especies exóticas e invasoras de flora; Identificación de especies en categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, entre otras.	√			Preventiva
15	**Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT**	VEGETACIÓN (Especies protegidas)	Debido a que los impactos a la vegetación derivan principalmente de las acciones de desmonte (remoción de la cubierta vegetal), se aplicarán las mismas medidas ambientales para mitigar la afectación a la riqueza de especies. Dichas medidas corresponden a los numerales: **MM-24, MM-34, MM-35, MM-36, MM-37, MM-38, MM-39 y MM-40.**				
16	**Afectación del número de individuos de cada especie**	VEGETACIÓN (Abundancia)	Debido a que los impactos a la vegetación derivan principalmente de las acciones de desmonte (remoción de la cubierta vegetal), se aplicarán las mismas medidas ambientales para mitigar la afectación a la riqueza de especies. Dichas medidas corresponden a los numerales: **MM-24, MM-34, MM-35, MM-36, MM-37, MM-38, MM-39 y MM-40.**.				
17	**Pérdida de la cobertura vegetal**	VEGETACIÓN (Cobertura vegetal)	Debido a que los impactos a la vegetación derivan principalmente de las acciones de desmonte (remoción de la cubierta vegetal), se aplicarán las mismas medidas ambientales para mitigar la afectación a la riqueza de especies. Dichas medidas corresponden a los numerales: **MM-24, MM-34, MM-35, MM-36, MM-37, MM-38, MM-39 y MM-40.**.				

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
18	**Cambio en la capacidad de captura de carbono**	VEGETACIÓN (Captura de carbono)	Debido a que los impactos a la vegetación derivan principalmente de las acciones de desmonte (remoción de la cubierta vegetal), se aplicarán las mismas medidas ambientales para mitigar la afectación a la riqueza de especies. Dichas medidas corresponden a los numerales: **MM-24, MM-34, MM-35, MM-36, MM-37, MM-38, MM-39 y MM-40.**.				
19	**Generación de Efecto de borde**	VEGETACIÓN (Ecosistemas frágiles)	Debido a que los impactos a la vegetación derivan principalmente de las acciones de desmonte (remoción de la cubierta vegetal), se aplicarán las mismas medidas ambientales para mitigar la afectación a la riqueza de especies. Dichas medidas corresponden a los numerales: **MM-24, MM-34, MM-35, MM-36, MM-37, MM-38, MM-39 y MM-40.**				

IV.5.5. Componente fauna

Tabla 37. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte fauna. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
20	**Afectación de especies e individuos de fauna**	FAUNA (Diversidad de la fauna)	MM-41.- Previo a las actividades de desmonte y despalme, se ejecutarán acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre. Para las especies con mayor movilidad, se implementarán protocolos de ahuyentamiento a través de sonidos. Se dará prioridad a los ejemplares listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el Acuerdo de Especies Prioritarias (DOF 05/03/2014), CITES, la Lista Roja de la IUCN o especies endémicas. En caso de localizar nidos activos, se establecerá un área de exclusión (buffer) de 5 metros de vegetación radial, la cual permanecerá intacta hasta completar la eclosión y el abandono del nido	√			Mitigación
			MM-42.- Se prohibirán las actividades de caza, colecta, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona. Así como todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de la Ley General de Vida Silvestre. Lo anterior aplica a todo el personal encargado del desarrollo de las actividades. La empresa contratista se encargará de supervisar esto.	√	√	√	Preventiva

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
			MM-43.- Señalización de reducción de velocidad. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se establecerá un límite de velocidad máxima (30 Km/h) para evitar la mortalidad de la fauna terrestre por algún incidente.	√	-	√	Mitigación
			MM-44.-Pláticas de concientización ambiental. Se realizarán pláticas de concientización Ambiental con el personal, sobre la protección y conservación de la fauna silvestre.	√	√		Preventiva
21	**Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT**	FAUNA (Especies protegidas)	Debido a que los impactos de la construcción de la carretera recaen sobre la riqueza, abundancia y especies bajo estatus de protección, se ejecutarán las medidas ambientales propuestas para el impacto 20 del factor fauna (medidas **MM-41, MM-42, MM-43 y MM-44**)				
			MM-45.- Colocación en la obra de carteles de información, en los que se enfatizará la obligación de todo el personal de evitar daños a la fauna silvestre, especialmente aquellas enlistadas en algún estatus de protección legal por la NOM-059-SEMARNAT-2010.	√	√		Preventiva
22	**Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento**	FAUNA (abundancia y distribución)	Debido a que los impactos de la construcción de la carretera recaen sobre la riqueza, abundancia y especies bajo estatus de protección, se ejecutarán las medidas ambientales propuestas para el impacto 20 del factor fauna (medidas **MM-41, MM-42, MM-43 y MM-44)**				
23	**Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica**	FAUNA (abundancia)	MM-46.-Evitar el uso de la luz blanco-azulada, ya que, es la que más altera la conducta de las especies de vida nocturna y también obstaculiza la observación astronómica en el uso de maquinaria, vehículos y equipo, así como en patios de maniobra, campamentos, etc. Y dirigir la luz únicamente a la superficie que se quiere iluminar (generalmente el suelo), sin que ello permita que una parte de la luz generada se disipe en otras direcciones y, muy especialmente, en dirección vertical hacia el cielo	√	√		Preventiva
			MM-47.-Se acotarán los espacios y tiempo de luminosidad, en las obras asociadas o temporales, como campamentos y oficinas de obra, con el fin de reducir la intrusión lumínica.	√	√		Preventiva
24	**Modificación y pérdida de hábitat**	FAUNA (Hábitat faunístico)	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación
26	**Modificación de las rutas de desplazamiento por efecto barrera**	FAUNA (Patrones de distribución)	MM-48.- Construcción de pasos de fauna, para mantener la conectividad de los parches de hábitat y disminuir el efecto barrera que pueda generar la construcción del derecho de vía.		√		Mitigación
28	**Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna**	FAUNA (Importancia ecológica)	Debido a que la construcción de la carretera altera la composición y estructura de las comunidades de fauna como consecuencia de los impactos descritos anteriormente, se ejecutarán las medidas de mitigación del impacto 20 **(MM-41, MM-42, MM-43, MM-44, MM- MM-45, MM-46, MM-47 y MM- 48)**				

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.6. Componente paisaje

Tabla 38. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte paisaje. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
29	**Modificación de la calidad del paisaje**	PAISAJE (Calidad escénica)	MM-49.- Los trabajos de obra deberán restringirse estrictamente al Derecho de Vía (DDV), con la finalidad de evitar la degradación de las condiciones paisajísticas actuales y prevenir un impacto visual negativo adicional en el sitio	√	√	√	Mitigación
			MM-50.- Las herramientas y materiales deberán mantenerse organizados dentro del área de trabajo para evitar la degradación de la calidad visual del entorno. Al finalizar la jornada laboral, todo el equipo deberá resguardarse en la bodega habilitada para mantener la integridad paisajística del sitio				Mitigación
30	**Modificación de superficies de conservación**	PAISAJE (Fragilidad)	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación
31	**Modificación de la cuenca visual**	PAISAJE (Visibilidad)	Considerando que la calidad del paisaje está intrínsecamente ligada a la integridad de la cuenca visual. Se ejecutarán las medidas **24, 49 y 50** del impacto 29. Estas acciones aseguran que no se alteren los elementos estéticos que definen la visibilidad del entorno.				

CONSULTA PÚBLICA

IV.5.7. Componente economía y población

Tabla 39. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte economía y población. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto			Tipo de medida
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	
34	**Crecimiento urbano acelerado**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Estructura urbana)	MM-51.- Se llevará a cabo la delimitación física y el cercado perimetral del Derecho de Vía (DDV) en toda su extensión, con el objetivo de establecer un control de acceso y establecimientos comerciales informales. Esta medida garantiza la exclusividad operativa de la autopista concesionada, previene la ocupación irregular de predios y salvaguarda la integridad de los usuarios al impedir el ingreso de personas o fauna a la zona de rodamiento			√	Prevención
35	**Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Conflictos sociales)	MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación

CONSULTA PÚBLICA

IV.6 MEDIDA DE COMPENSACIÓN DE ACUERDO CON EL PROGRAMA NACIONAL DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL 2025-2030

Conforme a la Medida de Mitigación **MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030** (https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/programanacionalderestauracion), este promovente manifiesta que como medida de compensación considera que dentro de los alcances del proyecto se quisiera alinear a la restauración del **Sitio 73. Bosque de Agua en los estados de Ciudad de México- Morelos - Estado de México** o en el **Sitio 05. Río Alto de Atoyac** a través de acciones de restauración ecológica (obras de conservación de suelo, reforestación, manejo para el mejoramiento de ecosistemas degradados, etc.) en una superficie de igual afectación de vegetación forestal del proyecto manifestado, lo que corresponde a Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), después del Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario con 67.9728 ha (22.74 %), y por último el Bosque de Galería es estado sucesional secundario con 0.7805 ha (0.26 %), sumando así una superficie de **298.9301 ha.**

IV.7 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

El presente Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) atiende a los impactos ambientales del proyecto **“Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)”**, y tiene el propósito de garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación correctivas y preventivas, propuestas dentro de este estudio. Además, se presentan las acciones y métodos de aplicación de todas las medidas de prevención, protección, control, mitigación, restauración y compensación en la MIA y de las medidas propuestas. Este PVA es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por la promovente el cual contiene las medidas y programas de orden preventivo, correctivo y mitigante para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto.

De acuerdo con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 1 Fracción X, la elaboración y presentación de un **Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)** es la base para establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan. Bajo la concepción de Desarrollo Sustentable que la propia Ley define, este Programa forma parte de un proceso de evaluación y seguimiento con criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social. La aplicación del PVA permitirá verificar por un lado que el promovente cumple con las disposiciones normativas de aplicación directa al proyecto, y por otro, el cumplimiento y el desempeño ambiental en tiempo y espacio de las medidas antes referidas; para lo cual se tomarán decisiones concretas para el control y prevención de los impactos que pudiera generar el proyecto. El cumplimiento del PVA se realizará a través de la ejecución de cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas en la MIA.

CONSULTA PÚBLICA

IV.7. Seguimiento y control (monitoreo)

Para asegurar el cumplimiento de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental, la Promovente a través de la empresa que contrate para la ejecución de los trabajos contará con personal especialista en el área de supervisión y vigilancia de obra en materia ambiental, quienes darán el seguimiento puntual y permanente a todos los trabajos en el sitio del proyecto y a los programas ambientales.

La supervisión ambiental (personal ambiental) registrará y documentará en las bitácoras respectivas, los avances de los trabajos de preparación del sitio y construcción del proyecto, así como los avances de cumplimiento a cada medida de control, prevención, mitigación, compensación, establecidas. Ahora bien, para garantizar el debido cumplimiento en materia ambiental, adicionalmente la Promovente designará a un responsable externo a la empresa contratista, encargado de realizar la supervisión ambiental del proyecto, con suficientes conocimientos y experiencia en materia ambiental, para satisfacer o cubrir los siguientes objetivos:

1. Registrar la información generada de cumplimiento ambiental y estructurar resultados de cumplimiento de tipo cualitativo y cuantitativo, que permita reconocer la efectividad de las medidas de control, prevención, mitigación y compensación ambiental aplicadas.

2. Elaborar informes técnicos de avance, cumplimiento y efectividad de las medidas, que serán presentados conforme lo requiere la autoridad competente.

3. Reconocer la ocurrencia de situaciones o condiciones en uno o varios componentes de la Region Ecológica, que puedan reflejar la existencia de alteraciones imprevistas relacionadas con la ejecución del proyecto y que ameriten el establecimiento de acciones correctivas o nuevas medidas de control.

4. Llevar e integrar una memoria documental y gráfica de todo el proceso de desarrollo del proyecto y del cumplimiento a los programas y acciones ambientales, para evidenciar la protección de los recursos naturales adyacente a la superficie afectada (entorno ambiental).

5. En caso de ser necesario, los responsables de la supervisión ambiental deberán recurrir a la ayuda de personal especializado o instituciones públicas o privadas (ej. Universidades) para la atención de situaciones de contingencia o el monitoreo específico de factores ambientales.

IV.8 CONCLUSIONES

La construcción del Libramiento Metropolitano de Querétaro se considera como una obra de infraestructura vial con un impacto regional trascendente. Su implementación no solo resuelve una demanda importante de conectividad para el estado de Querétaro, sino que fortalece la red vial terrestre con el municipio de Polotitlán, en el Estado de México, y los municipios de Querétaro como Colón, El Marqués, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan. Al optimizar los tiempos de traslado y la eficiencia en el transporte de bienes y personas, el proyecto se alinea directamente con los objetivos de desarrollo regional, incidiendo en la reducción de los índices de marginación, el fortalecimiento de la seguridad vial y el acceso a servicios esenciales de salud y centros de comercio.

CONSULTA PÚBLICA

Desde el punto de vista ambiental, el diagnóstico reconoce la presencia de impactos de carácter severo en componentes como la geomorfología (por la alteración del relieve local), la edafología (debido a la modificación de las propiedades fisicoquímicas y la vulnerabilidad a la erosión), así como en la hidrología y la flora (derivado de la pérdida de cobertura vegetal y fragmentación de hábitats). No obstante, la valoración de estos efectos ha sido de gran relevancia para elaborar propuestas ambientales que prevengan y minimicen las posibles alteraciones que el proyecto pueda causar.

Más allá de la identificación y análisis de los impactos, el proyecto establece un Plan de Manejo Ambiental que trasciende la simple mitigación. Dicha estrategia visualiza medidas de prevención, mitigación y compensación hacia los elementos naturales diseñadas bajo un enfoque de ecología del paisaje, con el fin de garantizar la integridad funcional de la Región Ecológica y asegurar la resiliencia de los servicios ecosistémicos que esta provee.

El diagnóstico del uso de suelo en el área del proyecto revela una clara predominancia de la categoría Agrícola-Pecuario-Forestal, la cual abarca el 63.30 % de la superficie total. A esta le sigue el componente Ecológico-Florístico-Fisonómico con un 36.70 % restante.

En específico, los tipos de vegetación presentes dentro del Área del Proyecto (AP) fueron Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), después del Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario con 67.9728 ha (22.74 %), y por último el Bosque de Galería es estado sucesional secundario con 0.7805 ha (0.26 %), sumando así una superficie de **298.9301 ha.**

Si bien la construcción del Libramiento Metropolitano de Querétaro implica una afectación inevitable sobre la cubierta vegetal actual, el proyecto se alineará con las directrices del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030, a través de la ejecución de medidas de compensación, se busca no solo mitigar la pérdida de biodiversidad, sino contribuir activamente a la resiliencia de los ecosistemas locales, asegurando la permanencia de los servicios ambientales en la región ecológica del proyecto. Desde una perspectiva integral, el beneficio socioeconómico derivado de la obra reflejado en la generación de empleo directo e indirecto, la optimización de los tiempos de traslado y la dinamización del comercio regional, supera los efectos ambientales residuales. Este equilibrio se garantiza mediante el cumplimiento riguroso de las medidas de prevención, mitigación y compensación diseñadas para salvaguardar la integridad de la Región Ecológica.

En conclusión, tras una evaluación técnica, biológica y social, el proyecto se considera viable. La ausencia de restricciones legales, sumada a la implementación de un robusto Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), asegura que el proyecto se integre de manera responsable con su entorno. Con ello, se fortalece la infraestructura vial de Querétaro, promoviendo un modelo de desarrollo regional que armoniza el crecimiento económico con la preservación del patrimonio natural.

CONSULTA PÚBLICA