MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional (MIA-R)

Del proyecto:

“LIBRAMIENTO METROPOLITANO DE QUERÉTARO (LMQ)”

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

Promovente:

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE

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 (RFC) 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.4.6. Anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental 8
I.5. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO (AP) 9
I.5.1. Descripción general 9
I.5.2. Ubicación del área del proyecto (AP) 10
I.5.3. Superficie solicitada para el Área del Proyecto (AP) 10
I.5.4. Usos de suelo y vegetación dentro del Área del Proyecto (AP) 13
I.5.5. Corrientes y cuerpos de agua superficiales considerados como zonas federales 13
I.5.6. Inversión requerida 15
I.5.7. Superficies y descripción de los componentes del Área del Proyecto (AP) 15
I.5.8. Cronograma de trabajo, y de la ejecución de las etapas del proyecto 65
I.5.9. Etapas del proyecto 67
I.5.10. Estimación de la generación de residuos 81
I.5.11. Estimación de la generación de los gases de efecto invernadero 84
I.6. BIBLIOGRAFÍA 88

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1. Características y dimensiones del proyecto. Elaboración propia. 11
Tabla I.2. Superficies totales de las obras del proyecto. Elaboración propia. 12
Tabla I.3. Uso de suelo y vegetación dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 13
Tabla I.4. Tipos de vegetación dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 13
Tabla I.5. Corrientes y cuerpos de agua con incidencia dentro del AP y que posiblemente correspondan a zonas federales. Elaboración propia. 14
Tabla I.6. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 16
Tabla I.7. Ubicación de los puentes hidráulicos. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 34
Tabla I.8. Ubicación del paso superior vehicular. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 35
Tabla I.9. Ubicación de los pasos inferiores vehiculares. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 37
Tabla I.10. Ubicación de los pasos superiores de maquinaria agrícola. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 47
Tabla I.11. Ubicación de los PSFFC. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 51
Tabla I.12. Detalles constructivos de los PSV en entronques. Elaboración propia. 54
Tabla I.13. Dettales constructivos del Entronque Bernal. Elaboración propia. 55
Tabla I.14. Detalles constructivos de la subestructura del Entronque Bernal. Elaboración propia. 56
Tabla I.15. Detalles constructivos del Entronque Aeropuerto. Elaboración propia. 56
Tabla I.16. Detalles constructivos de la subestructura del entronque aeropuerto. Elaboración propia. 57
Tabla I.17. Detalles constructivos del Entronque Palmillas. Elaboración propia. 58
Tabla I.18. Detalles constructivos de la superestructura del Entronque Palmillas. Elaboración propia. 58
Tabla I.19. Detalles constructivos del PIV 20+600 del Entronque Palmillas. Elaboración propia. 59
Tabla I.20. Detalles constructivos de la superestructura del Entronque San Juan del Río. Elaboración propia. 60
Tabla I.21. Detalles constructivos del PIV 1’+450 del entronque San juan del Río. Elaboración propia. 60
Tabla I.22. Detalles constructivos del PIV 11+215 del entronque San Juan del Río. Elaboración propia. 61
Tabla I.23. Ubicación de los entronques. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 61
Tabla I.24. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 63
Tabla I.25. Cronograma de trabajo. Elaboración propia. 65
Tabla I.26. Listado de equipo a utilizar para la ejecución del proyecto. Elaboración propia. 74
Tabla I.27. Tabla de requisitos granulométricos. Elaboración propia. 77
Tabla I.28. Especificaciones mecánicas y físicas. Elaboración propia. 77
Tabla I.29. Listado de aditivos y sus características. Elaboración propia. 78
Tabla I.30. Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto. Elaboración propia. 83
Tabla I.31. Transito Diario Promedio Anual (TDPA). Elaboración propia. 85

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1. Envolvente del proyecto. Elaboración propia. 12
Figura I.2. Intersección con corrientes de agua superficiales que pudieran incidir con zonas federales. Elaboración propia. 14
Figura I.3. Obras de drenaje transversal (ODTs). Elaboración propia. 19
Figura I.4. Esquema de planta de las Obras de drenaje transversal de cajón. Elaboración propia. 20
Figura I.5. Esquema de diseño de la ODT de un cajón. Elaboración propia. 20
Figura I.6. Secciones transversales de las ODTs de un tubo. Elaboración propia. 21
Figura I.7. Plano conceptual de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia. 21
Figura I.8. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia. 22
Figura I.9. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia. 22
Figura I.10. Plano conceptual de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia. 23
Figura I.11. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia. 23
Figura I.12. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia. 24
Figura I.13. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia. 24
Figura I.14. Plano conceptual de una Obra de drenaje de un tubo. Elaboración propia. 25
Figura I.15. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de un tubo. Elaboración propia. 25
Figura I.16. Plano conceptual de una Obra de drenaje de dos tubos. Elaboración propia. 26
Figura 17. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de dos tubos. Elaboración propia. 26
Figura I.18. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de dos tubos. Elaboración propia. 27
Figura I.19. Plano conceptual de una Obra de drenaje de tres tubos. Elaboración propia. 28
Figura I.20. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de tres tubos. Elaboración propia. 28
Figura I.21. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de tres tubos. Elaboración propia. 29
Figura I.22. Plano conceptual de una Obra de drenaje de lámina corrugada. Elaboración propia. 30
Figura I.23. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de lámina corrugada 30
Figura I.24. Planta de muro y plano isométrico de una ODT de lámina corrugada. Elaboración propia. 31
Figura I.25. Sección frontal y lateral de una Obra de Drenaje Transversal de lámina corrugada. Elaboración propia. 31
Figura I.26. Estructura del tendido de puente propuesto. Elaboración propia. 33
Figura I.27. Vista de puente propuesto. Elaboración propia. 33
Figura I.28. Puentes vehiculares. Puentes vehiculares. Elaboración propia. 34
Figura I.29. Pasos Superiores vehiculares. Elaboración propia. 36
Figura I.30. Pasos inferiores vehiculares. Elaboración propia. 38
Figura I.31. Vista elevada de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia. 39
Figura I.32. Vista de planta de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia. 39
Figura I.33. Sección transversal y de trabe ASSHTO de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia. 40
Figura I.34. Elevación frontal y lateral de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia. 40
Figura I.35. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia. 41
Figura I.36. Vista de planta de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia. 41

CONSULTA PÚBLICA

Figura I.37. Vista transversal de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia..... 42
Figura I.38. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia..... 42
Figura I.39. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia..... 43
Figura I.40 .Vista de planta de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia... 43
Figura I.41. Vista de trabe, elevación frontal y lateral de los apoyos de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia..... 44
Figura I.42. Vista elevada de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia..... 44
Figura I.43. Vista de planta de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia.... 45
Figura I.44. Vista de la sección trabe ASSHTO tipo V de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia..... 46
Figura I.45. Pasos Superiores para Maquinaria Agrícola. Elaboración propia. 48
Figura I.46. Vista elevada de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia. 49
Figura I.47. Vista de planta de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia. 49
Figura I.48. Vista transversal de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia. 50
Figura I.49. Pasos Superiores de Ferrocarril (PSFFCC). Elaboración propia. 52
Figura I.50. Planta de PSV 95+380 Entronque San Luis Potosí. Elaboración propia. 53

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]

Representante legal.

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 (RFC) del responsable del estudio

[redacted]

I.4.3. Nombre del responsable técnico del estudio

[redacted]

I.4.4. Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

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

Coordinador

[redacted]

Colaboradores

[redacted]

COPIA PÚBLICA

I.4.6. Anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental

A continuación, se enlistan los anexos que darán soporte a la información vertida dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del presente proyecto.

- Anexo 1. Cartografía.
- Anexo 2. Vectores.
- Anexo 3. Soporte de medio abiótico.
- Anexo 4. Soporte de biodiversidad.
- Anexo 5. Matriz de identificación de impactos ambientales.
- Anexo 6. Cronograma de medidas ambientales.
- Anexo 7. Protocolos de medidas ambientales.
- Anexo 8. Análisis sobre ordenamientos.

CONSULTA PÚBLICA

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 I.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.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.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**		
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.

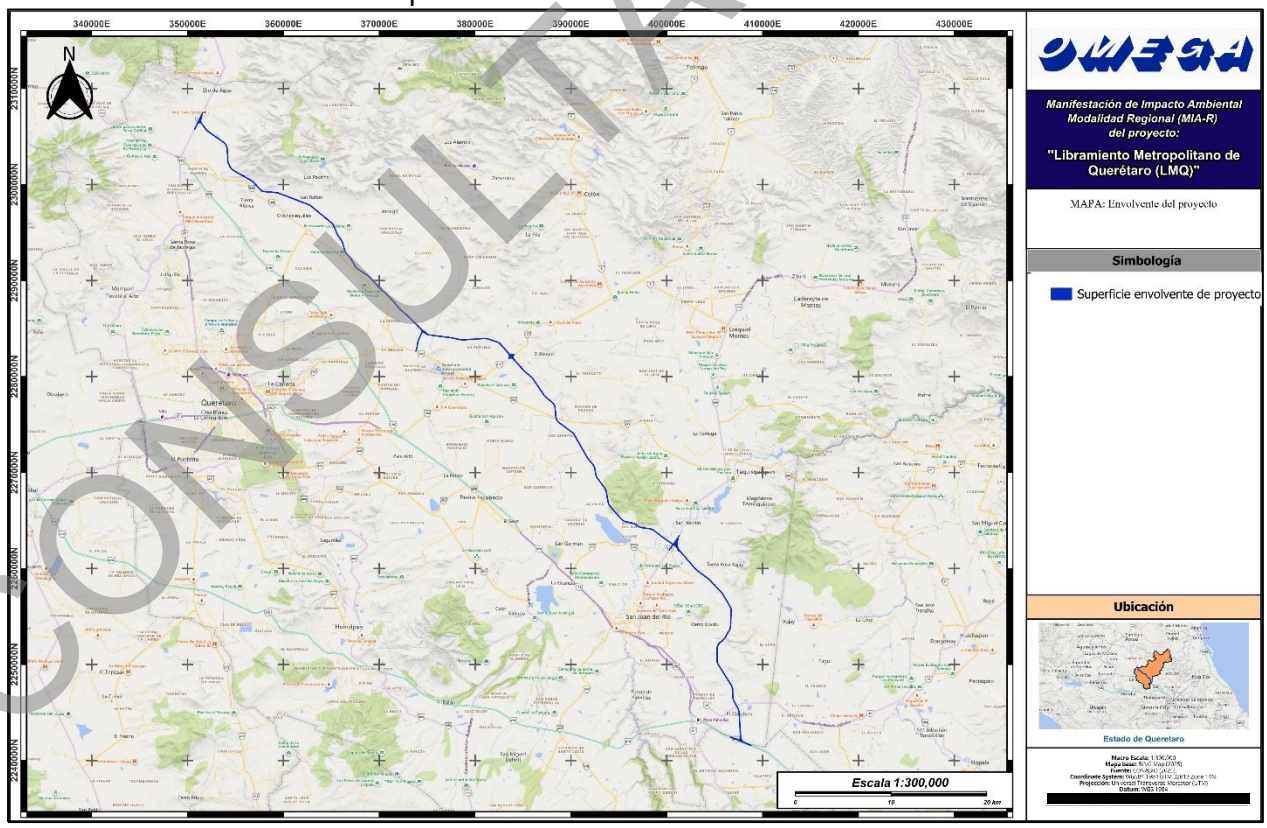


Figura I.1. Envolvente del proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.4. Usos de suelo y vegetación dentro del Área del Proyecto (AP)

De acuerdo con la información vectorial de Uso de Suelo y Vegetación serie VII de INEGI (2021) y las corroboraciones en campo, se determinó que 298.9301 ha (42.73 %), mientras que las 400.6551 ha (57.27 %) restantes no presentan Vegetación Forestal en términos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS).

Tabla I.3. Clasificación de ocupación de superficies dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.

Clasificación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Desprovisto de vegetación	400.6551	57.27
Afectación a vegetación forestal	298.9301	42.73
Total	**699.5852**	**100.00**

En específico, los 4 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 (SBC) con diferentes estados sucesionales en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BG) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %).

Tabla I.4. Tipos de vegetación dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.

Tipos de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Matorral Crasicaule (MC)	153.0593	51.20
Selva Baja Caducifolia (SBC)	77.1175	25.80
Mezquital Xerófilo (MKX)	67.9728	22.74
Bosque de Galería (BG)	0.7805	0.26
Total	**298.9301**	**100.00**

I.5.5. Corrientes y cuerpos de agua superficiales considerados como zonas federales

Con base en la información cartográfica oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se identifican 20 corrientes y cuerpos de agua superficiales que forman parte de la zona federal conforme a la legislación en materia de aguas nacionales. Entre los principales cauces que interceptan el trazo se encuentran el Río El Pinal, el Río San Juan y los arroyos El Arenal, Arroyo Grande, Hondo, La Estacada, Las Lajas, Las Tinajas, Pinal de Zamorano y Yerbabuena, además de otros escurrimientos intermitentes. A continuación, se presenta el cadenamiento por corrientes y cuerpos de agua considerados como zonas federales identificadas con incidencia dentro del Área del Proyecto. No obstante, se destaca que se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA con la finalidad de solicitar aquellas superficies que esta autoridad ambiental solicite.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.5. Corrientes y cuerpos de agua con incidencia dentro del AP y que posiblemente correspondan a zonas federales. Elaboración propia.

Tipo de corriente	Nombre	Cadenamiento
Corriente intermitente	Viborillas	2+950
Corriente intermitente	A. Grande	12+150
Corriente intermitente	Sin nombre	17+150
Corriente intermitente	Sin nombre	25+300
Corriente perenne	Río San Juan	26+50
Corriente intermitente	Sin nombre	32+400
Corriente intermitente	A. Yerbabuena	34+200
Corriente intermitente	Sin nombre	39+950
Corriente intermitente	A. Hondo	52+800
Corriente intermitente	Sin nombre	57+350
Corriente intermitente	Sin nombre	57+900
Corriente intermitente	Sin nombre	62+600
Corriente intermitente	El redondal	65+200
Corriente intermitente	La angostura	67+300
Corriente intermitente	A. Pinal de Zamorano	70+600
Corriente perenne	Río El Pinal	79+300
Corriente intermitente	A. Las Lajas	88+750
Corriente intermitente	Sin nombre	9+300
Corriente intermitente	La pileta	93+800
Corriente intermitente	A. El Arenal	94+650

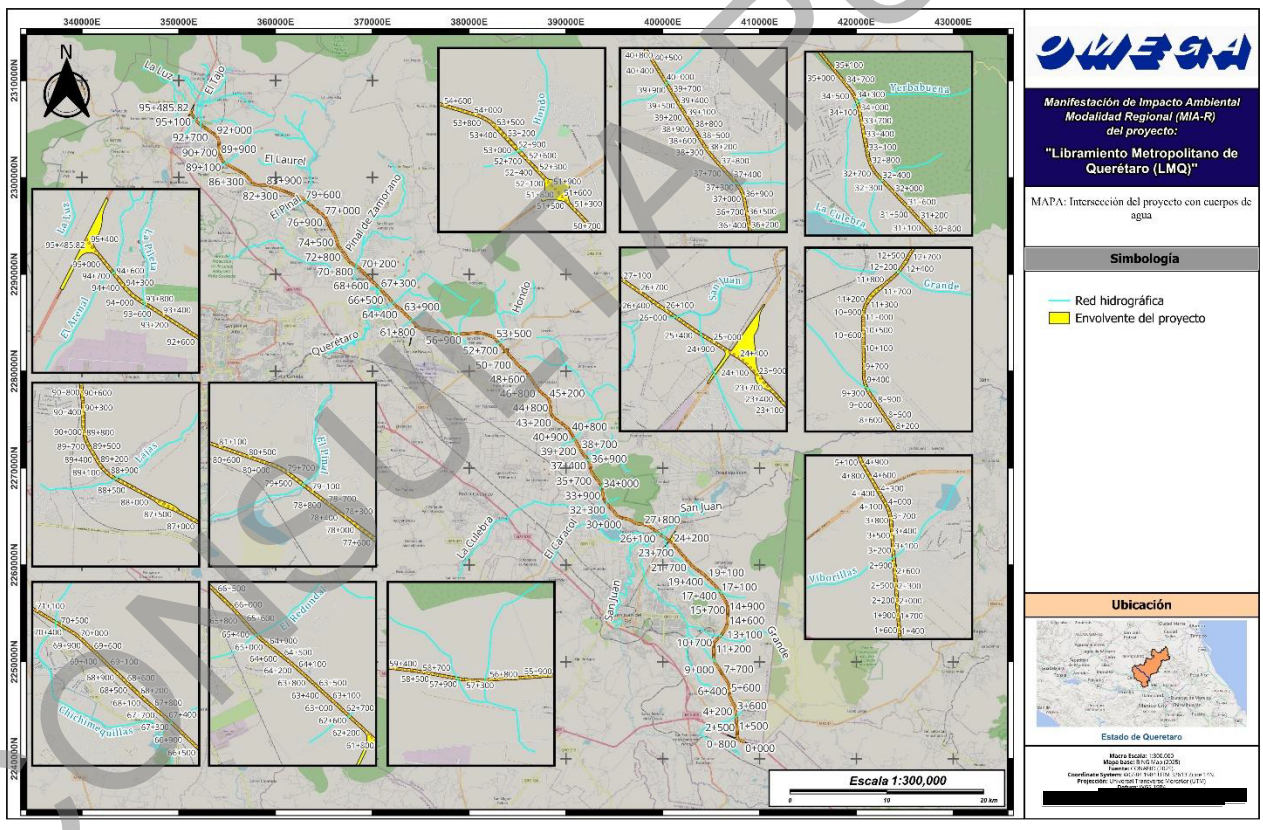


Figura I.2. Intersección con corrientes de agua superficiales que pudieran incidir con zonas federales. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.6. Inversión requerida

La inversión estimada para la construcción del proyecto asciende a $9,573,439,875.25 *(Nueve mil quinientos setenta y tres millones cuatrocientos treinta y nueve mil ochocientos setenta y cinco pesos 25/100 M.N.)* De este monto total, aproximadamente el **0.9%, equivalente a $86,372,487.88** *(Ochenta y seis millones trescientos setenta y dos mil cuatrocientos ochenta y siete pesos 88/100 M.N.)* se destinará a la aplicación de medidas de prevención, mitigación y/o compensación por los posibles impactos generados.

I.5.7. Superficies y descripción de los componentes del Área del Proyecto (AP)

El Proyecto contempla los siguientes componentes:

- 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.

A continuación, se presenta la descripción de cada uno de los componentes enunciados anteriormente.

I.5.7.1. Obras de drenaje transversal (ODTs)

El proyecto contempla la ejecución de 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con el objetivo de permitir el paso controlado de escurrimientos naturales y pluviales a través del cuerpo de la autopista, evitando así la interrupción de los flujos hidrológicos existentes y protegiendo la estabilidad de la infraestructura vial. Las ODTs se localizan en puntos donde el trazo del Libramiento intercepta cauces, escurrimientos intermitentes y concentraciones naturales de agua, y se integran al sistema general de drenaje del proyecto para asegurar el adecuado funcionamiento hidráulico de la vialidad durante eventos de lluvia. En términos generales, el proceso incluye la definición del trazo y la pendiente de la obra con base en el proyecto ejecutivo, la excavación o zanjado correspondiente, la preparación de la cama de apoyo, la colocación de los elementos estructurales (tuberías, cajones o losas, según el caso) y la construcción de alerones o cabezales en los extremos. Posteriormente, se ejecutan los rellenos y compactaciones hasta alcanzar la rasante definida en el proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Para las ODTs construidas mediante tubo de concreto o tubo de metal corrugado, el proceso constructivo se basa en la colocación de los tramos de tubería sobre la cama de apoyo previamente preparada, el alineamiento y nivelación de los elementos, así como la construcción de cabezales o alerones en los extremos para encauzar los escurrimientos y también proteger los terraplenes. Posteriormente, se realizan los rellenos laterales y superiores, con su respectiva compactación, hasta alcanzar la rasante definida en el proyecto.

En el caso de las ODTs mediante cajón de concreto, el procedimiento considera hacer la excavación del área de desplante, la preparación de la superficie de apoyo y la construcción de la estructura mediante concreto armado, incluyendo el armado del acero de refuerzo, la colocación de la cimbra y el colado del concreto conforme a las especificaciones establecidas en el proyecto ejecutivo. Una vez alcanzada la resistencia requerida, se procede al retiro de la cimbra y a la conformación final de los rellenos y compactaciones hasta alcanzar la rasante del camino.

Tabla I.6. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

ID	CADENAMIENTO	TIPO DE OBRA	Este X	Norte Y
1	1+630	Cajón concreto	407667.663	2243015.13
2	2+100	Tubo concreto	407637.111	2243484.13
3	2+840	Cajón concreto	407589.007	2244222.57
4	3+500	Cajón concreto	407546.104	2244881.17
5	7+220	Tubo metal corrugado	406413.65	2248340.97
6	8+160	Cajón concreto	405913.787	2249137.05
7	8+370	Cajón concreto	405802.116	2249314.89
8	9+450	Cajón concreto	405275.519	2250251.92
9	10+290	Cajón concreto	405257.457	2251091.01
10	12+880	Cajón concreto	406366.086	2253285.32
11	13+740	Cajón concreto	406657.024	2254081.23
12	13+990	Cajón concreto	406667.66	2254331.01
13	14+730	Tubo metal corrugado	406699.141	2255070.34
14	15+250	Tubo metal corrugado	406721.107	2255589.87
15	17+130	Cajón concreto	405890.574	2257253.04
16	17+360	Cajón concreto	405764.223	2257445.01
17	18+510	Cajón concreto	404978.466	2258284.35
18	19+080	Cajón concreto	404585.867	2258697.59
19	19+810	Cajón concreto	404028.026	2259165.89
20	21+210	Tubo concreto	402929.6	2260028.77
21	23+190	Cajón concreto	401634.033	2261526.07
22	27+734.27	Cajón concreto	398026.45	2264174.95
23	28+206.75	Tubo concreto	397557.746	2264234.56
24	28+930	Cajón concreto	396893.799	2264490.45
25	29+517.61	Tubo metal corrugado	396367.492	2264738.69
26	30+165.58	Tubo concreto	395735.705	2264882.6
27	30+630.05	Tubo concreto	395325.161	2265089.03
28	31+255.95	Cajón concreto	394906.093	2265553.54
29	31+525	Cajón concreto	394728.354	2265755.52
30	32+354.24	Cajón concreto	394180.544	2266378.05
31	32+600	Tubo concreto	394023.775	2266567.06
32	33+489.97	Tubo metal corrugado	393794.476	2267418.76
33	34+198.56	Cajón concreto	393661.412	2268114.16
34	34+300	Cajón concreto	393624.822	2268208.73
35	36+211.49	Cajón concreto	392591.085	2269799.39
36	37+666.51	Cajón concreto	392062.496	2271112.83
37	37+956.61	Tubo concreto	391875.702	2271334.79
38	38+296.05	Tubo concreto	391675.486	2271608.51
39	38+660	Cajón concreto	391494.616	2271924.3
40	39+070	Cajón concreto	391292.959	2272281.28
41	39+353.58	Tubo concreto	391153.481	2272528.19
42	39+530.36	Cajón concreto	391066.532	2272682.11
43	39+844.37	Tubo concreto	390912.088	2272955.51
44	40+030.25	Tubo concreto	390820.663	2273117.35

CONSULTA PÚBLICA

ID	CADENAMIENTO	TIPO DE OBRA	Este X	Norte Y
45	40+270	Cajón concreto	390702.743	2273326.1
46	40+330	Cajón concreto	390673.232	2273378.34
47	40+567.74	Cajón concreto	390556.301	2273585.34
48	40+677.08	Cajón concreto	390502.522	2273680.54
49	43+580	Cajón concreto	388455.19	2275668.68
50	43+720	Tubo concreto	388427.602	2275805.8
51	43+875.97	Cajón concreto	388413.254	2275961.1
52	44+320.84	Tubo concreto	388373.773	2276404.21
53	44+613	Tubo concreto	388347.845	2276695.22
54	44+864.83	Tubo concreto	388294.784	2276940.61
55	45+060.15	Cajón concreto	388208.845	2277115.6
56	45+507.14	Tubo concreto	387895.301	2277430.23
57	46+170	Tubo concreto	387380.756	2277847.8
58	46+630	Cajón concreto	387096.639	2278208.21
59	46+716.17	Tubo concreto	387048.103	2278279.41
60	46+983.83	Tubo concreto	386897.339	2278500.57
61	47+605.235	Cajón concreto	386547.324	2279014.02
62	47+895.919	Cajón concreto	386383.592	2279254.21
63	50+049.160	Cajón concreto	384916.716	2280808.39
64	50+137.770	Cajón concreto	384858.082	2280874.83
65	50+300.000	Cajón concreto	384750.734	2280996.47
66	50+684.230	Cajón concreto	384496.488	2281284.55
67	51+296.130	Cajón concreto	384091.593	2281743.33
68	51+815.260	Cajón concreto	383748.084	2282132.56
69	52+327.770	Tubo concreto	383408.955	2282516.82
70	52+936.610	Tubo concreto	383006.084	2282973.31
71	54+420.330	Cajón concreto	381805.366	2283773.6
72	57+300.000	Tubo concreto	378956.469	2283836.24
73	57+697.480	Tubo concreto	378559.497	2283840.05
74	56+750.320	Cajón concreto	379504.959	2283872.39
75	58+001.650	Cajón concreto	378259.376	2283888.37
76	55+874.260	Cajón concreto	380379.121	2283930.02
77	58+303.700	Tubo concreto	377963.463	2283948.95
78	55+320	Tubo concreto	380932.243	2283965.32
79	59+056.270	Tubo concreto	377222.839	2284080.76
80	61+555.920	Tubo concreto	374784.75	2284524.69
81	61+738.680	Tubo concreto	374653.17	2284651.47
82	62+154.440	Tubo concreto	374357.736	2284944
83	62+493.770	Cajón concreto	374116.612	2285182.76
84	62+689.340	Tubo concreto	373977.642	2285320.36
85	63+125.140	Tubo concreto	373667.968	2285627
86	63+931.000	Tubo concreto	373095.333	2286194.01
87	64+142.810	Tubo concreto	372943.343	2286341.51
88	64+331.830	Tubo concreto	372802.423	2286467.47
89	64+879.610	Cajón concreto	372386.571	2286824.02
90	65+139.430	Tubo concreto	372192.995	2286997.22
91	65+539.910	Tubo concreto	371930.17	2287299.02
92	65+796.690	Tubo concreto	371768.288	2287498.34
93	66+069.080	Tubo concreto	371587.788	2287702.29
94	66+695.890	Tubo concreto	371155.595	2288156.27
95	67+055.560	Tubo concreto	370907.554	2288416.73
96	67+195.220	Cajón concreto	370810.841	2288517.48
97	68+107.580	Tubo concreto	370141.002	2289136.71
98	68+230.180	Tubo concreto	370054.464	2289223.55
99	68+413.830	Tubo concreto	369927.259	2289356.01
100	68+659.920	Cajón concreto	369756.872	2289533.57
101	69+556.370	Cajón concreto	369136.191	2290180.4
102	69+849.250	Tubo concreto	368933.408	2290391.72
103	70+140.000	Cajón concreto	368716.135	2290584.29
104	70+431.100	Cajón concreto	368472.833	2290744.04
105	70+537.150	Cajón concreto	368383.662	2290801.45
106	70+680.000	Cajón concreto	368263.548	2290878.77
107	71+040.000	Cajón concreto	367960.846	2291073.63
108	71+292.400	Cajón concreto	367750.456	2291212.95

CONSULTA PÚBLICA

ID	CADENAMIENTO	TIPO DE OBRA	Este X	Norte Y
109	71+790.470	Tubo concreto	367429.587	2291588.83
110	72+277.110	Tubo concreto	367191.43	2292013.21
111	72+525.230	Tubo concreto	367062.912	2292225.28
112	73+272.910	Tubo concreto	366580.138	2292795.95
113	73+761.090	Tubo concreto	366378.722	2293235.95
114	74+419.990	Tubo concreto	366197.092	2293869.32
115	74+908.750	Tubo concreto	365969.539	2294299.04
116	75+400.000	Tubo concreto	365693.666	2294705.52
117	76+461.200	Tubo concreto	365272.378	2295677.55
118	76+964.92	Tubo concreto	364959.35	2296064.87
119	77+292.19	Tubo concreto	364706.236	2296272.33
120	77+543.36	Tubo concreto	364511.978	2296431.55
121	77+667.59	Tubo concreto	364415.897	2296510.3
122	77+781.31	Cajón concreto	364327.944	2296582.39
123	78+287.65	Tubo concreto	363936.335	2296903.36
124	78+844.03	Cajón concreto	363506.023	2297256.05
125	79+022.323	Tubo concreto	363368.13	2297369.07
126	79+420	Cajón concreto	363060.561	2297621.16
127	80+229.38	Tubo concreto	362364.63	2298019.87
128	80+640.27	Tubo concreto	361980.527	2298165.8
129	80+918.92	Tubo concreto	361720.043	2298264.77
130	81+175.9	Cajón concreto	361479.817	2298356.04
131	81+280	Cajón concreto	361382.504	2298393.01
132	81+529.22	Cajón concreto	361149.531	2298481.52
133	82+259.98	Cajón concreto	360466.412	2298741.06
134	82+603.3	Tubo concreto	360145.475	2298862.99
135	83+942.85	Tubo concreto	358859.49	2299200.67
136	84+059.98	Tubo metal corrugado	358742.67	2299209.18
137	84+223.07	Tubo metal corrugado	358580.011	2299221.04
138	85+409.95	Tubo metal corrugado	357499.506	2299576.39
139	85+909.64	Cajón concreto	357158.902	2299942.01
140	86+738.41	Cajón concreto	356539.101	2300484.72
141	88+112.81	Cajón concreto	355343.549	2301162.68
142	88+503.54	Cajón concreto	355003.664	2301355.42
143	89+270	Cajón concreto	354444.213	2301857.19
144	89+587.6	Cajón concreto	354292.975	2302136.47
145	89+934.85	Tubo concreto	354195.146	2302467.49
146	90+205.79	Tubo concreto	354191.937	2302738.28
147	90+420	Tubo concreto	354187.523	2302952.42
148	90+570.02	Tubo concreto	354178.477	2303102.16
149	91+038	Cajón concreto	354140.055	2303568.56
150	91+240	Cajón concreto	354123.163	2303769.85
151	91+807.36	Tubo concreto	353897.298	2304280.5
152	92+045.26	Tubo concreto	353718.316	2304436.25
153	92+396.3	Tubo concreto	353430.188	2304636.78
154	92+625.33	Cajón concreto	353242.203	2304767.61
155	92+836.73	Cajón concreto	353068.689	2304888.37
156	93+780	Cajón concreto	352294.466	2305427.2
157	94+540.68	Cajón concreto	351764.55	2305964.09
158	94+587.56	Cajón concreto	351736.388	2306001.56

Las coordenadas de estos componentes se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)*>Componentes> Obras de drenaje (proyectar en UTM 14N; WGS84).

CONSULTA PÚBLICA

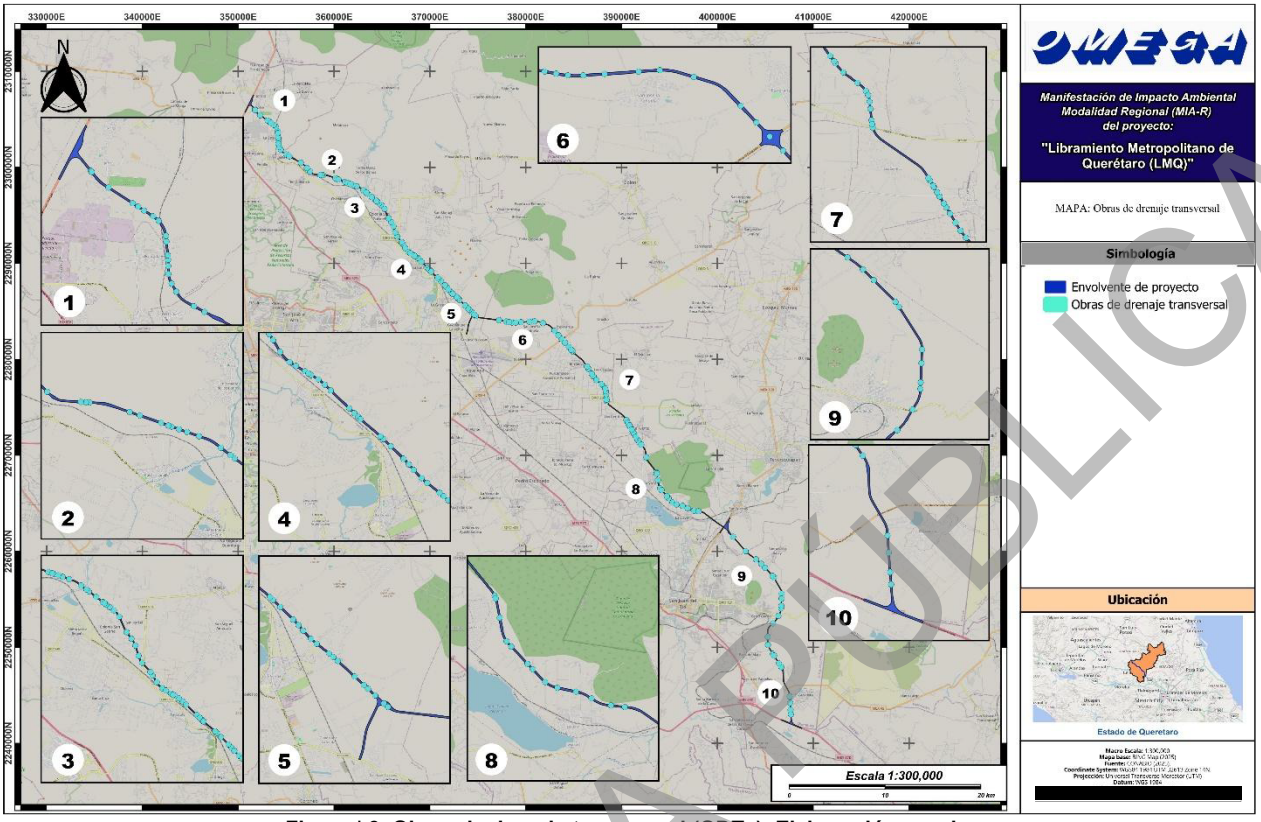


Figura I.3. Obras de drenaje transversal (ODTs). Elaboración propia.

A continuación, se presentan los esquemas de construcción de las diferentes soluciones constructivas.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de Drenaje Transversal (ODT) de 1 cajón***

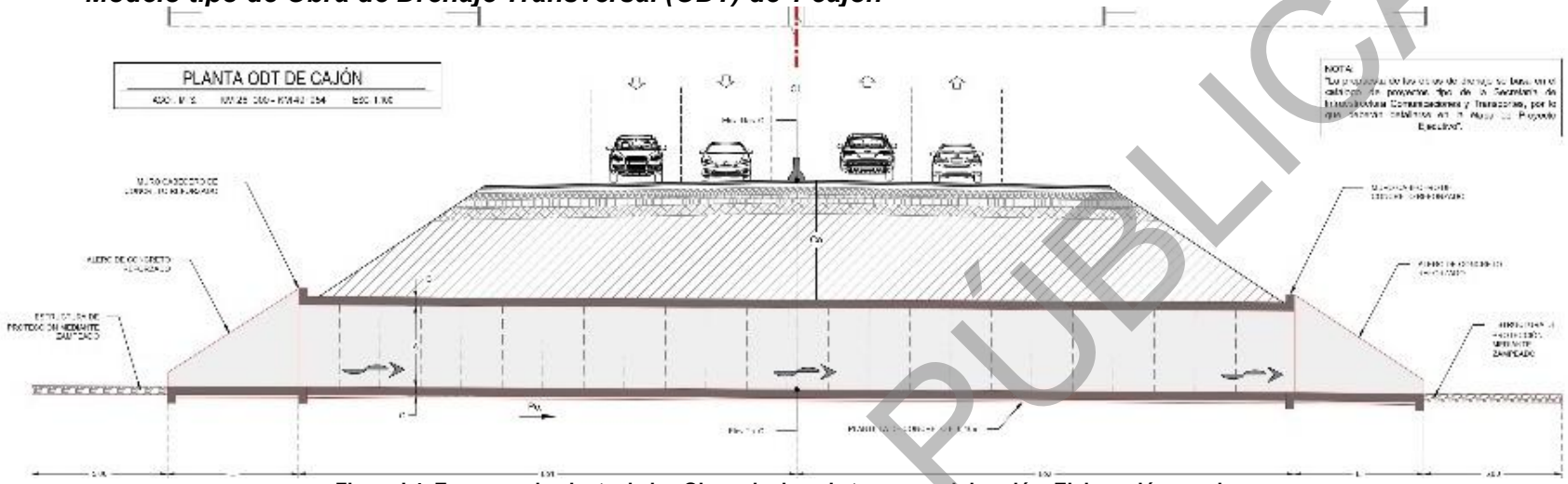


Figura I.4. Esquema de planta de las Obras de drenaje transversal de cajón. Elaboración propia.

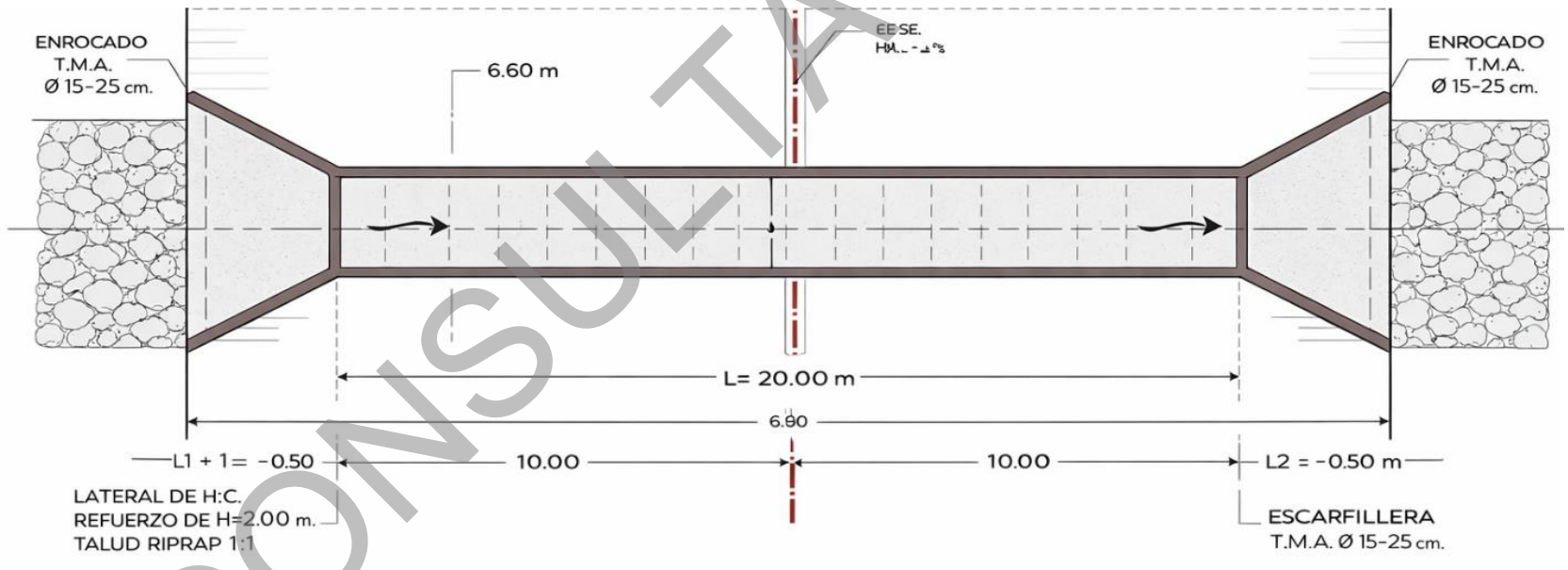


Figura I.5. Esquema de diseño de la ODT de un cajón. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

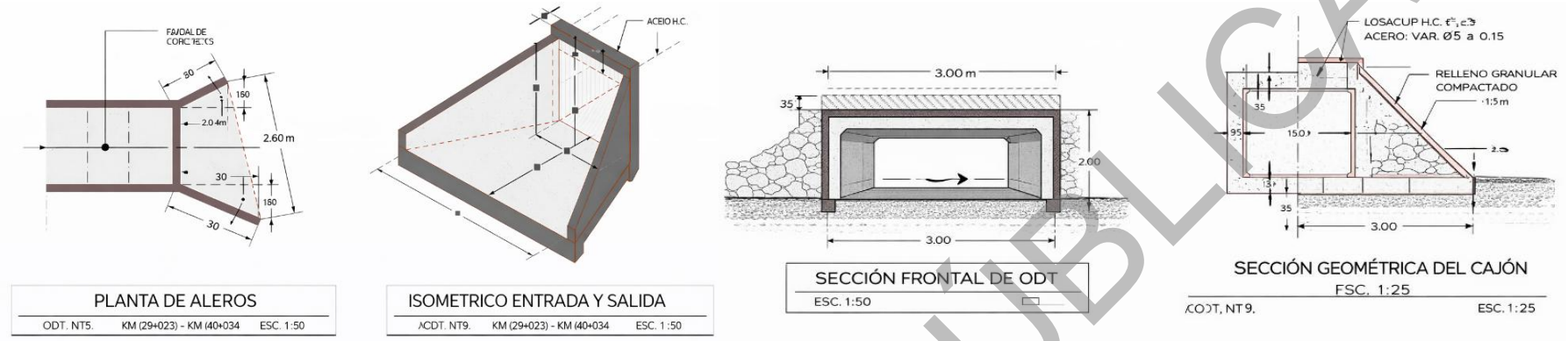


Figura I.6. Secciones transversales de las ODTs de un tubo. Elaboración propia.

- ***Modelo de tipo de Obra de Drenaje Transversal (ODT) de 2 cajones***

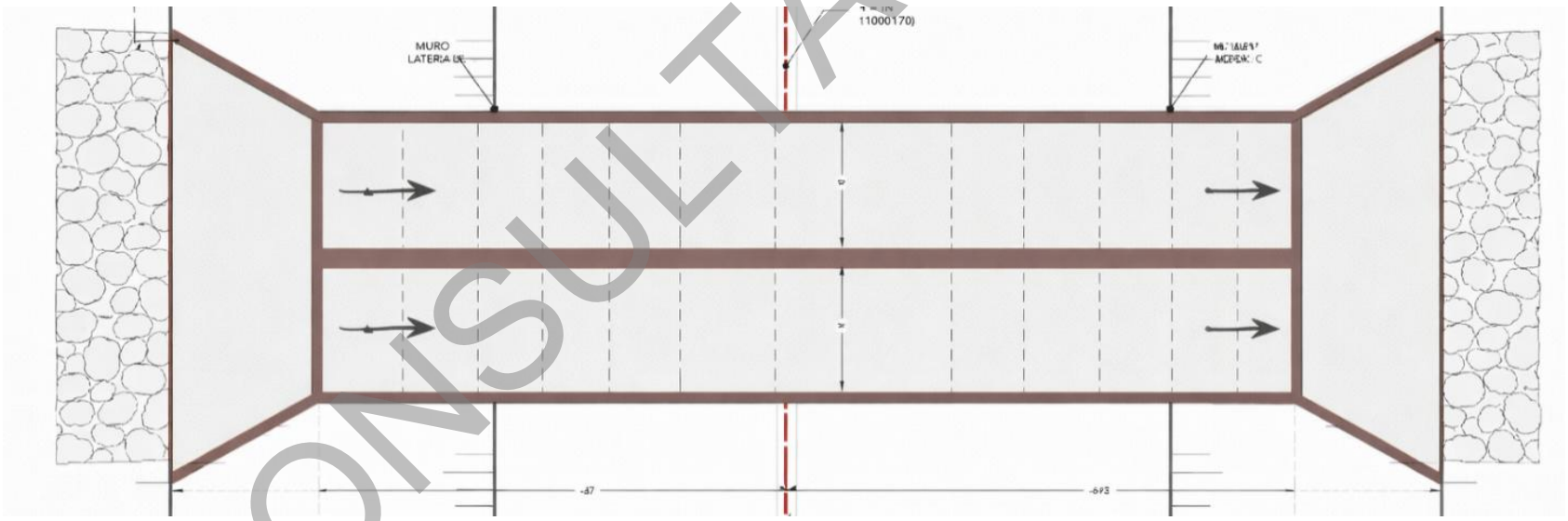


Figura I.7. Plano conceptual de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

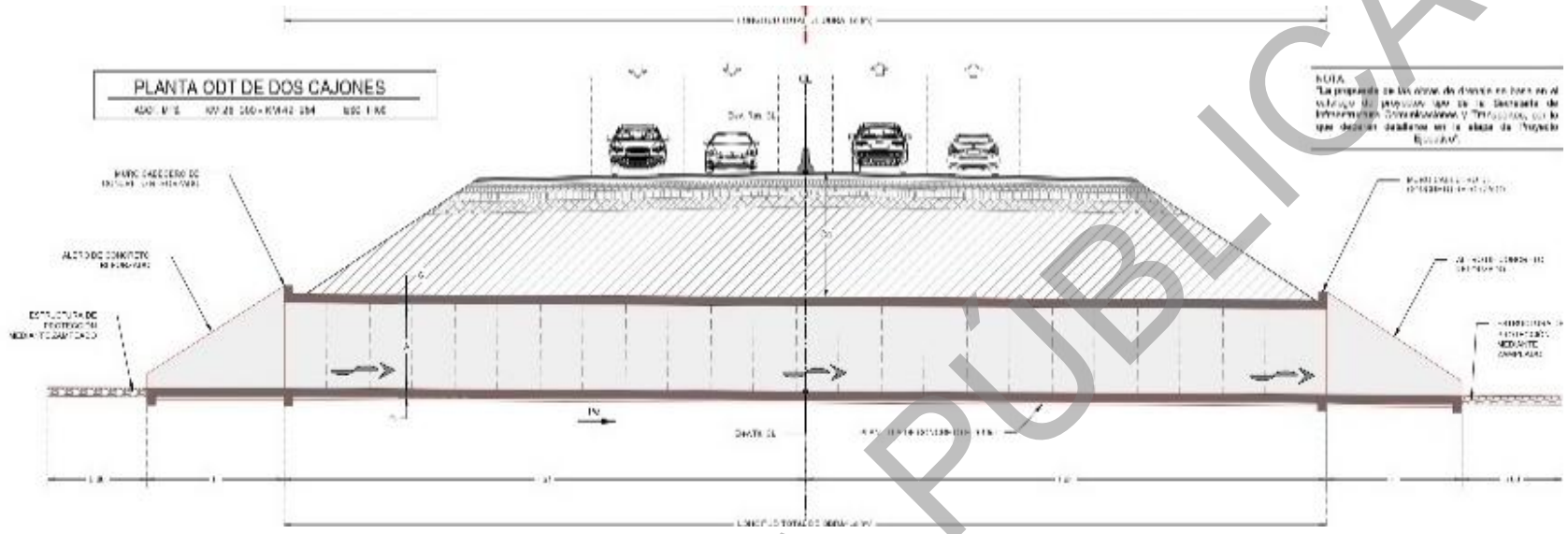


Figura I.8. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia.

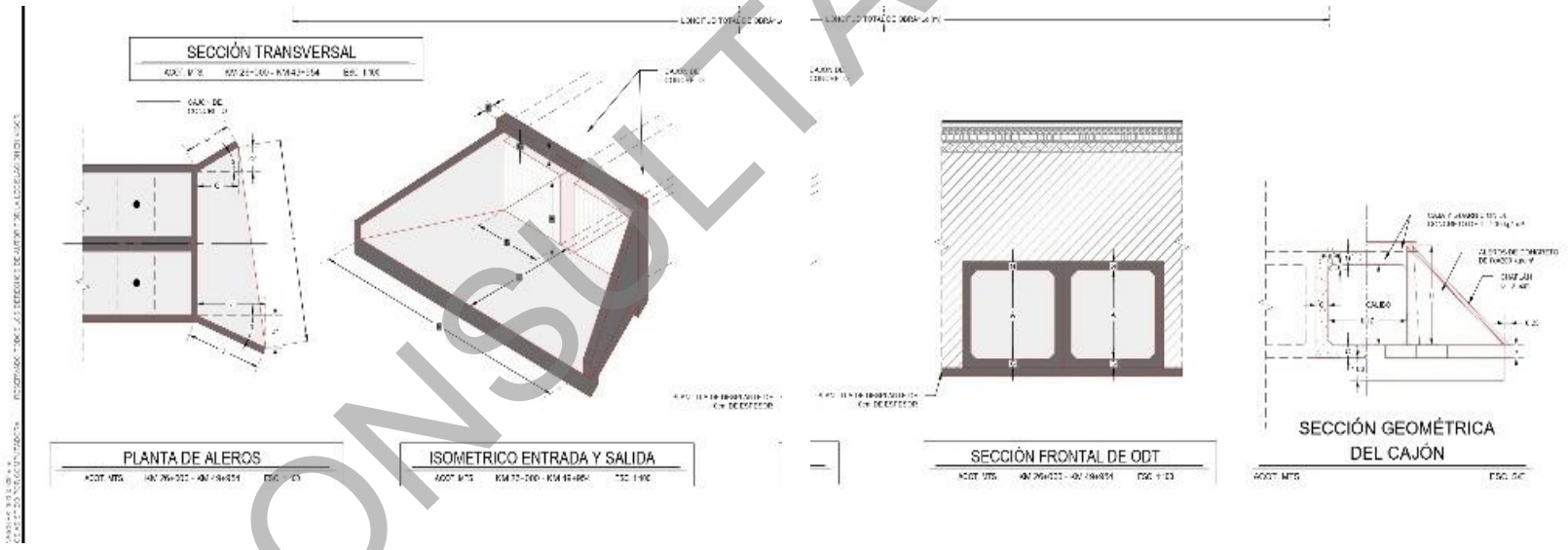


Figura I.9. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de 2 cajones. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de Drenaje Transversal (ODT) de 3 cajones***

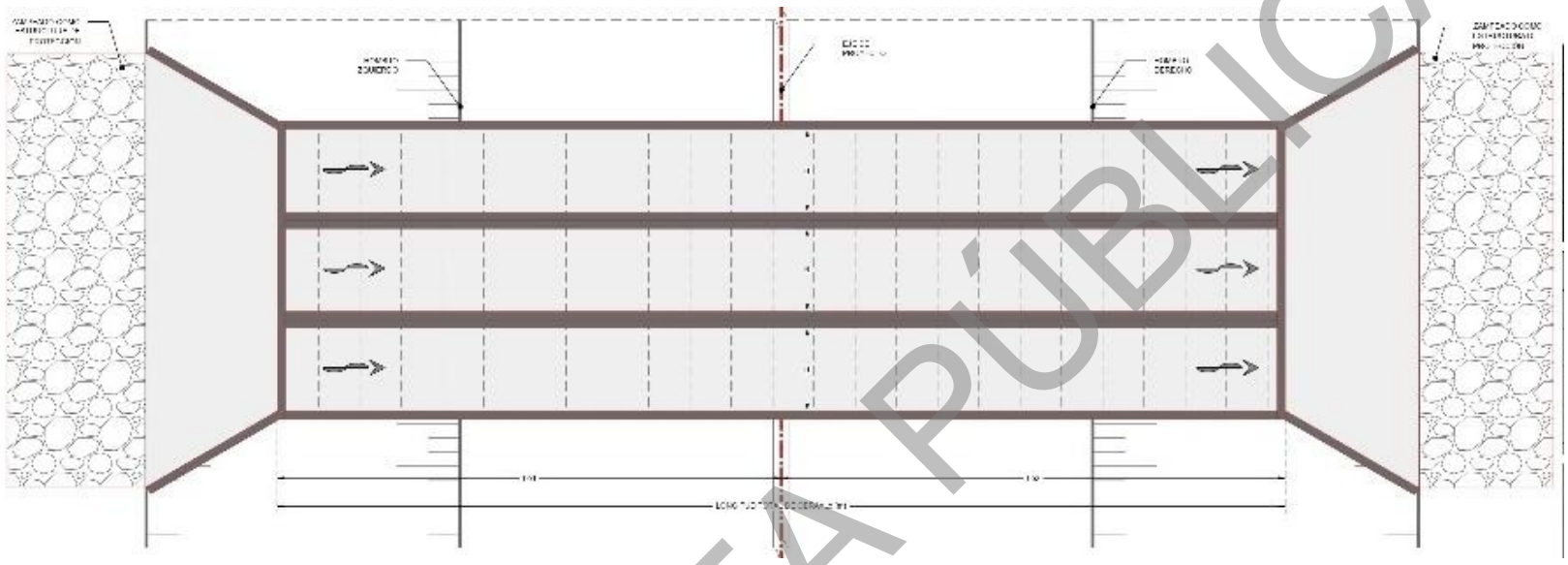


Figura I.10. Plano conceptual de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia.

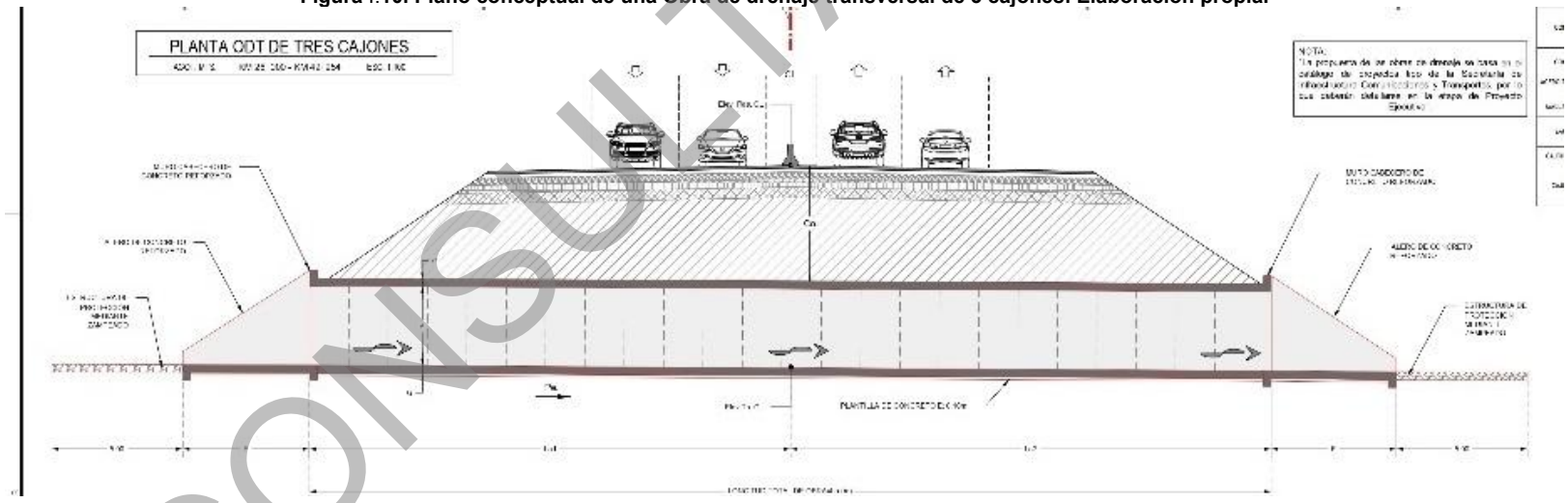


Figura I.11. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

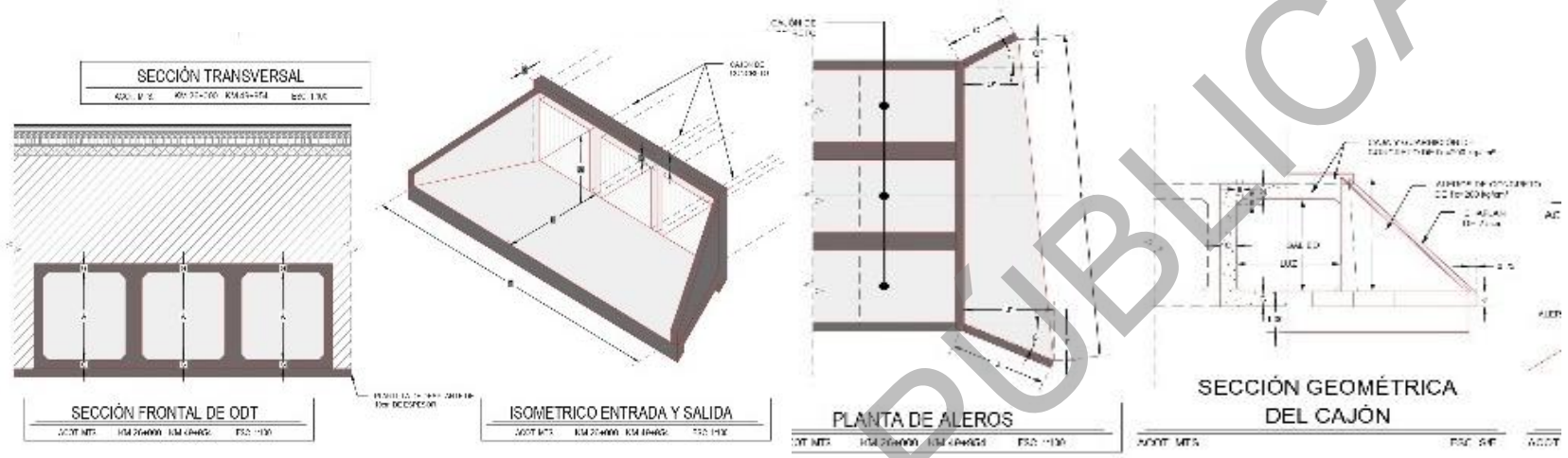


Figura I.12. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia.

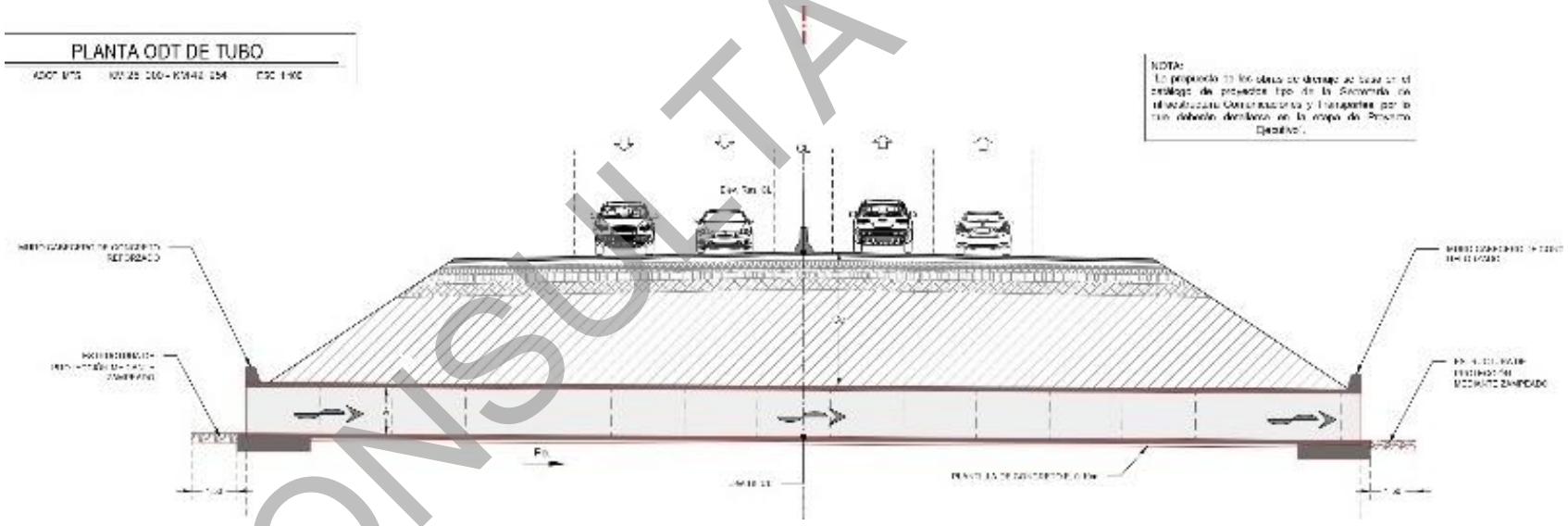


Figura I.13. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de 3 cajones. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de drenaje transversal (ODT) de 1 tubo***

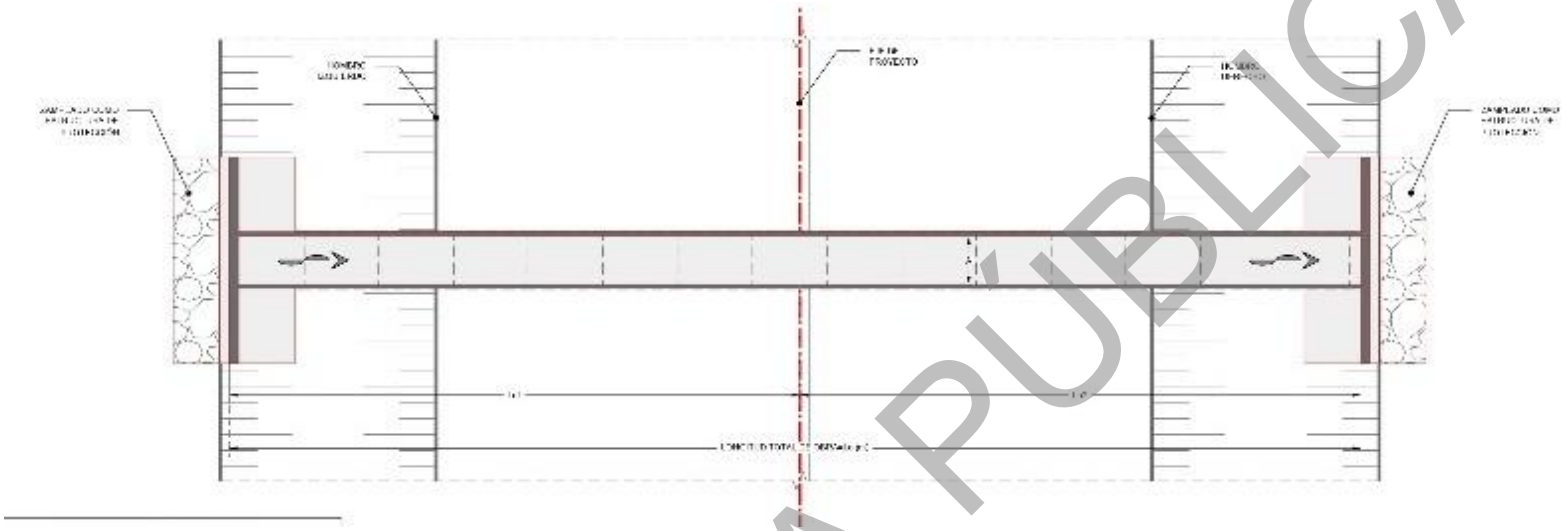


Figura I.14. Plano conceptual de una Obra de drenaje de un tubo. Elaboración propia.



Figura I.15. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de un tubo. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de drenaje transversal (ODT) de 2 tubos***

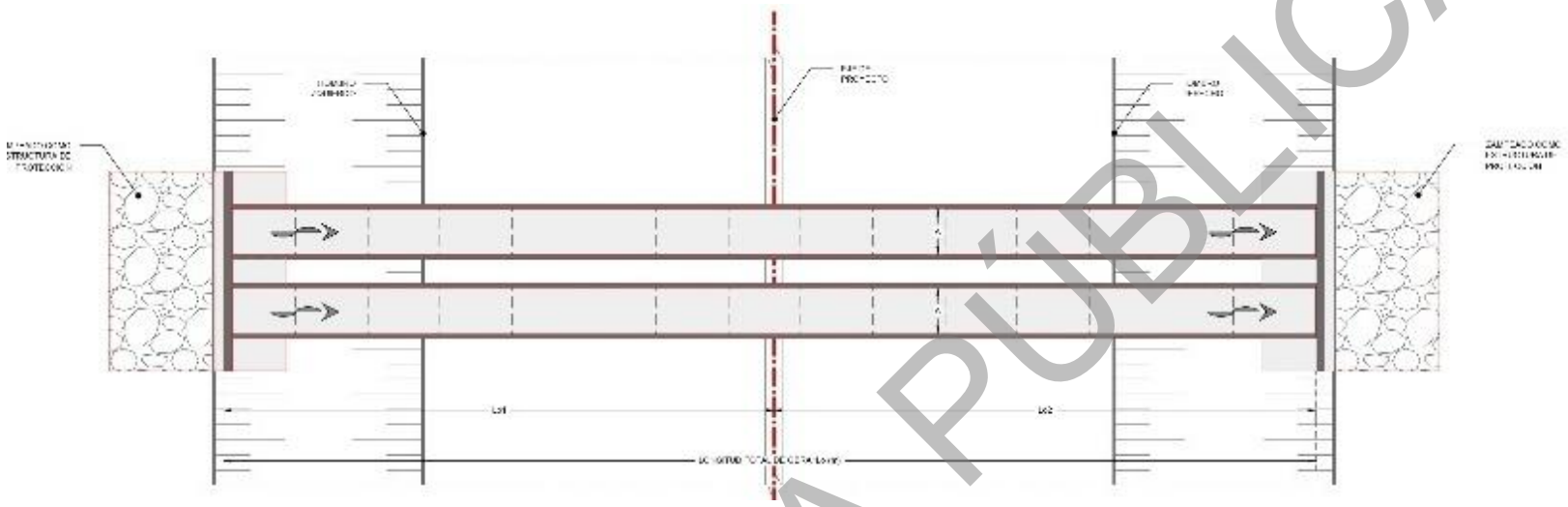


Figura I.16. Plano conceptual de una Obra de drenaje de dos tubos. Elaboración propia.

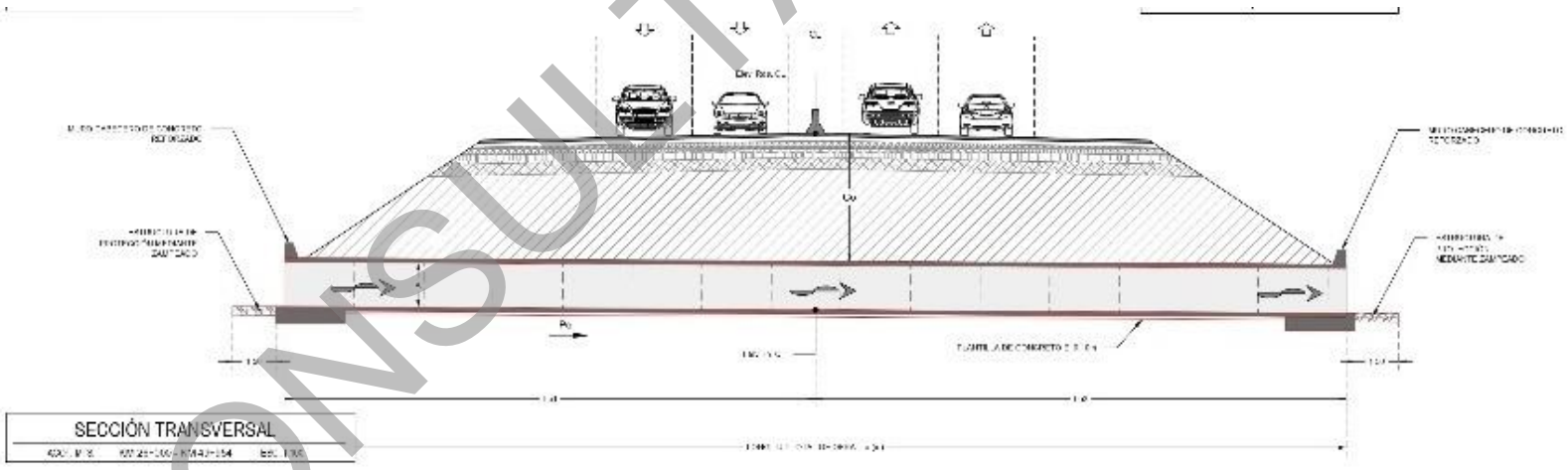
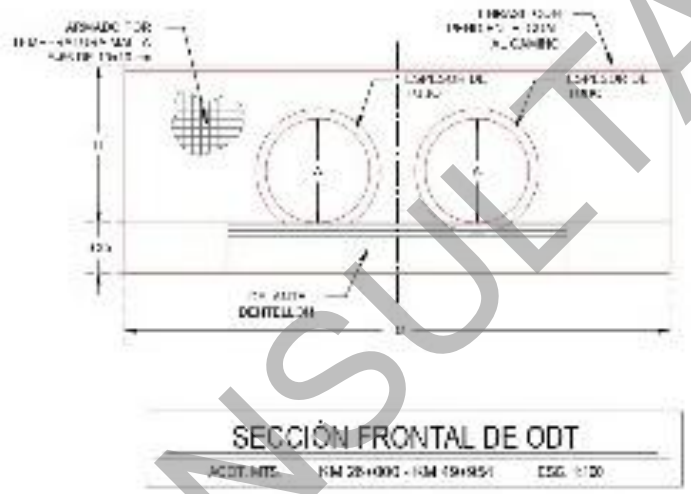


Figura 17. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de dos tubos. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA







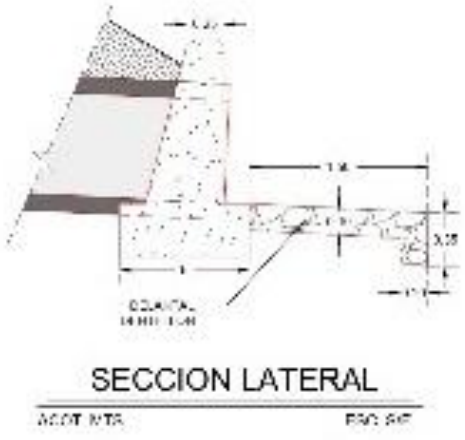


Figura I.18. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de dos tubos. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de drenaje transversal (ODT) de 3 tubos***

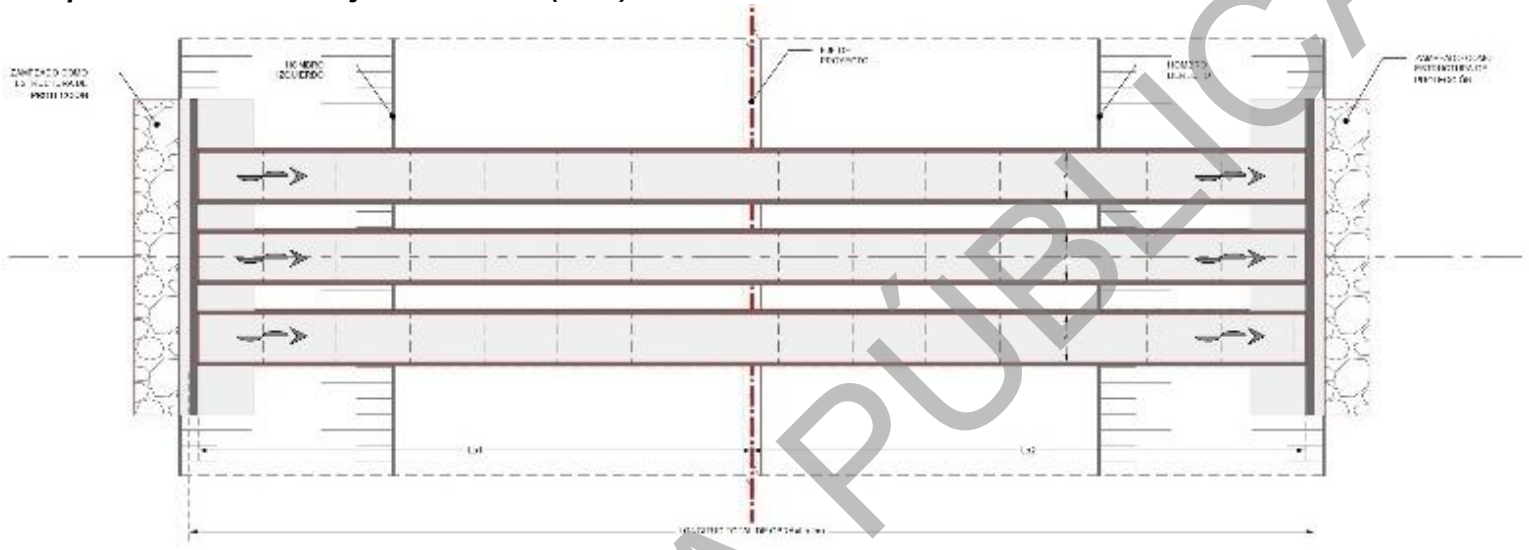


Figura I.19. Plano conceptual de una Obra de drenaje de tres tubos. Elaboración propia.

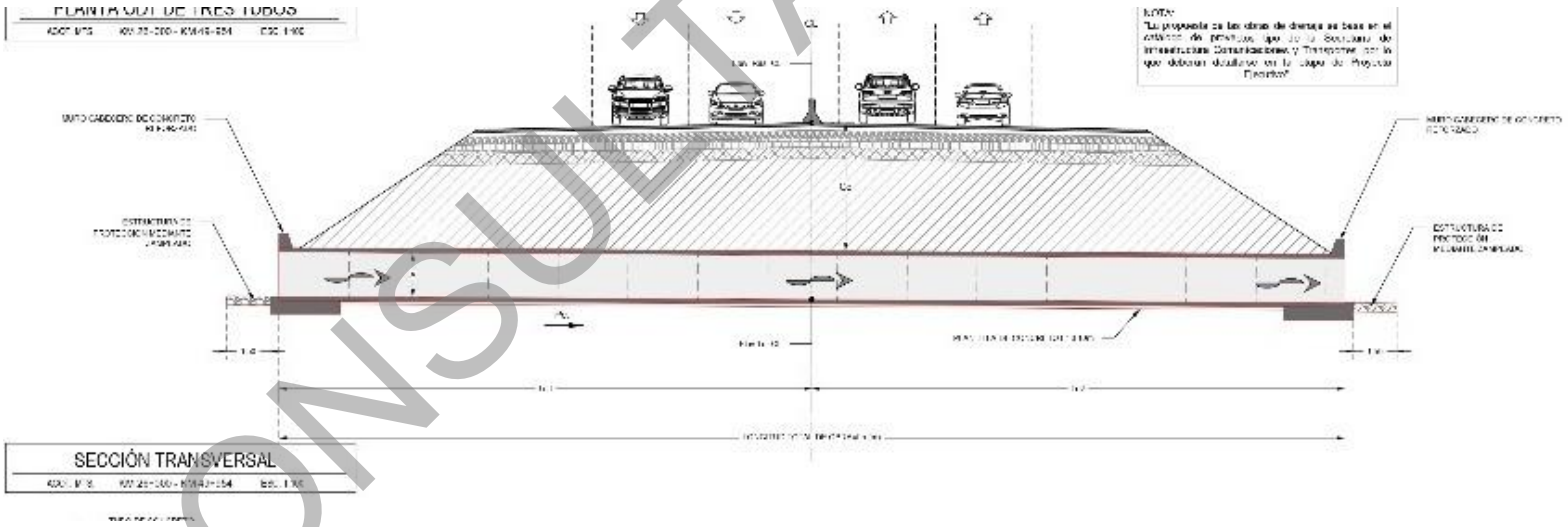


Figura I.20. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de tres tubos. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

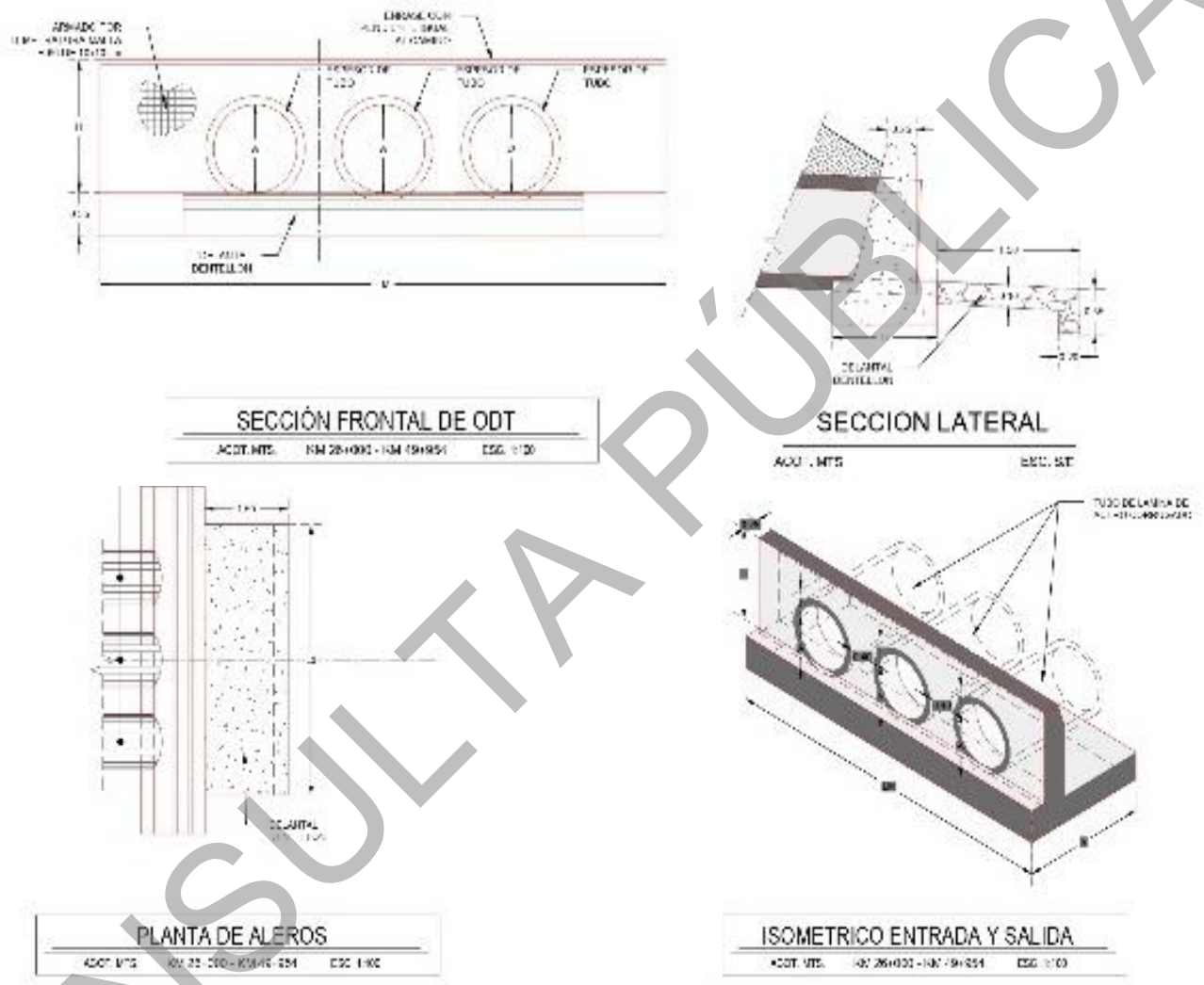


Figura I.21. Detalles de diseño estructural de una Obra de drenaje transversal de tres tubos. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo de Obra de Drenaje Transversal (ODT) de tubos de lámina (corrugado)***

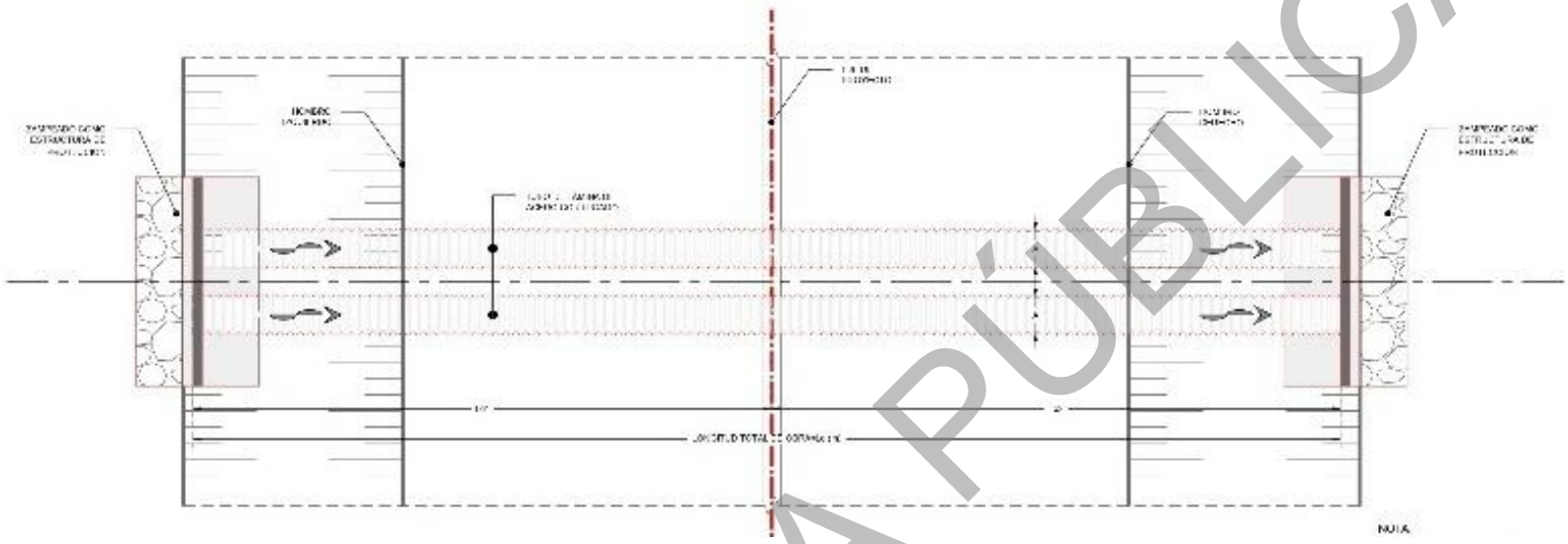


Figura I.22. Plano conceptual de una Obra de drenaje de lámina corrugada. Elaboración propia.

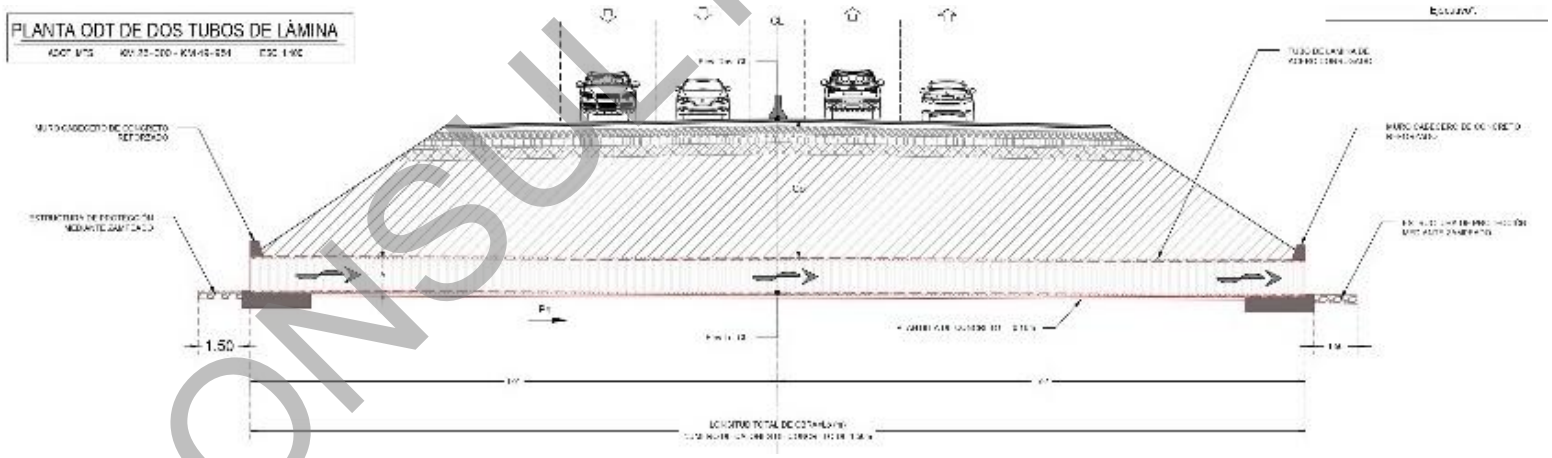


Figura I.23. Vista transversal de una Obra de drenaje transversal de lámina corrugada

CONSULTA PÚBLICA

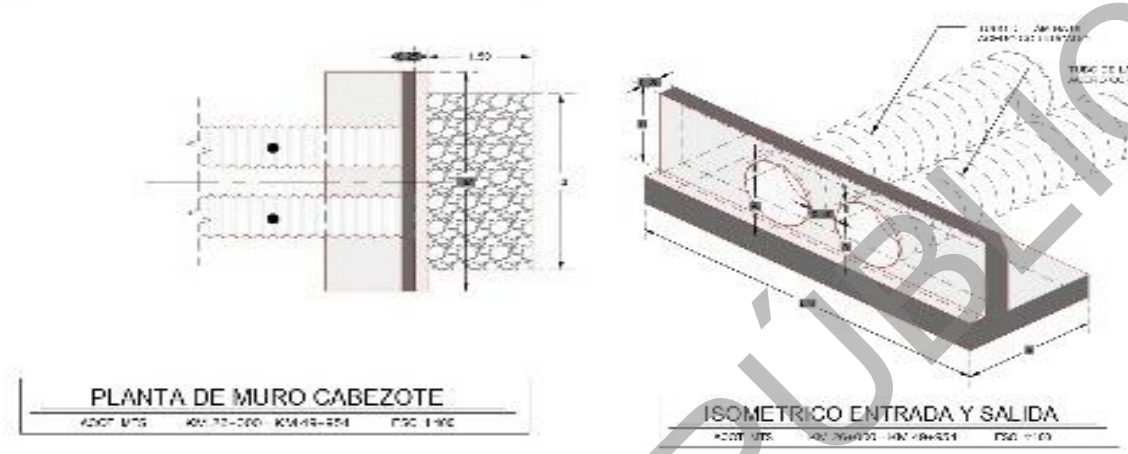


Figura I.24. Planta de muro y plano isométrico de una ODT de lámina corrugada. Elaboración propia.

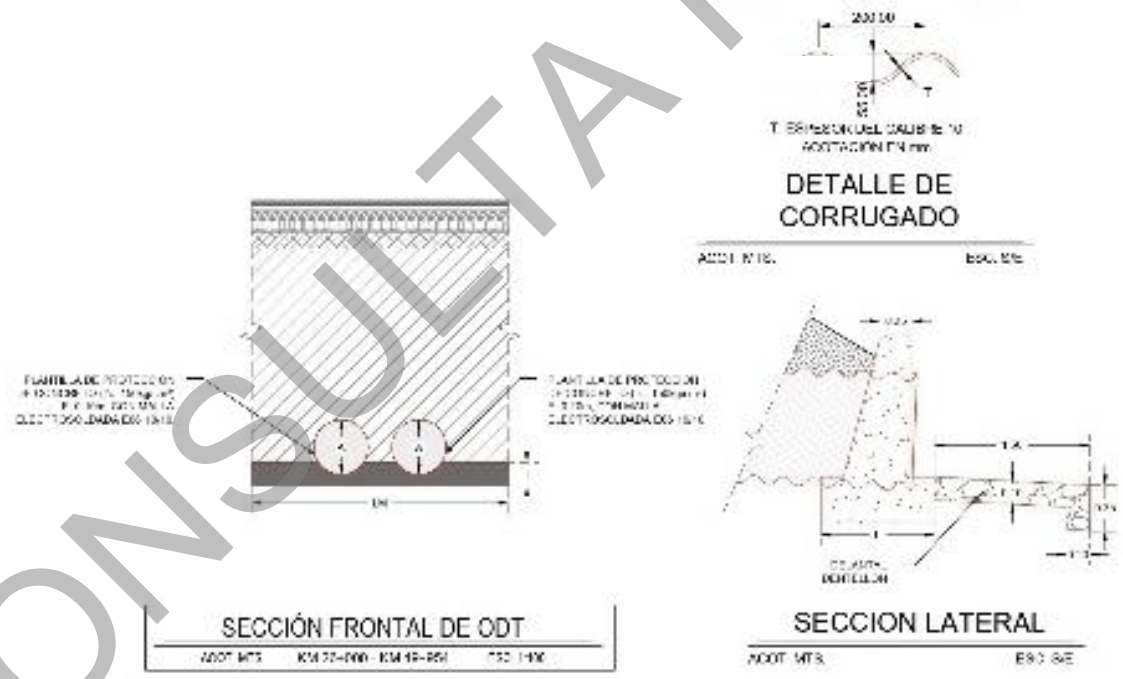


Figura I.25. Sección frontal y lateral de una Obra de Drenaje Transversal de lámina corrugada. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.7.2. Obras de cruce a desnivel

El proyecto del **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)** contempla la construcción de diversas obras de cruce con el objetivo de garantizar la continuidad funcional del territorio y la conectividad entre ambos márgenes de la autopista, evitando la interrupción de vialidades existentes, infraestructura ferroviaria, caminos de servicio y rutas de maquinaria agrícola.

Estas obras permiten que el Libramiento opere como una vía de circulación continua, sin cruces a nivel, al mismo tiempo que aseguran la permeabilidad transversal del proyecto y su integración con la red de comunicación regional y local.

a) Puentes

Se contempla la construcción de 5 puentes que se dividen en diferentes tipologías en función de la longitud a salvar, su esviaje y la altura. A continuación, se describe las tipologías estructurales de los puentes sobre la troncal y se enlistan las tipologías estructurales estudiadas que se adecuan de mejor manera a las características.

- ***Superestructura del puente***

De manera general, la superestructura de los puentes está conformada por tableros estructurales a base de trabes prefabricadas tipo AASHTO, dispuestas longitudinalmente y separadas entre sí mediante un espaciamiento uniforme. Sobre estas trabes se dispone un sistema de piso compuesto por una losa de concreto reforzado colado en sitio, con un espesor típico del orden de 25 cm, la cual presenta una pendiente transversal aproximada del 2% a dos aguas para facilitar el desalojo de escurrimientos pluviales.

Entre las trabes principales se emplean prelosas prefabricadas, las cuales cumplen una función estructural colaborativa con la losa colada en sitio, conformando un sistema integral tipo losa compuesta, que mejora el comportamiento estructural del tablero y optimiza los procesos constructivos.

Los puentes han sido concebidos bajo un esquema constructivo por etapas, de tal manera que la superestructura inicial permite la operación del libramiento en su configuración base, mientras que la ampliación futura se integra mediante la adición de elementos estructurales previstos desde el proyecto preliminar, sin requerir modificaciones sustanciales a la subestructura existente.

En términos generales, los puentes vehiculares con sección completa contemplan un ancho de tablero de 23 o 30 metros en su primera etapa, suficiente para alojar seis carriles de circulación, así como acotamientos laterales y centrales, guarniciones y elementos de seguridad vial. En su configuración final, el ancho total del tablero se incrementa para atender la ampliación proyectada del libramiento.

CONSULTA PÚBLICA

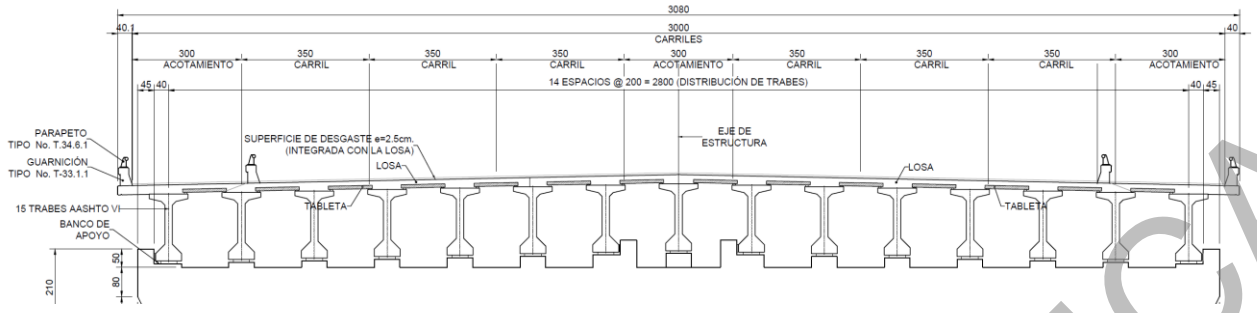


Figura I.26. Estructura del tendido de puente propuesto. Elaboración propia.

- ***Subestructura del puente***

La subestructura de los puentes se compone de apoyos extremos e intermedios, diseñados para transmitir de manera segura las cargas de la superestructura hacia el terreno natural y garantizar la estabilidad global de la estructura durante su vida útil.

Los apoyos extremos se resuelven generalmente mediante muros estribos, los cuales proporcionan soporte vertical al tablero y resistencia al empuje del terraplén de los accesos. Estos estribos incluyen muros aleros y elementos de contención lateral que permiten confinar los rellenos, controlar la erosión y encauzar adecuadamente los escurrimientos pluviales en las zonas de transición entre terraplén y estructura.

Los apoyos intermedios se conforman mediante pilas y columnas, cuya geometría y número varían en función de los claros a salvar, la altura del tablero y las condiciones particulares del sitio. En algunos casos, estas pilas presentan configuraciones especiales, como columnas de sección maciza o hueca, con alturas variables, diseñadas para garantizar la estabilidad estructural y cumplir con los requisitos geométricos del proyecto. La cimentación de los apoyos se resuelve mediante zapatas de concreto armado, dimensionadas de acuerdo con las cargas transmitidas y las condiciones geotécnicas del sitio, asegurando un adecuado comportamiento estructural y minimizando asentamientos diferenciales.

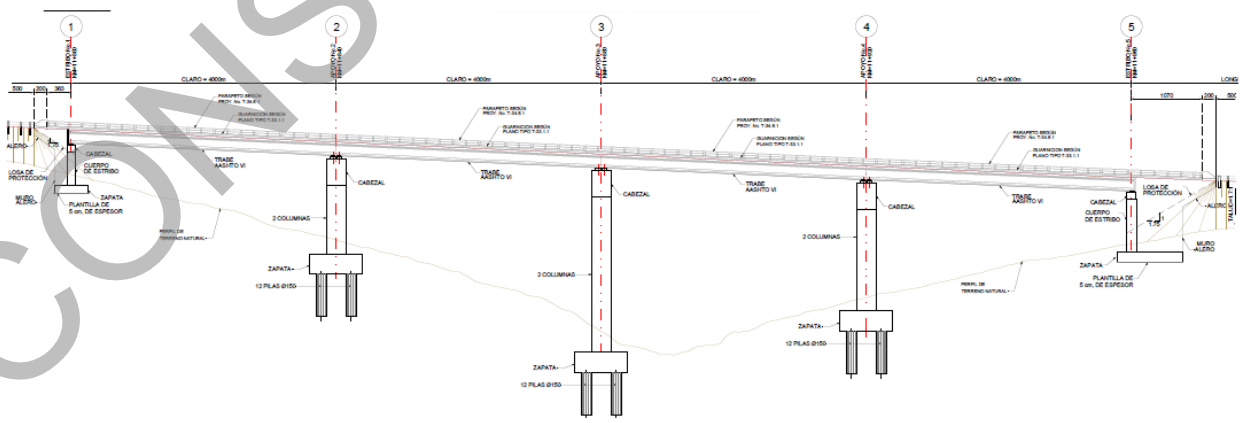


Figura I.27. Vista de puente propuesto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.7. Ubicación de los puentes hidráulicos. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

Cadenamiento	Tipo	Ancho de corona (m)	Longitud (m)	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Este X	Norte Y
6+560 – 6+840	Puente	23	280	7,560.0044	0.756	2247900.54	406688.79
11+800-11+960	Puente	23	160	4,320.0025	0.432	2252479.24	405787.569
12+134 – 12+294	Puente	23	160	4,320.0025	0.432	2252715.46	406022.295
25+803 – 25+883	Puente	30	80	2,160.0013	0.216	2263232.99	399628.209
79+189 – 79 + 249	Puente	23	60	1,620.0010	0.162	2297494.09	363215.555

Las coordenadas de estos componentes se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)*>Componentes> puentes (proyectar en UTM 14N; WGS84).

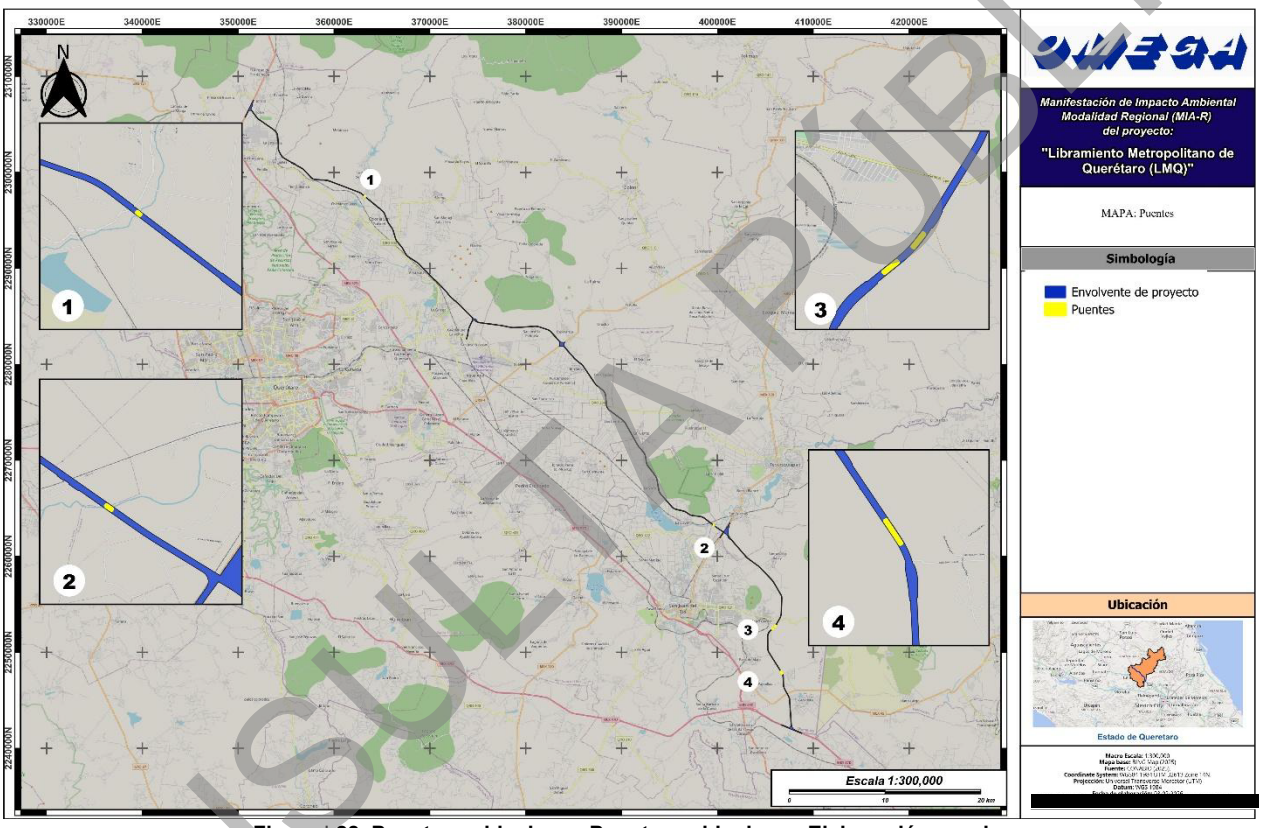


Figura I.28. Puentes vehiculares. Puentes vehiculares. Elaboración propia.

b) Paso superior vehicular (PSV)

El Paso Superior Vehicular (PSV) es una obra de cruce a desnivel que permite el paso de una vialidad existente por encima del cuerpo de la autopista, garantizando la continuidad del tránsito en ambos sentidos y evitando interferencias directas entre flujos vehiculares. El proyecto contempla la construcción de 12 PSV.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Superestructura del Paso Superior Vehicular (PSV)***

De manera general, la superestructura de los PSV se conforma mediante tableros estructurales a base de trabes prefabricadas tipo AASHTO, dispuestas longitudinalmente con un espaciamiento uniforme entre ejes. Sobre estas trabes se dispone un sistema de piso de concreto reforzado colado en sitio, con un espesor típico del orden de 25 cm y una pendiente transversal aproximada del 2% a dos aguas, diseñada para facilitar el desalojo de escurrimientos pluviales.

Entre las trabes principales se colocan prelosas prefabricadas, las cuales actúan de manera colaborativa con la losa colada en sitio, conformando un sistema integral tipo losa compuesta, que optimiza el comportamiento estructural del tablero y mejora la eficiencia constructiva.

En su primera etapa constructiva, los PSV presentan un tablero con un ancho aproximado de 24 metros, suficiente para alojar cuatro carriles de circulación, acotamientos laterales y un acotamiento central, además de guarniciones y elementos de seguridad vial. Esta configuración permite la operación inicial del libramiento conforme a la demanda proyectada en la etapa temprana del proyecto. En los extremos del tablero se instalan parapetos y guarniciones conforme a los lineamientos establecidos en la normatividad vigente de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), garantizando condiciones adecuadas de seguridad para los usuarios.

La segunda etapa contempla la ampliación del tablero mediante la incorporación de trabes adicionales en los extremos, extendiendo la losa de concreto hasta alcanzar un ancho total del orden de 31 metros aproximadamente. Esta configuración permite alojar seis carriles de circulación, manteniendo los acotamientos laterales y el acotamiento central, sin requerir modificaciones sustanciales a los elementos estructurales existentes.

Tabla I.8. Ubicación del paso superior vehicular. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

Cadenamiento	Tipo	Este X	Norte Y
4+378	PSV	2245701.77	407273.682
4+380	PSV	2245703.53	407272.734
20+050	PSV	2259307.52	403834.267
24+590	PSV	2262520.3	400658.809
24+700	PSV	2262580.75	400566.907
29+759	PSV	2264792.3	396132.131
51+760	PSV	2282091.13	383784.649
68+950	PSV	2289742.88	369556.027
70+420	PSV	2290738.04	368482.166
79+330	PSV	2297564.11	363130.168
88+340	PSV	2301274.75	355145.923
93+780	PSV	2305427.2	352294.466

Las coordenadas de estos componentes se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)*>Componentes> Pasos superiores vehiculares (PSV) (proyectar en UTM 14N; WGS84).

CONSULTA PÚBLICA

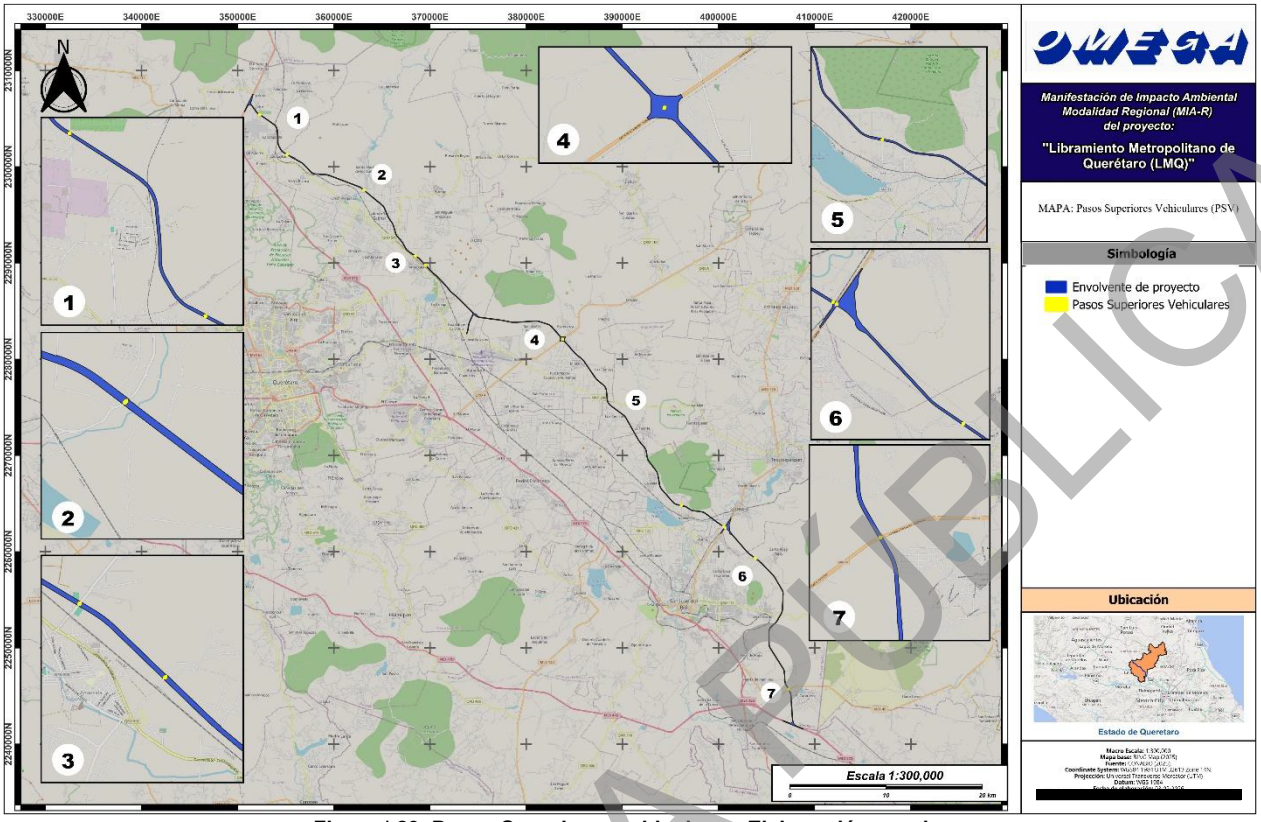


Figura I.29. Pasos Superiores vehiculares. Elaboración propia.

c) Paso Inferior Vehicular (PIV)

Los Pasos Inferiores Vehiculares (PIV) del proyecto se planean para permitir el cruce de caminos y vialidades existentes por debajo del cuerpo de la autopista, garantizando la continuidad de la movilidad local y regional sin interferir con la operación del libramiento. De manera general, los PIV corresponden a estructuras de claro único o múltiples claros, cuya tipología se selecciona en función del ancho del camino a restituir, los gálibos requeridos y las condiciones geométricas del sitio. A lo largo del libramiento se identifican PIV de una y dos vías, con claros del orden de 25 a 40 metros, lo que permite el paso seguro de vehículos y maquinaria bajo el eje del libramiento.

La superestructura de los PIV se conforma mediante tableros de concreto armado apoyados en pilas y estribos, integrados al sistema de terracerías del libramiento. La subestructura considera elementos de contención en los accesos, tales como muros y caballetes, que permiten confinar los rellenos y garantizar la estabilidad del terraplén de la autopista.

Estas estructuras se diseñan para cumplir con los gálibos verticales y horizontales requeridos, manteniendo condiciones adecuadas de visibilidad y seguridad para los usuarios, y asegurando la compatibilidad con la rasante y el alineamiento del libramiento. La tipología se divide en PIV 1V (de una vía) y PIV 2V (de dos vías).

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.9. Ubicación de los pasos inferiores vehiculares. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

cadenamiento	Tipo	Especificación	Este X	Norte Y
1+900	PIV 1V	1 Claro 35m	407650.112	2243284.56
1+907	PIV 1V	1 Claro 35m	407649.656	2243291.54
2+638	PIV 1V	1 Claro 35m	407602.137	2244021
2+640	PIV 1V	1 Claro 35m	407602.008	2244022.99
5+323	PIV 1V	1 Claro 35m	406902.324	2246562.07
5+600	PIV 1V	3 Claros 20-40-20m	406890.887	2246838.83
6+300	PIV 1V	3 Claros 20-40-20m	406850.652	2247537.1
6+390	PIV 1V	3 Claros 20-40-20m	406828.038	2247624.17
7+707	PIV 1V	3 Claros 20-40-20m	406154.679	2248753.4
8+800	PIV 1V	3 Claros 20-40-20m	405573.456	2249679.05
11+600	PIV 1V	1 Claro 35m	405573.6	2252298.64
11+730	PIV 1V	1 Claro 35m	405672.951	2252382.48
12+815	PIV 2V	1 Claro 35m	406333.3	2253229.2
12+940	PIV 2V	1 Claro 35m	406396.35	2253337.13
16+140	PIV 1V	1 Claro 35m	406393.624	2256400.37
16+640	PIV 1V	1 Claro 35m	406139.558	2256831.01
18+230	PIV 1V	1 Claro 35m	405171.321	2258081.35
18+350	PIV 1V	1 Claro 35m	405088.669	2258168.35
20+160	PIV 2V	1 Claro 35m	403745.461	2259372.43
30+178	PIV 1V	1 Claro 35m	395723.595	2264885.36
36+240	PIV 1V	2 Claros 25m	392586.535	2269827.53
37+380	PIV 2V	1 Claro 35m	392246.977	2270893.61
39+542	PIV 2V	1 Claro 35m	391060.808	2272692.24
40+280	PIV 2V	2 Claros 25m	390697.824	2273334.81
42+035	PIV 2V	1 Claro 35m	389546.736	2274618.33
43+560	PIV 2V	2 Claros 25m	388460.829	2275649.5
44+860	PIV 1V	1 Claro 35m	388296.428	2276936.06
46+900	PIV 1V	1 Claro 35m	386944.558	2278431.3
46+980	PIV 1V	1 Claro 35m	386899.496	2278497.4
47+996	PIV 2V	1 Claro 40m	386327.22	2279336.9
50+020	PIV 2V	1 Claro 35m	384936.01	2280786.53
53+570	PIV 1V	1 Claro 35m	382581.471	2283442.92
58+000	PIV 1V	1 Claro 35m	378260.992	2283888.04
56+180	PIV 1V	1 Claro 35m	380074.043	2283909.91
61+280	PIV 1V	1 Claro 35m	375021.448	2284385.85
63+950	PIV 1V	1 Claro 35m	373081.832	2286207.37
64+930	PIV 2V	1 Claro 35m	372348.317	2286856.82
73+120	PIV 2V	2 Claros 25m	366679.701	2292679.9
77+050	PIV 1V	2 Claros 25m	364893.548	2296118.81
78+030	PIV 1V	2 Claros 25m	364135.604	2296740.03
82+820	PIV 1V	2 Claros 25m	359942.902	2298939.95
83+780	PIV 1V	2 Claros 25m	359021.909	2299188.83
85+300	PIV 1V	2 Claros 25m	357574.469	2299495.95

CONSULTA PÚBLICA

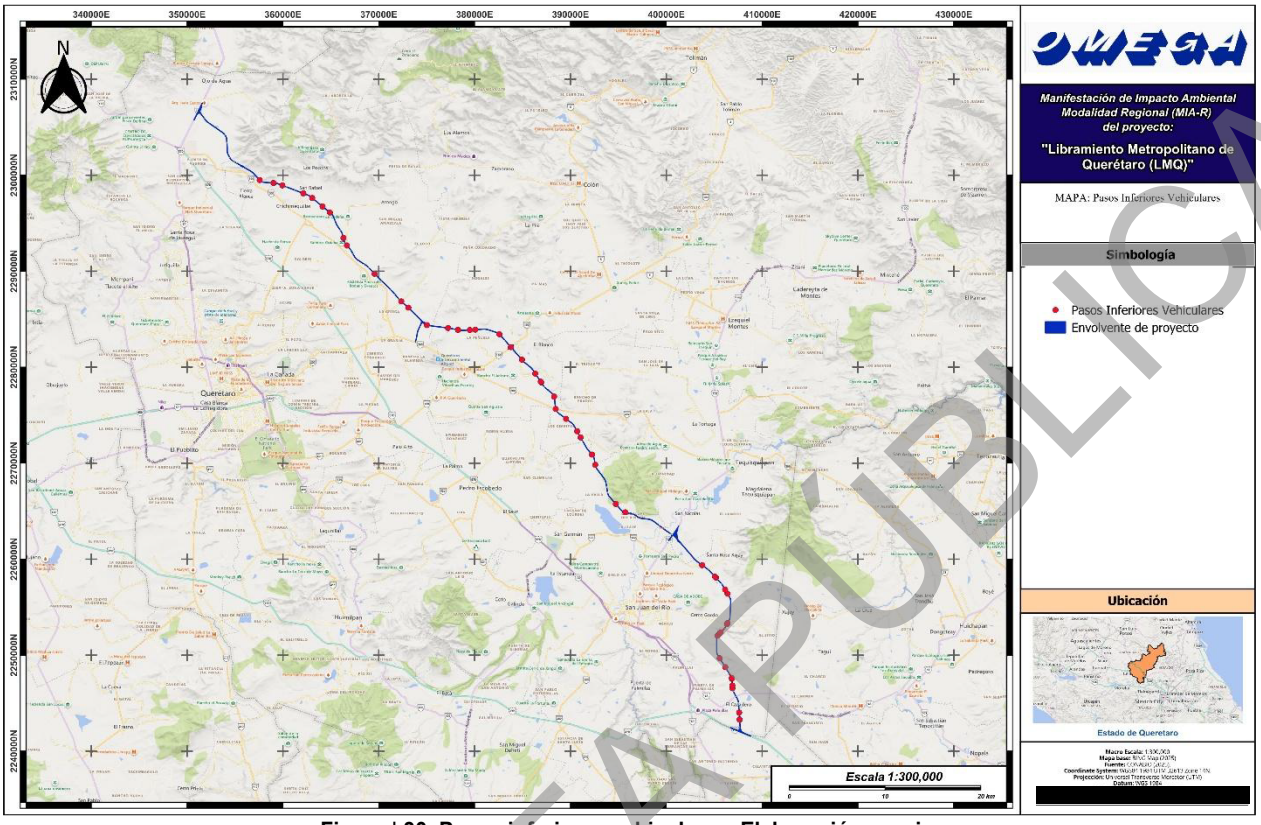
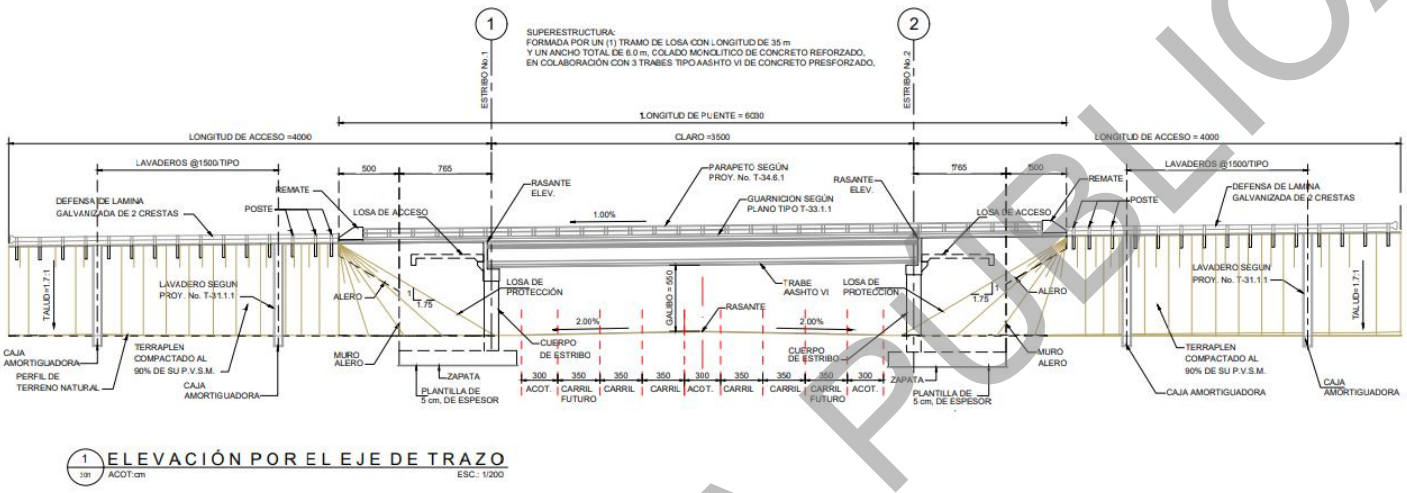


Figura I.30. Pasos inferiores vehiculares. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los diseños estructurales de los distintos PIV a construir.

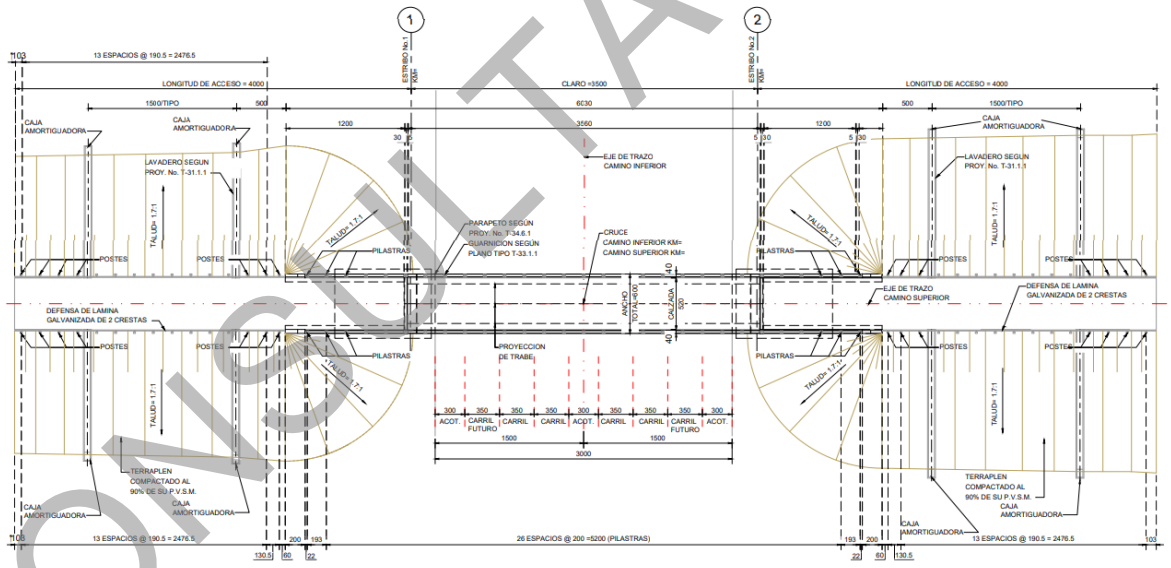
CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo del Paso Inferior Vehicular (PIV) de 1 vía de un claro de 35 metros***



1 ELEVACIÓN POR EL EJE DE TRAZO
ACOT:cm ESC.: 1/200

Figura I.31. Vista elevada de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia.



2 PLANTA
ACOT:cm ESC.: 1/200

Figura I.32. Vista de planta de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

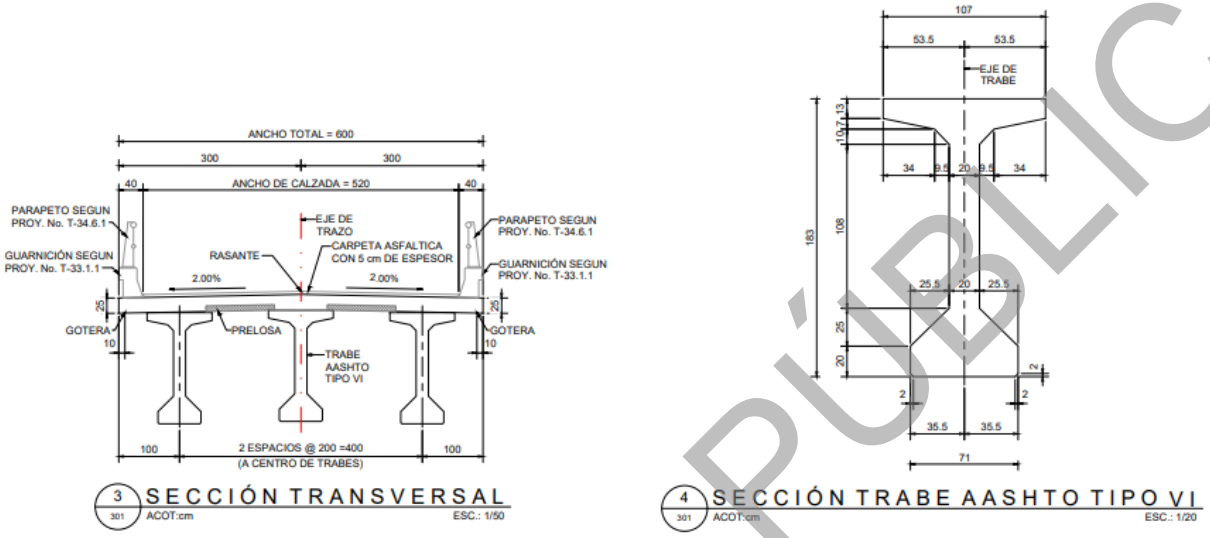


Figura I.33. Sección transversal y de trabe ASSHTO de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia.

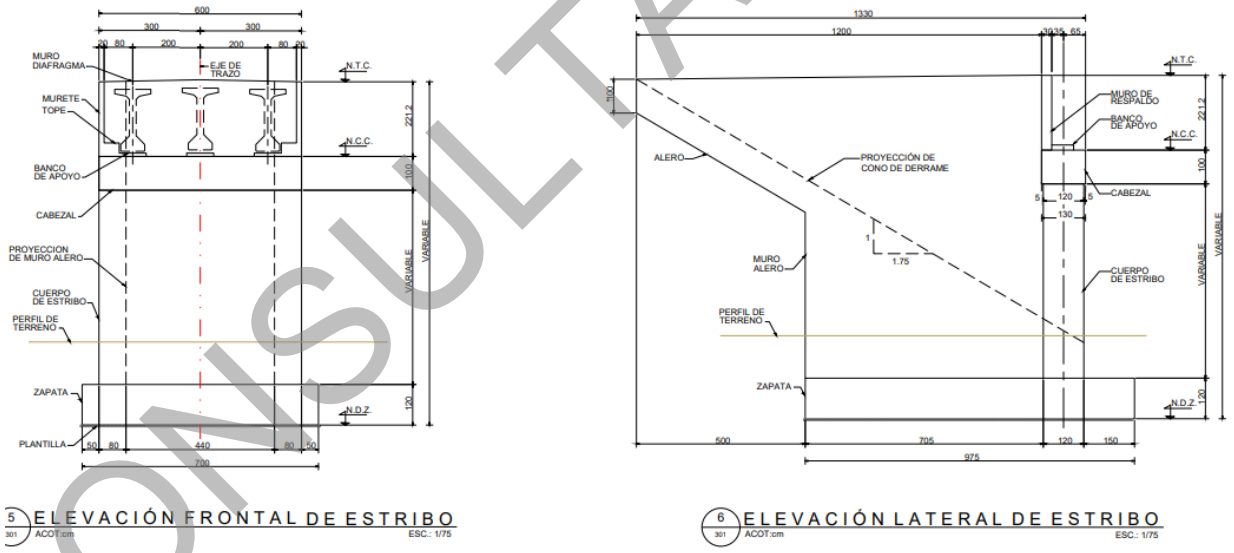


Figura I.34. Elevación frontal y lateral de un PIV de 1 vía con claro de 35 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo del Paso Inferior Vehicular (PIV) de 2 vías de un claro de 35 metros***

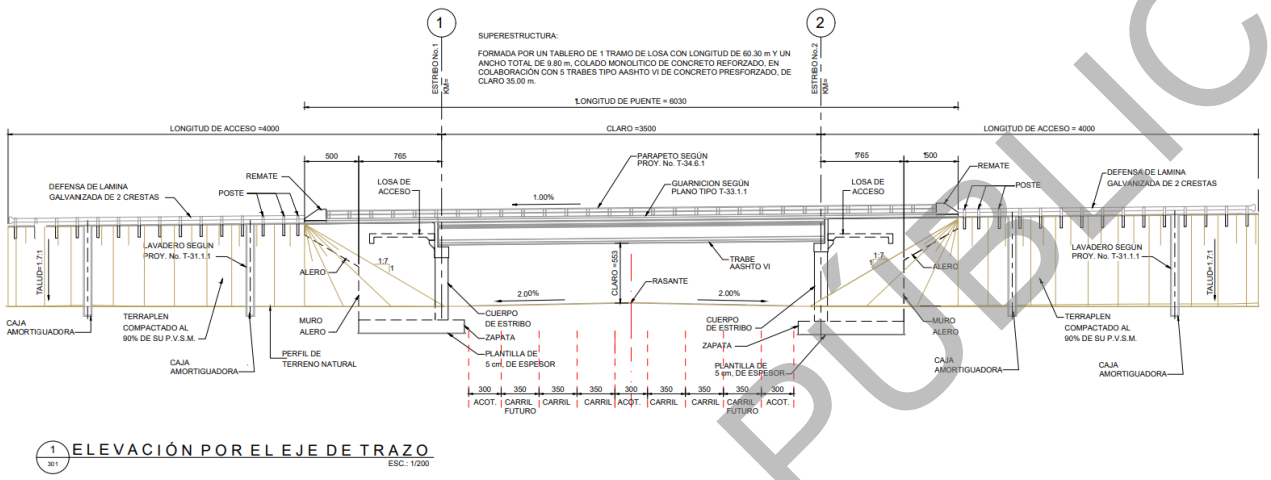


Figura I.35. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia.

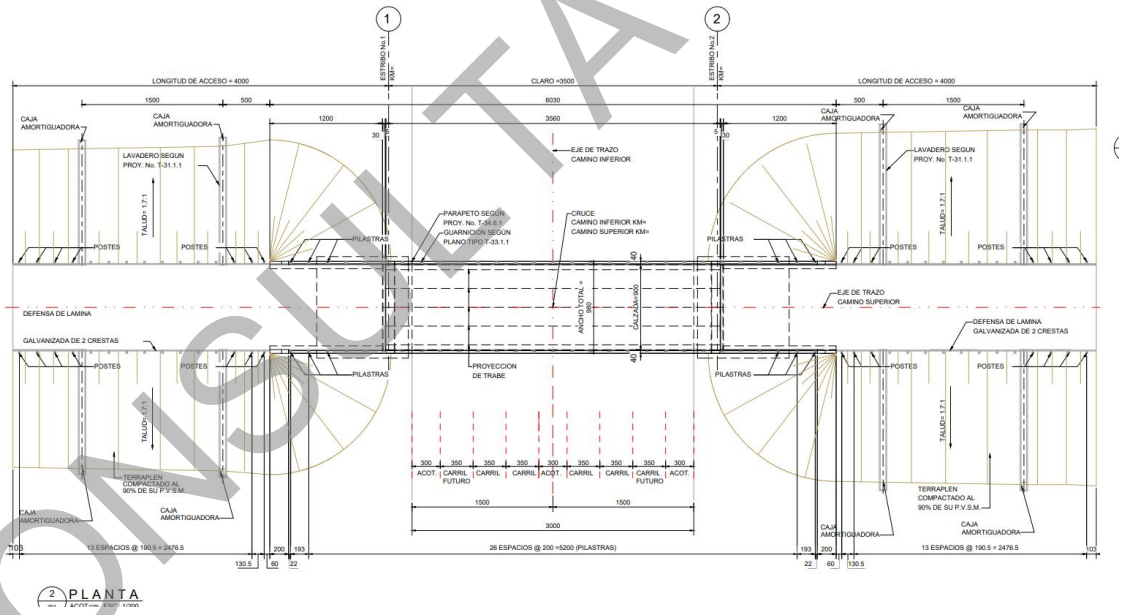


Figura I.36. Vista de planta de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PUBLICA

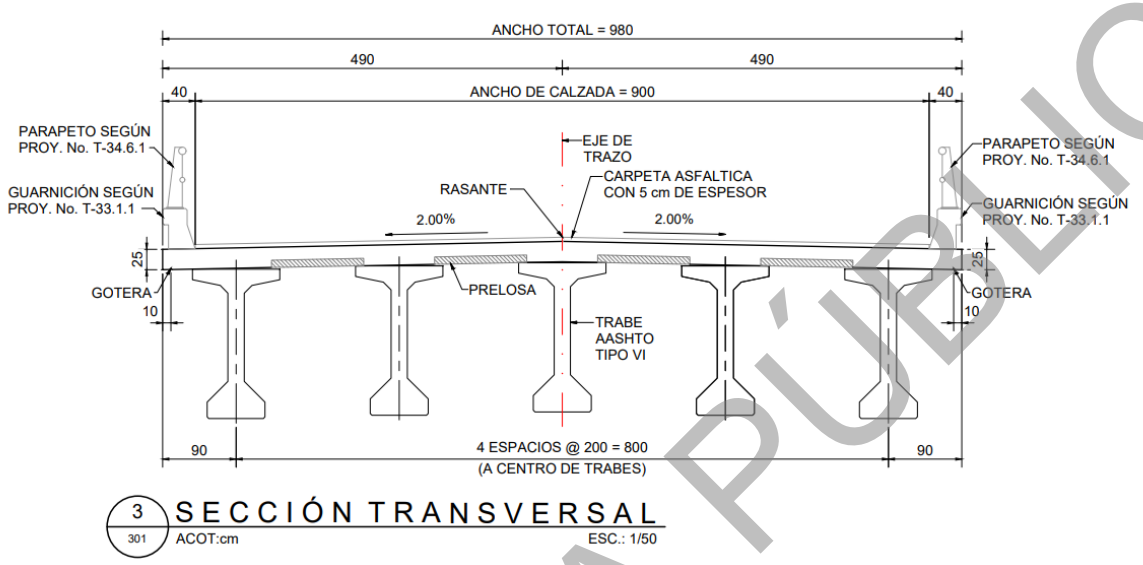


Figura I.37. Vista transversal de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia.

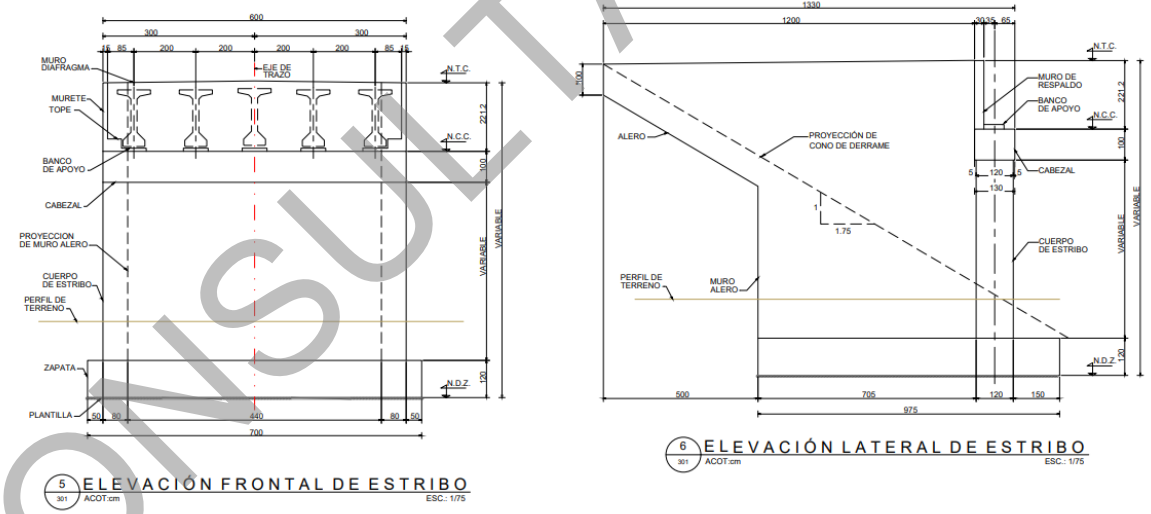


Figura I.38. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 35 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Modelo tipo del Paso Inferior Vehicular (PIV) de 2 vias de dos claros de 25 a 26 metros***

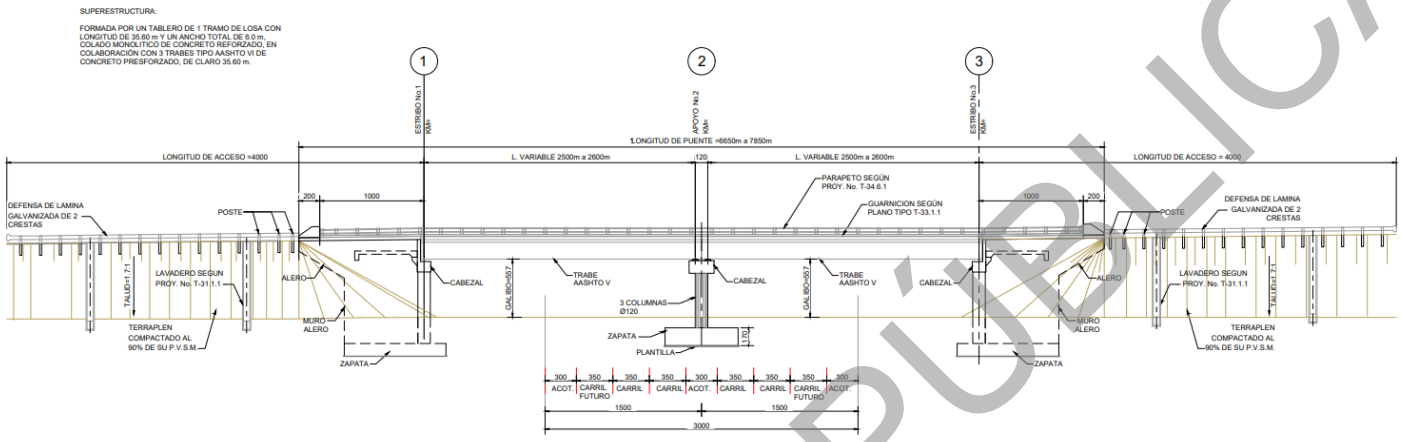
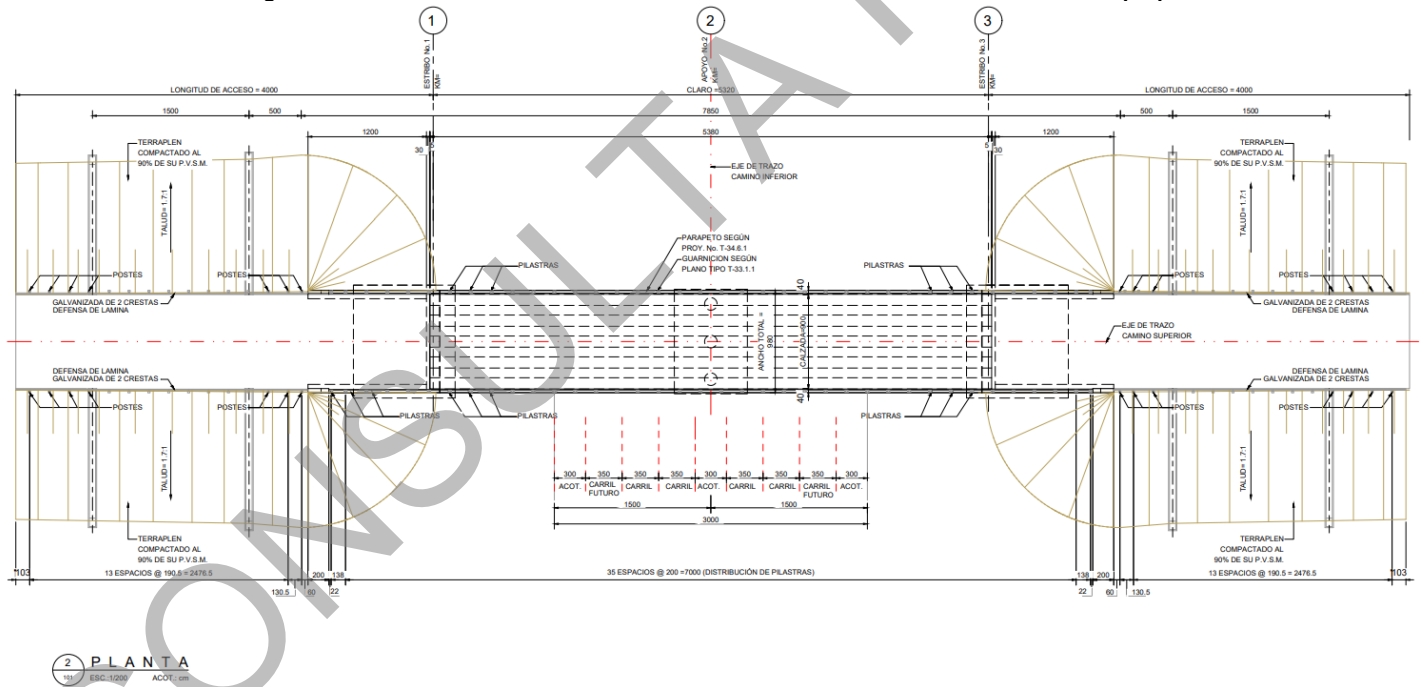


Figura I.39. Vista elevada de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia.



2 PLANTA
ESC.: 1/200 ACOT.: cm

Figura I.40 .Vista de planta de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

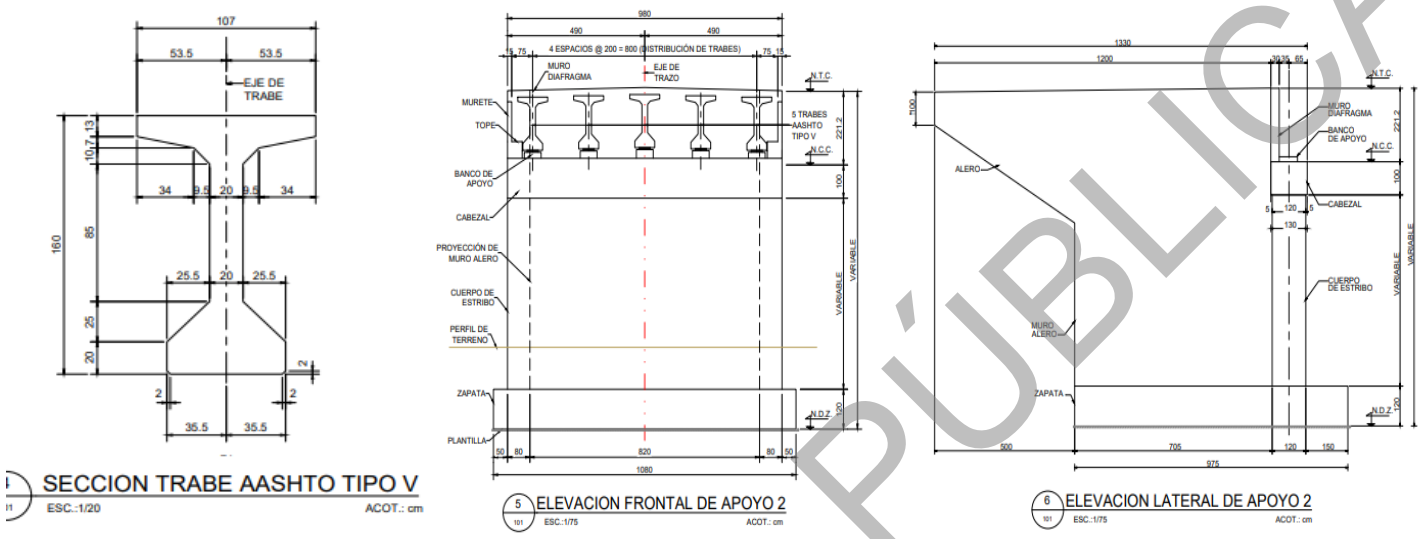


Figura I.41. Vista de trabe, elevación frontal y lateral de los apoyos de un PIV de 2 vías con claro de 25 a 26 metros. Elaboración propia.

- ***Modelo tipo del Paso Inferior Vehicular (PIV) de 1 vía de dos claros de 25 metros***

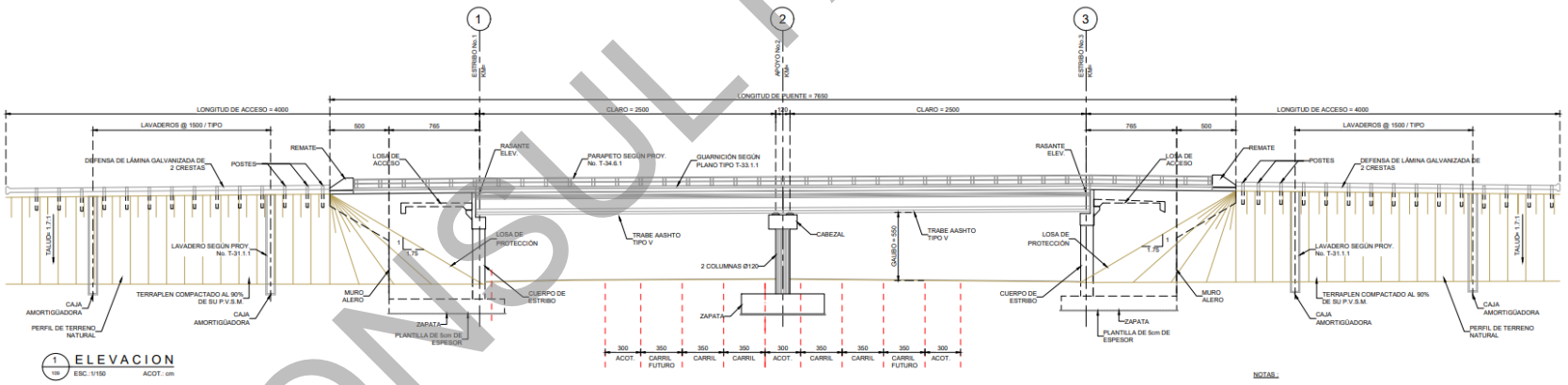


Figura I.42. Vista elevada de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

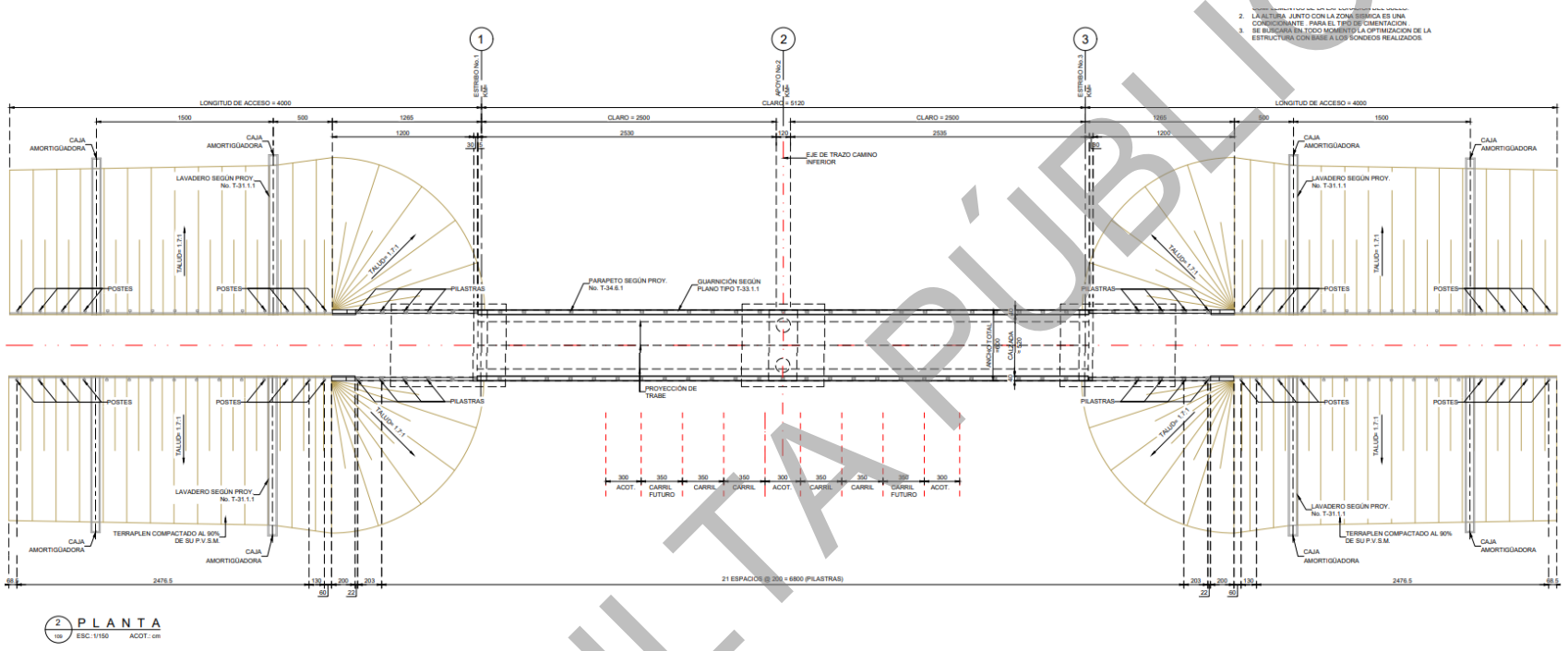


Figura I.43. Vista de planta de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

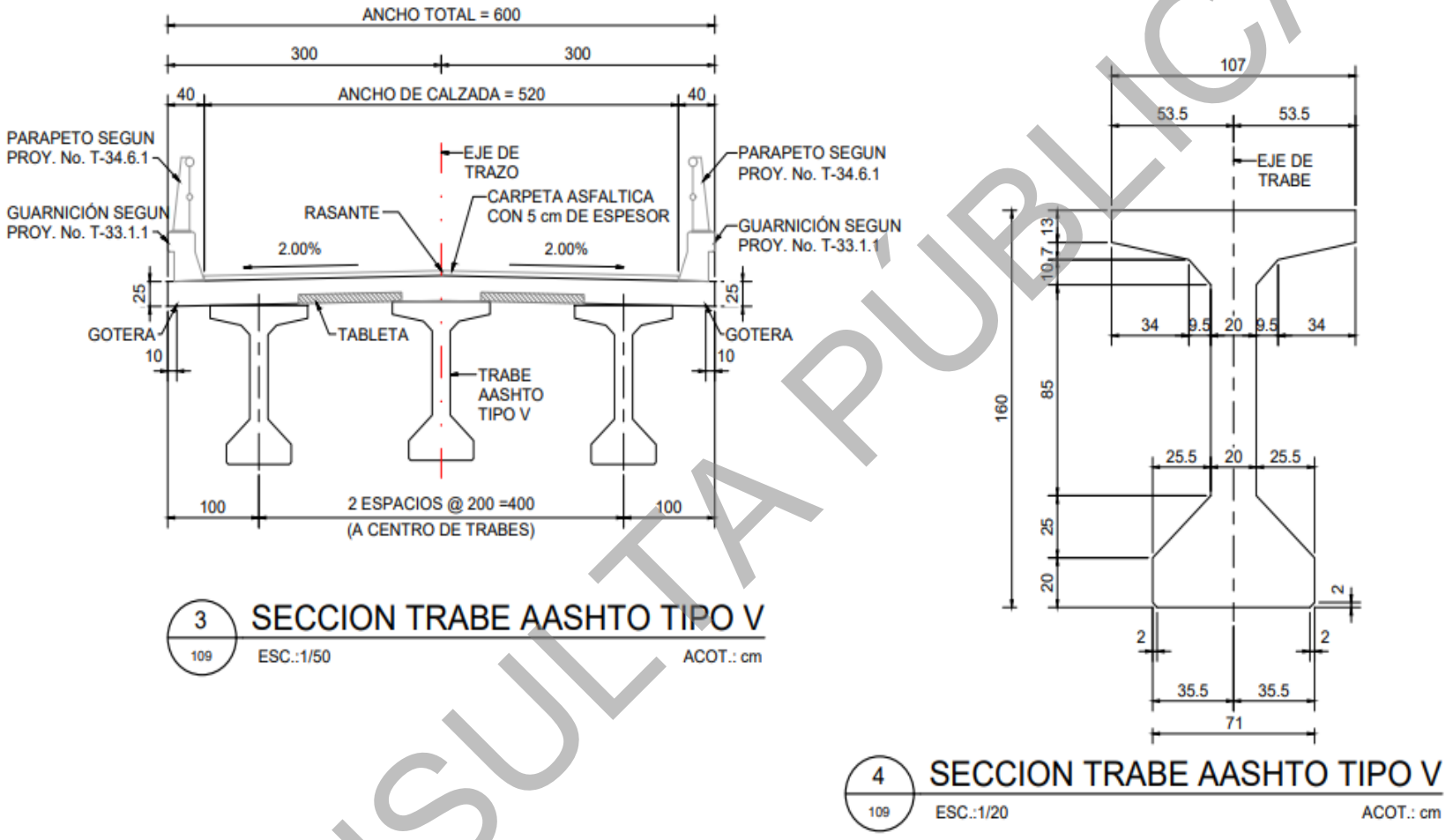


Figura I.44. Vista de la sección trabe ASSHTO tipo V de un PIV de 1 vía con dos claros de 25 metros. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

d) Pasos Superiores para Maquinaria Agrícola (PSMA)

Los Pasos Superiores para Maquinaria Agrícola (PSMA) tienen como finalidad mantener la conectividad funcional de predios y zonas productivas ubicadas a ambos lados del Libramiento, permitiendo el tránsito de maquinaria agrícola y vehículos de servicio sin necesidad de incorporarse al cuerpo principal de la autopista.

De acuerdo con el proyecto, los PSMA se resuelven principalmente mediante estructuras tipo cajón de concreto armado, con secciones del orden de 5.0 m por 6.0 m, las cuales proporcionan el espacio suficiente para el paso de maquinaria agrícola y vehículos asociados a las actividades productivas del entorno.

Estas estructuras se integran al terraplén del libramiento y cuentan con elementos de contención y protección que aseguran la estabilidad del relleno y la correcta conducción de escurrimientos. Su diseño permite una operación segura y eficiente, evitando la fragmentación del territorio y reduciendo afectaciones a las actividades agrícolas existentes.

Tabla I.10. Ubicación de los pasos superiores de maquinaria agrícola. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

Cadenamiento	Tipo	Especificación	Este X	Norte Y
2+926.29	PSMA	Cajón 5X6m	2244308.68	407583.398
2+967	PSMA	Cajón 5X6m	2244349.3	407580.751
3+580	PSMA	Cajón 5X6m	2244961	407540.904
17+360	PSMA	Cajón 5X6m	2257445.01	405764.224
19+390	PSMA	Cajón 5X6m	2258913.12	404363.313
24+880	PSMA	Cajón 5X6m	2262679.66	400416.525
29+375	PSMA	Cajón 5X6m	2264704.34	396505.86
31+513	PSMA	Cajón 5X6m	2265746.51	394736.281
32+995	PSMA	Cajón 5X6m	2266930.89	393878.013
33+100	PSMA	Cajón 5X6m	2267034.38	393860.292
33+540	PSMA	Cajón 5X6m	2267468.07	393786.032
33+650	PSMA	Cajón 5X6m	2267576.49	393767.467
39+080	PSMA	Cajón 5X6m	2272289.99	391288.041
46+310	PSMA	Cajón 5X6m	2277949.55	387284.672
52+710	PSMA	Cajón 5X6m	2282803.4	383156.033
56+750	PSMA	Cajón 5X6m	2283872.42	379505.278
59+050	PSMA	Cajón 5X6m	2284079.96	377229.057
65+300	PSMA	Cajón 5X6m	2287113.83	372082.658
65+950	PSMA	Cajón 5x6m	2287614.45	371668.186
66+550	PSMA	Cajón 5x6m	2288050.62	371256.206
67+950	PSMA	Cajón 5x6m	2289028.55	370255.586
69+800	PSMA	Cajón 5x6m	2290356.18	368967.507
72+020	PSMA	Cajón 5x6m	2291789	367317.257
72+520	PSMA	Cajón 5x6m	2292221.01	367065.925
74+000	PSMA	Cajón 5X6m	2293465.61	366312.892
74+900	PSMA	Cajón 5X6m	2294291.8	365974.454
76+060	PSMA	Cajón 5X6m	2295304.71	365420.546
79+430	PSMA	Cajón 5X6m	2297627.5	363052.827

CONSULTA PÚBLICA

Cadenamiento	Tipo	Especificación	Este X	Norte Y
80+480	PSMA	Cajón 5X6m	2298108.88	362130.349
81+420	PSMA	Cajón 5x6m	2298442.73	361251.631
82+380	PSMA	Cajón 5x6m	2298783.68	360354.217
88+750	PSMA	Cajón 5x6m	2301477.48	354789.559
89+270	PSMA	Cajón 5x6m	2301857.19	354444.213
90+830	PSMA	Cajón 5x6m	2303361.27	354157.164
94+520	PSMA	Cajón 5x6m	2305947.55	351776.974

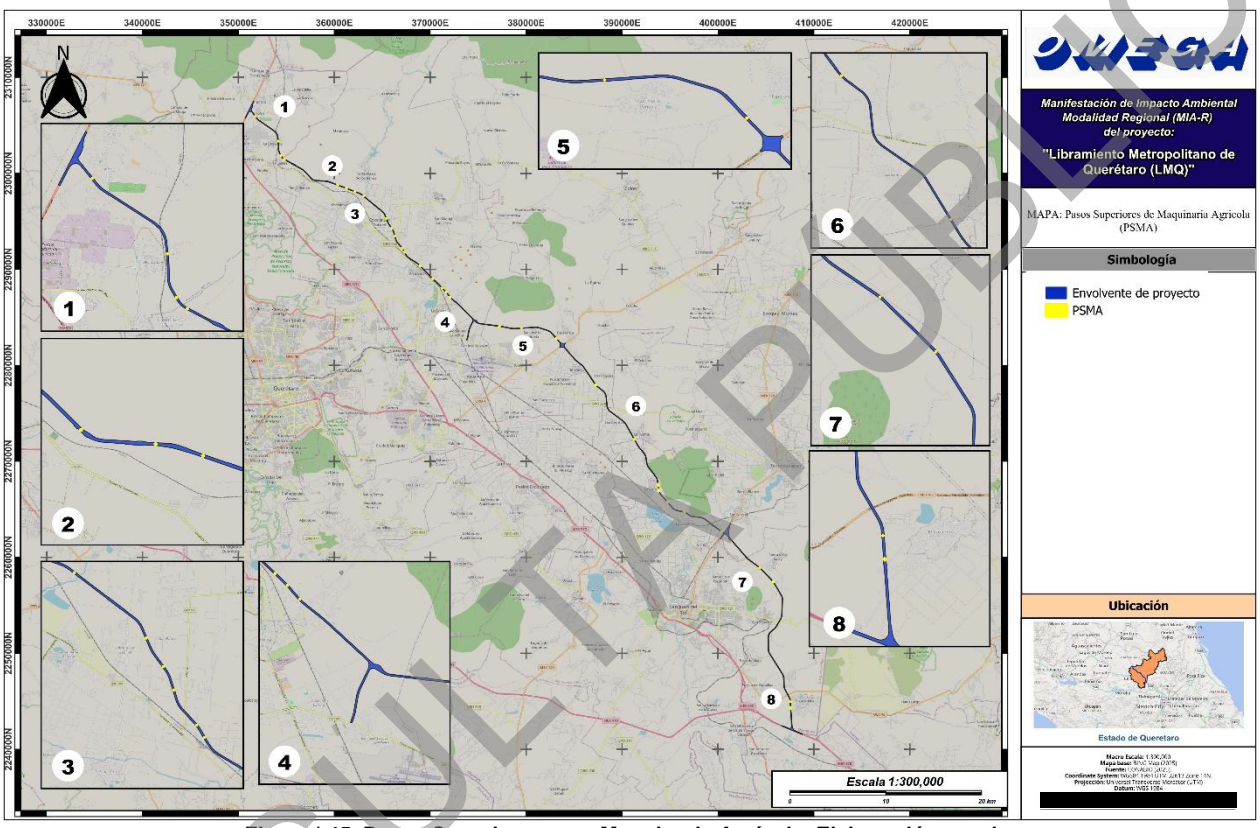


Figura I.45. Pasos Superiores para Maquinaria Agrícola. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Pasos Superiores para Maquinaria Agrícola (PSMA) de cajón de 5 x 6 m***

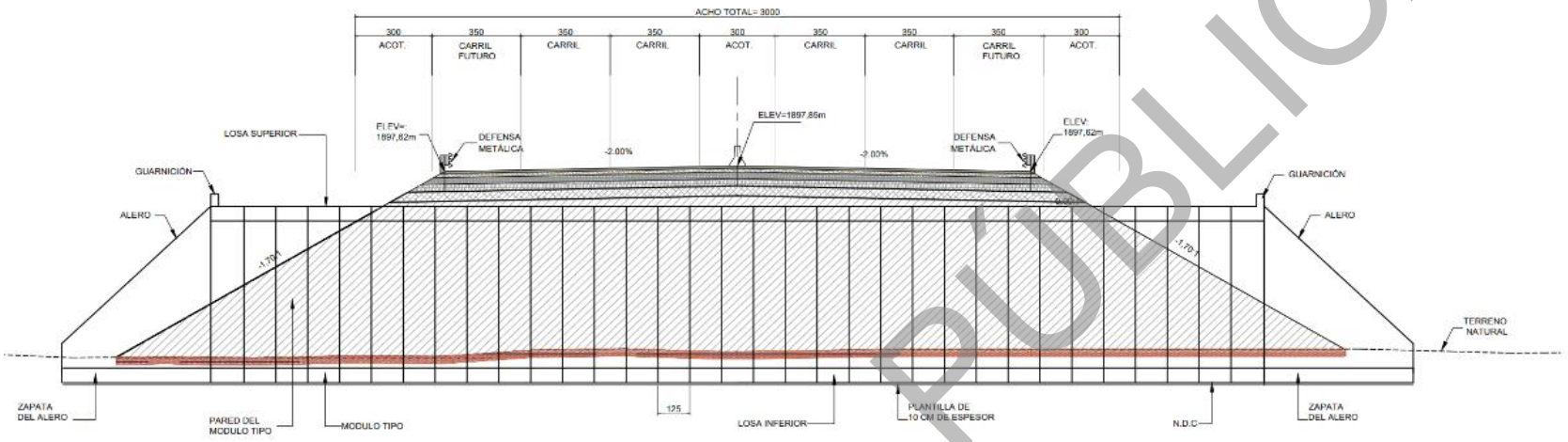


Figura I.46. Vista elevada de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia.

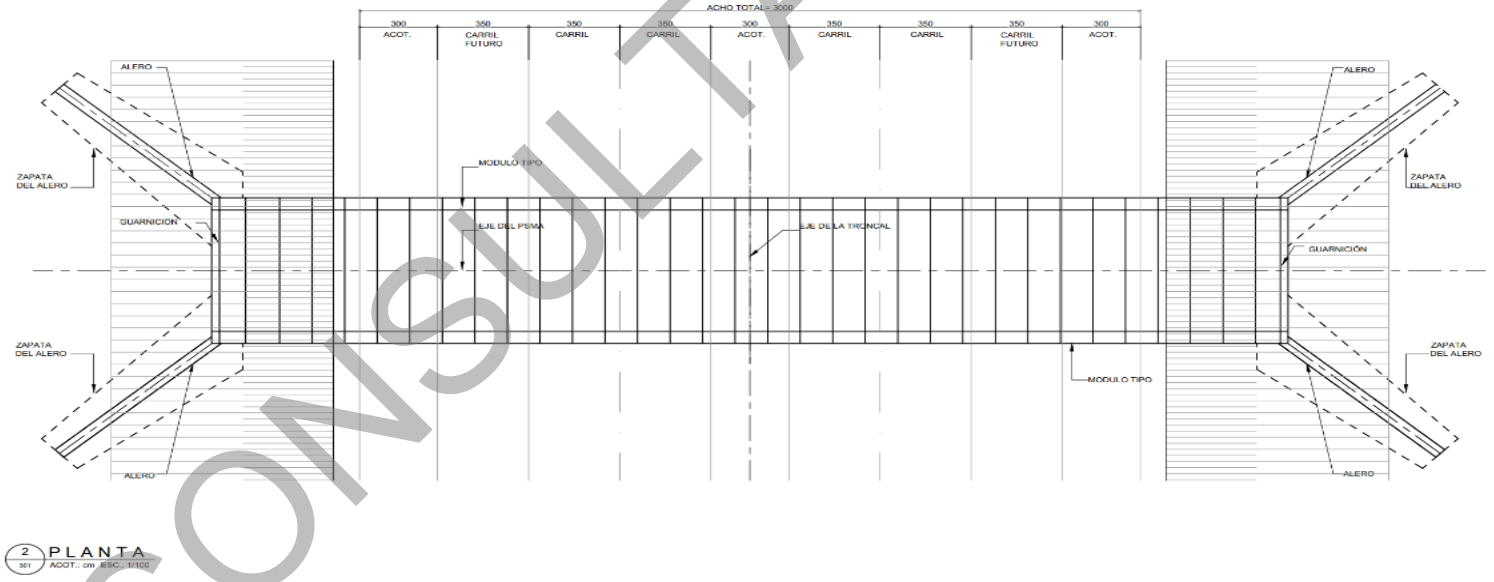


Figura I.47. Vista de planta de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

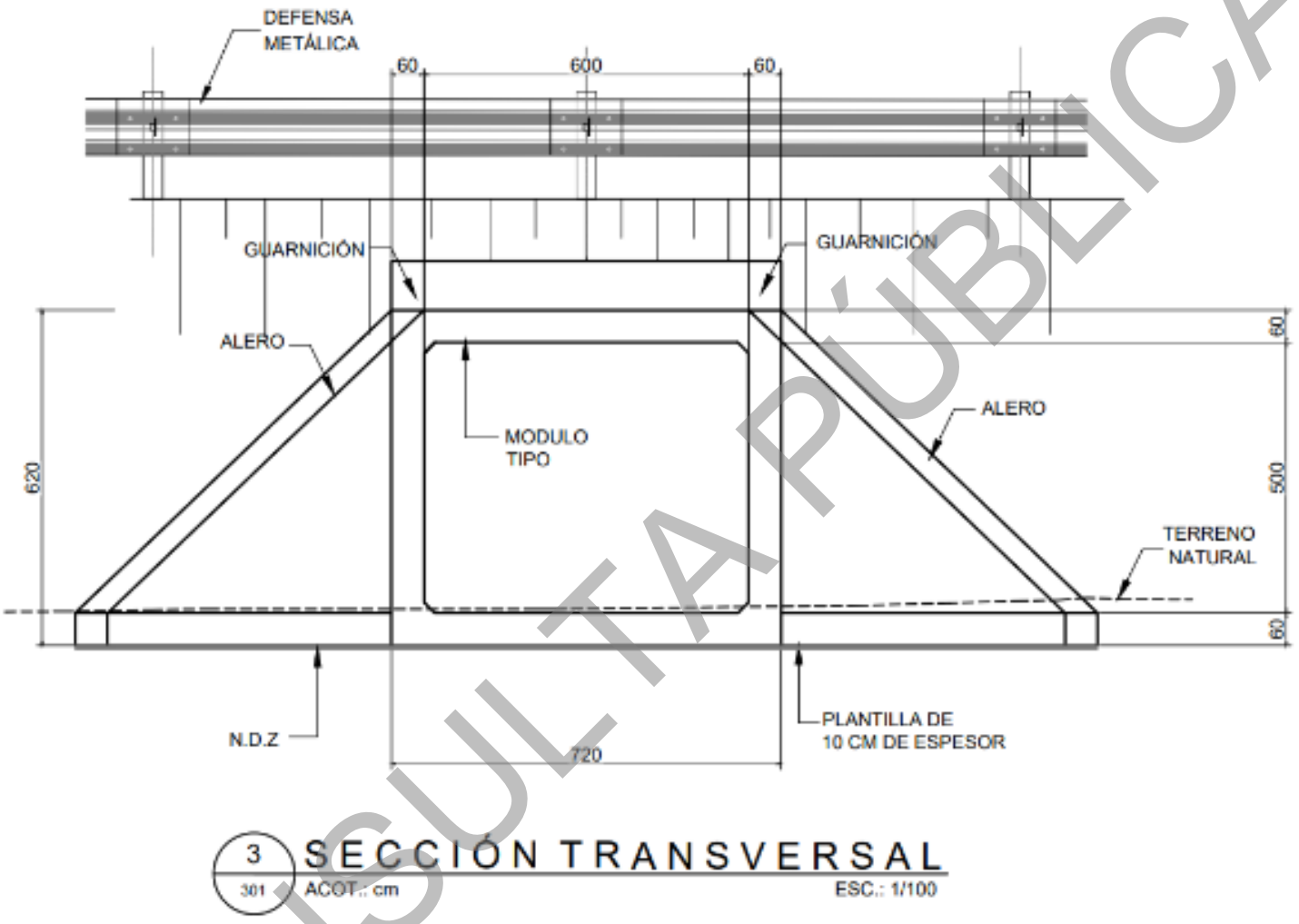


Figura I.48. Vista transversal de un PSMA de cajón de 5 x 6 m. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

e) Paso Superior de Ferrocarril (PSFFCC)

Los Pasos Superiores de Ferrocarril (PSFFCC) corresponden a estructuras proyectadas para permitir la continuidad operacional y geométrica del Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) en aquellos puntos donde el trazo intercepta infraestructura ferroviaria existente, evitando la implementación de cruces a nivel y garantizando condiciones adecuadas de seguridad vial y ferroviaria. Estas estructuras se proyectan como puentes ferroviarios de claro único, dimensionados para salvar la franja ferroviaria y cumplir con los gálibos reglamentarios, así como con los criterios de seguridad y operación establecidos para este tipo de cruces.

El diseño de los PSFFCC considera la interacción entre ambos modos de transporte, asegurando que la construcción y operación del libramiento no interfiera con la operación ferroviaria, y viceversa. Asimismo, estas estructuras se integran al trazo y rasante del libramiento, manteniendo la continuidad funcional del corredor carretero.

Tabla I.11. Ubicación de los PSFFC. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

Cadenamiento	Tipo	Especificación	Este X	Norte Y
3+440.00	PSFFCC	1 Claro 40m	2244821.3	407550.005
24+650	PSFFCC	1 Claro 40m	2262553.27	400608.681
24+760	PSFFCC	1 Claro 40m	2262613.72	400516.779
24+590	PSV+PSFFCC	3 Claros 35-22.5-40m	400658.978	2262520.54
25+850	PSV+PSFFCC	1 Claro 40m	399623.201	2263237.13
26+320.00	PSFFCC	1 Claro 40m	2263519.11	399247.176
91+720.00	PSFFCC	1 Claro 42m	2304212.49	353952.091

CONSULTA PÚBLICA

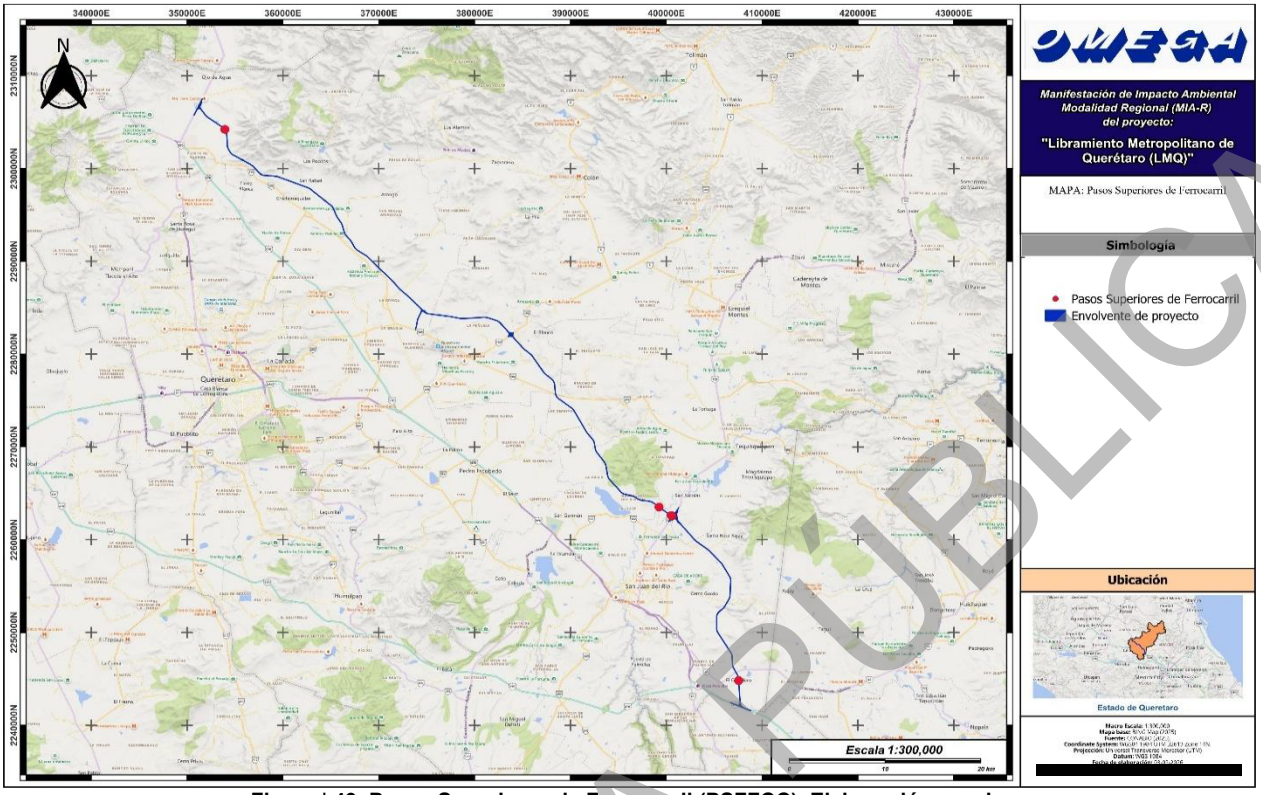


Figura I.49. Pasos Superiores de Ferrocarril (PSFFCC). Elaboración propia.

I.5.7.3. Entronques

Como parte del diseño del proyecto, se contemplan estructuras asociadas a entronques, cuya función es permitir la conexión controlada entre el eje principal del libramiento y las vialidades o ramales de acceso, asegurando la correcta distribución de los flujos vehiculares sin interferir con la operación continua de la autopista.

a) Entronque San Luis Potosí

El entronque San Luis Potosí se extiende del cadenamiento 76+870 al 95+500, mantiene el mismo método constructivo que el libramiento, y particularmente en el cadenamiento 95+380 se encuentra un paso superior vehicular de 4 vías, con un claro de 40 metros, diseñado para atender una configuración definitiva de cuatro carriles de circulación, acorde con los volúmenes y movimientos esperados en estos puntos de conexión.

- ***Superestructura***

La superestructura está conformada por un tablero compuesto por once trabes AASHTO Tipo VI, colocadas con una separación entre ejes de 2.10 metros. El sistema de piso consta de una losa de concreto reforzada plana de 25cm de espesor, con una pendiente transversal del 2% a dos aguas para facilitar el desalojo pluvial.

CONSULTA PÚBLICA

El tablero tendrá un ancho total de 23.50 metros, distribuidos de la siguiente manera:

- Cuatro carriles de circulación de 3.50 metros.
- Dos acotamientos laterales de 3.0 metros cada uno.
- Un acotamiento central de 3 metros, con guarnición central.
- Guarniciones laterales: 0.40 metros de ancho cada una.

En los extremos del tablero se colocan parapetos y guarniciones, conforme a los lineamientos establecidos en el Manual de Proyecto Geométrico de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), garantizando condiciones adecuadas de seguridad vial para los usuarios.

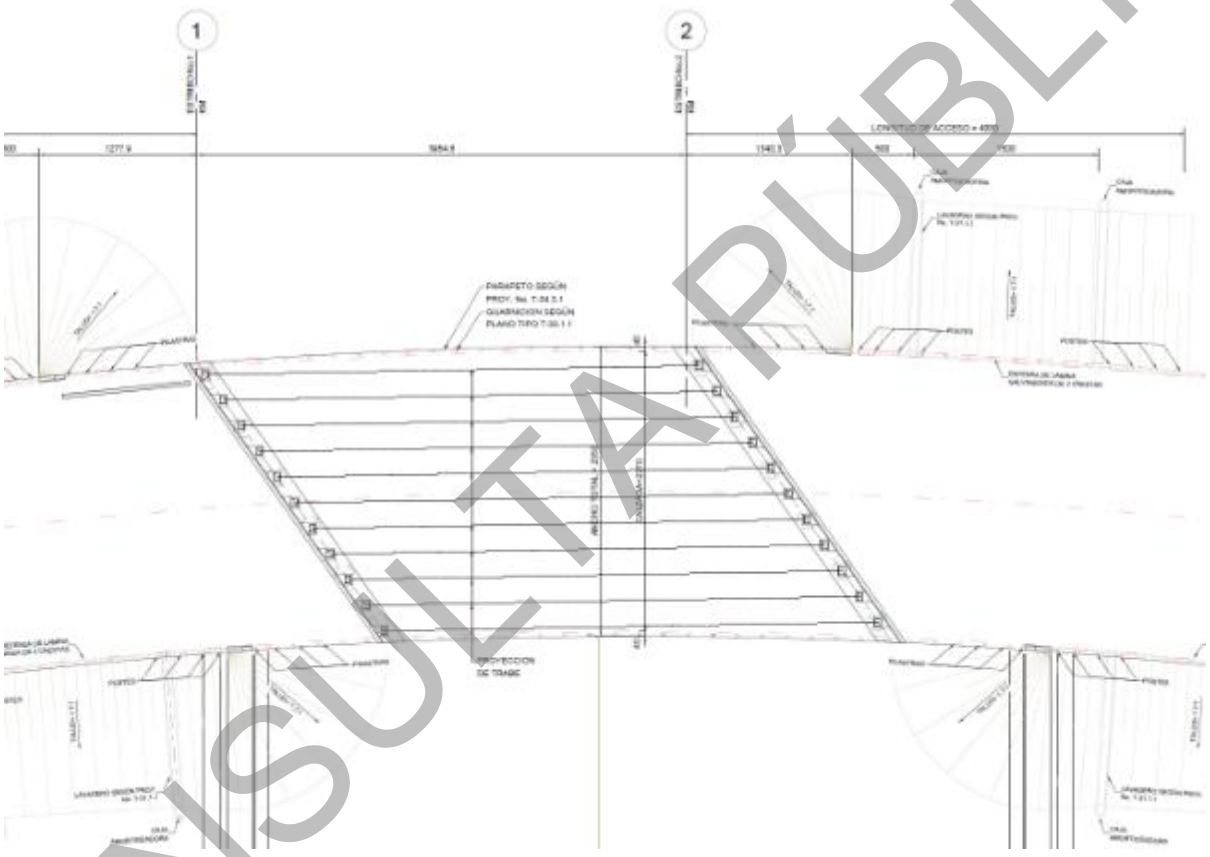


Figura I.50. Planta de PSV 95+380 Entronque San Luis Potosí. Elaboración propia.

- ***Subestructura***

La subestructura de las estructuras asociadas a entronques ha sido proyectada desde su etapa inicial para soportar de manera definitiva la configuración de cuatro carriles de circulación, sin considerar ampliaciones futuras. Este criterio permite garantizar la estabilidad, capacidad resistente y durabilidad de la estructura a lo largo de su vida útil, evitando la necesidad de intervenciones posteriores.

CONSULTA PÚBLICA

La subestructura se integra, de manera general, por estribos conformados por cabezales y columnas, los cuales transmiten las cargas de la superestructura hacia el terreno de desplante. En los extremos se incluyen conos de derrame, que permiten una adecuada transición con los terraplenes de acceso, contribuyendo a la estabilidad del conjunto y al control de procesos erosivos.

Las columnas presentan diámetros y espaciamientos uniformes, con alturas variables en función de las condiciones geométricas del sitio. La cimentación se resuelve mediante zapatas de concreto armado, diseñadas para distribuir adecuadamente las cargas y garantizar el comportamiento estructural de la obra.

Tabla I.12. Detalles constructivos de los PSV en entronques. Elaboración propia.

Elemento	Descripción / Especificación
Tipo de subestructura	Estribos compuestos por cabezal y columnas
Estribos	Integrados por cabezal y columnas
Cabezal de estribos – base	27.52 m
Cabezal de estribos – altura	1.60 m
Conos de derrame	Se considera un cono de derrame en cada estribo
Número de columnas	6 columnas
Diámetro de columnas	1.50 m
Espaciamiento entre columnas	4.8 m entre ejes
Altura promedio de columnas	6.0 m
Tipo de cimentación	Zapata de concreto
Zapata – espesor (peralte)	1.70 m
Zapata – ancho	7.0 m
Zapata – largo	27.52

b) Entronque Bernal (PSV 51+700)

El Entronque Bernal corresponde a un Paso Superior Vehicular (PSV) de un claro de 40 m, proyectado para garantizar la conexión del libramiento con la red vial existente en la zona de Bernal, mediante una estructura de altas especificaciones que permite la incorporación y desincorporación de vehículos de largo itinerario sin interferir con la operación continua del libramiento.

La estructura se ha concebido con un esquema de construcción por etapas, en el que la superestructura evoluciona desde una configuración inicial de seis carriles de circulación hasta una sección final de ocho carriles, manteniendo acotamientos laterales y centrales, así como los elementos de seguridad vial correspondientes. La subestructura, por su parte, se diseña desde el inicio para soportar las solicitaciones asociadas a la configuración de operación del entronque y a la ampliación prevista, evitando la necesidad de demoliciones o modificaciones estructurales posteriores.

CONSULTA PÚBLICA

- ***Superestructura***

En términos generales, la superestructura del Entronque Bernal está conformada por un tablero con trabes prefabricadas tipo AASHTO VI y una losa de concreto reforzado colado en sitio, con un espesor del orden de 25 cm y pendiente transversal del 2 % a dos aguas para favorecer el desalojo pluvial. Entre las trabes principales se disponen prelosas prefabricadas que colaboran estructuralmente con la losa, conformando un sistema integral tipo losa compuesta.

Primera etapa

En la primera etapa, la superestructura está conformada por un tablero compuesto por quince trabes AASHTO Tipo VI, colocadas con separación entre ejes de 2.00 m. El tablero alcanza un ancho total de 30.80 m, que permite la operación inicial con seis carriles de circulación, dos de los cuales se utilizan para maniobras de incorporación, además de acotamientos laterales y central, y guarniciones.

Segunda etapa

En la segunda etapa, la superestructura se amplía mediante la incorporación de dos trabes AASHTO Tipo VI adicionales en los extremos, manteniendo la misma separación entre ejes. La losa de concreto se extiende hasta alcanzar un ancho total de 37.80 m, lo que permite alojar ocho carriles de circulación, conservando los acotamientos laterales y central y las guarniciones de protección. Con ello se completa la sección definitiva del entronque, compatible con la configuración final del Libramiento.

Tabla I.13. Dettales constructivos del Entronque Bernal. Elaboración propia.

Concepto	Primera etapa	Segunda etapa
Tipo de estructura	PSV – 1 claro de 40 m	PSV – 1 claro de 40 m
Tipo de trabe	15 trabes AASHTO Tipo VI	17 trabes AASHTO Tipo VI (15 + 2 adicionales)
Separación entre ejes de trabes	2.00 m	2.00 m
Sistema de piso	Losa de concreto reforzado, plana	Losa de concreto reforzado, plana (extendida)
Espesor de losa	25 cm	25 cm
Pendiente transversal	2 % a dos aguas	2 % a dos aguas
Ancho total de tablero	30.80 m	37.80 m
Número de carriles	6 carriles de 3.50 m (2 de incorporación)	8 carriles de 3.50 m (2 carriles adicionales respecto a etapa 1)
Acotamientos laterales	2 acotamientos de 3.0 m cada uno	2 acotamientos de 3.0 m cada uno
Acotamiento central	3.0 m con guarnición central	3.0 m con guarnición central
Guarniciones laterales	0.40 m de ancho cada una	0.40 m de ancho cada una
Elementos de contención	Parapetos tipo T-34.6.1	Parapetos tipo T-34.6.1
Guarniciones (norma)	Tipo T-33.1.1 (Manual de Proyecto Geométrico SICT)	Tipo T-33.1.1 (Manual de Proyecto Geométrico SICT)

- ***Subestructura***

La subestructura del Entronque Bernal se ha proyectado para garantizar la estabilidad y capacidad resistente de la estructura durante su vida útil, considerando las solicitaciones asociadas al paso de vehículos de carga y a la configuración final de operación. De acuerdo con la memoria de estructuras, la subestructura está integrada por caballetes con cabezal y columnas,

CONSULTA PÚBLICA

apoyados sobre zapatas de concreto armado, y se complementa con un muro mecánicamente estabilizado de altura variable, que contiene los rellenos de acceso y distribuye las cargas asociadas al terraplén. Este esquema permite que la ampliación de la superestructura se realice sin modificaciones sustanciales en los apoyos, evitando demoliciones parciales y reduciendo intervenciones futuras sobre la subestructura.

Tabla I.14. Detalles constructivos de la subestructura del Entronque Bernal. Elaboración propia.

Elemento	Descripción / Especificación
Tipo de subestructura	Caballetes compuestos por cabezal y columnas
Muro de contención	Muro mecánicamente estabilizado de altura variable, para contener rellenos y distribuir cargas
Número de caballetes	Conforme a arreglo estructural del claro de 40 m (apoyos intermedios y extremos)
Cabezal de caballetes – base	1.70 m
Cabezal de caballetes – altura	1.60 m
Número de columnas por caballete	8 columnas
Diámetro de columnas	1.50 m
Espaciamiento entre columnas	4.5 m entre ejes
Altura promedio de columnas	5.0 m
Tipo de cimentación	Zapata de concreto armado
Zapata – espesor (peralte)	1.70 m
Zapata – ancho	7.0 m
Zapata – largo	37.0 m

c) Entronque Aeropuerto 58+700

En el Entronque Aeropuerto se ha identificado un cruce que requiere una estructura tipo Paso Inferior Vehicular (PIV), localizada en el km 61+820 del libramiento, conformada por dos claros de 30 metros. Esta estructura permite mantener la continuidad de la vialidad que cruza por debajo del cuerpo del libramiento, garantizando condiciones adecuadas de operación y seguridad para los vehículos que utilizan el paso inferior, sin afectar la circulación principal sobre la autopista.

La solución estructural se integra por una superestructura a base de trabes prefabricadas y losa de concreto reforzado, y una subestructura compuesta por muros mecánicamente estabilizados en los apoyos extremos y un apoyo central mediante columnas y caballetes, todo ello diseñado para cumplir con el gálibo requerido y con las solicitaciones derivadas del tránsito vehicular.

Tabla I.15. Detalles constructivos del Entronque Aeropuerto. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Tipo de estructura	PIV – 2 claros de 30 m
Tipo de trabe	8 trabes AASHTO Tipo V
Separación entre ejes de trabes	2.00 m
Sistema de piso	Losa de concreto reforzado, plana
Espesor de losa	25 cm
Pendiente transversal	2 % a dos aguas
Ancho total de tablero	16.80 m
Número de carriles	2 carriles
Ancho de carriles	4.50 m cada uno

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Especificación
Acotamientos laterales	2.50 m en cada lado
Acotamiento central	2.0 m
Guarniciones laterales	0.40 m de ancho cada una
Elementos de contención	Parapetos tipo T-34.6.1
Guarniciones (norma)	Tipo T-33.1.1 (Manual de Proyecto Geométrico SICT)

- ***Subestructura***

La subestructura del PIV 61+820 se ha diseñado para proporcionar soporte vertical al tablero y resistir el empuje generado por los terraplenes de acceso, garantizando al mismo tiempo el gálibo requerido para el tránsito bajo el paso inferior. En los apoyos extremos, la estructura se resuelve mediante muros mecánicamente estabilizados, que actúan como elementos de contención del terraplén y como apoyo para la superestructura. Estos muros permiten confinar los rellenos y controlar los esfuerzos inducidos por la plataforma del libramiento.

En el apoyo central, la subestructura está conformada por 4 columnas de 1.50 m de diámetro, de altura variable, sobre las cuales se dispone un cabezal de concreto armado con una altura aproximada de 1.60 m y una base de 1.70 m. Este conjunto transmite las cargas del tablero hacia la cimentación.

La cimentación se resuelve mediante una zapata corrida de concreto armado, de aproximadamente 7.00 m de ancho, 9.80 m de largo (en correspondencia con el ancho del tablero) y 1.70 m de espesor, dimensionada para distribuir adecuadamente las cargas al terreno y garantizar la estabilidad de la estructura. El gálibo libre considerado es del orden de 5.50 m, adecuado para el paso seguro de vehículos bajo el claro del puente, mientras que la altura promedio a rasante es de aproximadamente 8.60 m.

Tabla I.16. Detalles constructivos de la subestructura del entronque aeropuerto. Elaboración propia.

Elemento	Descripción / Especificación
Tipo de subestructura (apoyos extremos)	Muros mecánicamente estabilizados
Función de muros extremos	Soporte vertical y contención del terraplén
Caballetes en extremos	Se disponen caballetes para alojar los apoyos de la superestructura
Tipo de apoyo central	4 columnas con cabezal
Número de columnas (apoyo central)	4 columnas
Diámetro de columnas	1.50 m
Altura de columnas	Altura variable (promedio acorde a rasante ≈ 8.60 m)
Cabezal – base	1.70 m
Cabezal – altura	1.60 m
Tipo de cimentación	Zapata corrida de concreto armado
Zapata – ancho	7.00 m
Zapata – largo	9.80 m
Zapata – espesor (peralte)	1.70 m
Gálibo libre bajo estructura	5.50 m
Altura promedio a rasante	8.60

d) Entronque Palmillas

CONSULTA PÚBLICA

En el Entronque Palmillas se proyecta un sistema de varios pasos inferiores vehiculares (PIV) debido a la complejidad geométrica de las carreteras a conectar, y a la necesidad de garantizar una incorporación y desincorporación segura y eficiente entre el libramiento y las carreteras con las que se conecta. Cada PIV forma parte de un conjunto de estructuras que permiten resolver a desnivel los distintos movimientos de cruce y las curvas que se generan en el entronque, evitando intersecciones en un mismo nivel, reduciendo así los posibles puntos de conflicto y el riesgo de accidentes.

d.1) PIV km 50+660 – Paso Inferior Vehicular de una vía

- ***Superestructura***

Tablero con cinco trabes AASHTO Tipo V, separación 2.00 m, tres claros de 32.5 m. Losa de concreto reforzada de 25 cm. Prelosas prefabricadas colaborantes (losa compuesta). Ancho total 9.30 m. Parapetos T-34.6.1 y guarniciones T-33.1.1 (SICT).

Tabla I.17. Detalles constructivos del Entronque Palmillas. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Trabes	5 AASHTO Tipo V
Separación	2.00 m
Claros	3 × 32.5 m
Losa	25 cm
Ancho tablero	9.30 m
Calzada	8.50 m
Carriles	1 carril (4.5 m)
Acotamientos	1.5 m (int.), 2.5 m (ext.)
Guarniciones	0.40 m c/u
Parapetos	T-34.6.1
Guarniciones norma	T-33.1.1

- ***Subestructura***

Apoyos externos: caballetes con cabezal (base 1.60 m; altura 1.60 m), muro pantalla 40 cm, 3 pilas-columna Ø1.50 m, espaciamiento 3.6 m, altura promedio 7 m. Apoyos intermedios: marcos de concreto, cabezales (base 2.0 m; peralte 1.80 m), zapata (2.50 m de peralte; 2.85 × 6.40 m), 2 pilas Ø1.50 m separadas 4.5 m.

d.2) PIV km 51+000 – Paso Inferior Vehicular de una vía

- ***Superestructura***

Cinco trabes AASHTO Tipo V, separación 2.00 m, cinco claros de 32.5 m. Losa 25 cm, prelosas colaborantes. Ancho total 9.30 m. Parapetos y guarniciones SICT.

Tabla I.18. Detalles constructivos de la superestructura del Entronque Palmillas. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Trabes	5 AASHTO Tipo V
Separación	2.00 m

CONSULTA PÚBLICA

Concepto	Especificación
Claros	5 × 32.5 m
Losa	25 cm
Ancho tablero	9.30 m
Calzada	8.50 m
Carriles	1 carril (4.5 m)
Acotamientos	1.5 m (int.), 2.5 m (ext.)
Guarniciones	0.40 m c/u
Parapetos / Guarniciones	T-34.6.1 / T-33.1.1

- ***Subestructura***

Apoyos externos e intermedios: caballetes con cabezal (1.60 × 1.60 m), muro pantalla 40 cm, 3 pilas Ø1.50 m, espaciamiento 3.6 m, altura 7 m. Apoyos intermedios: marcos de concreto; cabezales (2.0 m base; 1.80 m peralte); zapata (2.50 m de peralte; 2.85 × 6.40 m); 2 pilas Ø1.50 m separadas 4.5 m.

d.3) PIV km 20+600 – Paso Inferior Vehicular de dos vías

- ***Superestructura***

Seis trabes AASHTO Tipo V, separación 2.00 m, seis claros de 32.5 m. Losa 25 cm con prelosas colaborantes. Ancho total 12.3 m. Parapetos y guarniciones SICT.

Tabla I.19. Detalles constructivos del PIV 20+600 del Entronque Palmillas. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Trabes	6 AASHTO Tipo V
Separación	2.00 m
Claros	6 × 32.5 m
Losa	25 cm
Ancho tablero	12.3 m
Calzada	11.5 m
Carriles	2 carriles (4.5 m c/u)
Acotamientos	1.5 m (int.), 3.0 m (ext.)
Guarniciones	0.40 m c/u
Parapetos / Guarniciones	T-34.6.1 / T-33.1.1

e) Entronque San Juan del Río

En el Entronque correspondiente a San Juan del Río, la configuración estructural responde a la necesidad de resolver la interacción entre el Libramiento, la red carretera ya existente y un cruce ferroviario que atraviesa el área del proyecto. La presencia de un Paso Inferior de Ferrocarril tipo marimba (PIFCCE), junto con dos Pasos Inferiores Vehiculares, obedece a criterios que mejoran la funcionalidad, seguridad vial y una continuidad operativa tanto del tránsito vehicular y el libre paso ferroviario.

El PIFCCE se plantea para permitir el cruce del ferrocarril sin interferir con el tránsito vehicular del entronque. Dirigiendo el tránsito del Libramiento a desnivel a través de la vía férrea,

CONSULTA PÚBLICA

eliminando cruces a nivel que representarían un alto riesgo operativo y limitaciones en la capacidad del flujo vehicular.

e.1) PIFCCE km 40+230 – Paso Inferior de Ferrocarril (tipo marimba)

- ***Superestructura***

Tipo marimba por derecho de vía 40 m. Vano total 42 m (centro a centro), claro 39 m, longitud total 76 m, 38 trabes AASHTO VI.

Tabla I.20. Detalles constructivos de la superestructura del Entronque San Juan del Río. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Tipo	Marimba
Vano total	42 m
Claro	39 m
Longitud marimba	76 m
Trabes	38 AASHTO VI

e.2) PIV km 10+450 – Paso Inferior Vehicular

- ***Superestructura***

Nueve trabes AASHTO Tipo VI, separación 2.00 m. Losa 25 cm con prelosas. Ancho total 18.5 m. Parapetos/guarniciones SICT.

Tabla I.21. Detalles constructivos del PIV 1’+450 del entronque San juan del Río. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Trabes	9 AASHTO Tipo VI
Separación	2.00 m
Losa	25 cm
Ancho tablero	18.5 m
Calzada	18.5 m
Carriles	2 × 3.5 m + 1 de incorporación 4.5 m
Acotamientos	2.5 m c/u
Acotamiento central	2.0 m
Guarniciones	0.40 m c/u

- ***Subestructura***

Muros estribos; gálibo 5.50 m; altura a rasante 8.60 m. Cuerpo de estribo 1.20 m; cabezal 1.30 × 0.80 m; muro pantalla 40 cm. Zapata corrida 9.30 × 18.50 m, espesor 1.20 m.

e.3) PIV km 11+215 – Paso Inferior Vehicular

- ***Superestructura***

Cuatro trabes AASHTO Tipo V, separación 2.00 m. Losa 25 cm con prelosas. Ancho total 8.8 m.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.22. Detalles constructivos del PIV 11+215 del entronque San Juan del Río. Elaboración propia.

Concepto	Especificación
Trabes	4 AASHTO Tipo V
Separación	2.00 m
Losa	25 cm
Ancho tablero	8.8 m
Calzada	8.0 m
Carriles	1 carril (4.5 m)
Acotamientos	2.5 m (ext.), 1.0 m (int.)
Guarniciones	0.40 m c/u

- ***Subestructura***

Muros estribos en extremos y caballete intermedio. Gálibo 5.50 m; altura a rasante 8.60 m. Cuerpo estribo 1.20 m; cabezal 1.30 × 0.80 m; muro pantalla 40 cm. Zapata corrida 7.20 × 8.80 m, espesor 1.20 m. Apoyo intermedio: 4 columnas Ø1.20 m, zapata superficial 1.70 m de espesor (7.20 × 8.80 m), altura 5.5 m, separación 3.00 m; cabezal 8.80 m de ancho, peralte 1.5 m, base 2.0 m.

Los entronques se diseñan conforme a los criterios geométricos y operativos establecidos por la SICT, considerando las condiciones topográficas, la alineación del trazo y las características del tránsito esperado. Su configuración específica (ramales, carriles de aceleración y desaceleración, y elementos de señalización) será definida en los proyectos ejecutivos correspondientes, de acuerdo con las necesidades funcionales del proyecto. La construcción de los entronques se realizará mediante procedimientos constructivos convencionales, integrándose de manera compatible al cuerpo de la autopista y al derecho de vía autorizado, sin interferir con el funcionamiento general del proyecto.

Tabla I.23. Ubicación de los entronques. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

Entronque	No.	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Palmillas	1	259,025.5083	25.9026
San Juan del Rio	3	398,983.0525	39.8983
Aeropuerto	2	128,715.3622	12.8715
Bernal	4	203,808.3670	20.3808
San Luis Potosí	5	230,133.8957	23.0134

Las coordenadas de estos componentes se ubican dentro del *ANX.2. Vectores > c) Área del Proyecto (AP)*>Componentes> Entronques (proyectar en UTM14N; WGS84).

Adicionalmente, al término del Ramal Aeropuerto se contempla una conexión a nivel denominada “Entronque Navajas”, la cual permitirá incorporar los flujos vehiculares provenientes del Libramiento Metropolitano de Querétaro hacia la carretera Querétaro–Tequisquiapan y proporciona acceso regional al Aeropuerto Internacional de Querétaro, así como al poblado de San José Navajas. Debido a las características constructivas y funcionales de este entronque, la conexión vial se desarrollará a nivel de terreno natural, por lo que no requiere estructuras mayores de intersección ni obras especiales adicionales, integrándose operativamente al sistema vial existente. Por lo anterior descrito, sus obras se limitan a adecuaciones geométricas a nivel dentro de la infraestructura carretera existente, razón por la cual no se considera como una obra de intersección mayor independiente dentro del listado de estructuras del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.7.7. Ramal Aeropuerto

Se contempla la construcción de un ramal de conexión asociado al Entronque Aeropuerto, cuya finalidad es conectar el Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) y la red carretera regional vinculada al Aeropuerto Internacional de Querétaro. Este ramal permitirá conectar y dirigir los vehículos que se incorporen y desincorporen desde la vía troncal del proyecto hacia la carretera la carretera Querétaro-Tequisquiapan, el poblado de San José Navajas y el Aeropuerto Internacional de Querétaro, favoreciendo la conectividad regional y el acceso a infraestructura estratégica de transporte y servicios.

El Ramal Aeropuerto inicia en el Entronque Aeropuerto y tiene una longitud de 2.3 km. Su diseño considera una sección tipo A2, conforme a los criterios y especificaciones técnicas aplicables para este tipo de vialidades establecidos por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). La sección transversal contempla dos carriles de circulación, uno por sentido, así como acotamientos laterales y obras complementarias necesarias para garantizar condiciones adecuadas de operación y seguridad vial.

Asimismo, el ramal considera las adecuaciones geométricas necesarias para su integración con la infraestructura vial existente, incluyendo movimientos de tierra, conformación de terraplenes, señalamiento horizontal y vertical, así como dispositivos de seguridad vial requeridos para su correcta operación.

En su extremo final, el Ramal Aeropuerto concluye en el “Entronque Navajas”, el cual es un entronque a nivel que enlaza con la carretera Querétaro-Tequisquiapan, el poblado de San José Navajas y el Aeropuerto Internacional de Querétaro. Debido a sus características funcionales y geométricas, esta conexión no contempla estructuras mayores de intersección, integrándose directamente a la infraestructura carretera existente mediante adecuaciones operativas y de incorporación vial.

I.5.7.8. Obras temporales

Para el desarrollo de las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, será necesaria la habilitación de obras temporales de apoyo, consistentes en patios de maniobra, los cuales se utilizarán para el movimiento, resguardo y operación de maquinaria y equipo durante la ejecución de la obra. Los patios de maniobra tendrán carácter estrictamente temporal y se utilizarán únicamente durante la etapa de construcción del proyecto. Su habilitación responderá a las necesidades operativas de la obra, tales como la organización de los frentes de trabajo, el traslado interno de maquinaria y la logística constructiva, sin formar parte de la infraestructura permanente del proyecto.

I.5.7.9. Pasos de fauna

Con la finalidad de preservar la conectividad ecológica y disminuir el efecto de barrera que generan las obras lineales, el proyecto incorpora una red de pasos de fauna estratégicamente distribuidos a lo largo del trazo carretero. Estos pasos se definieron con base en el “Análisis de Conectividad Biológica” realizado para la zona de estudio, el cual se presenta de manera anexa en esta MIA. En este estudio se identificaron corredores de desplazamiento asociados

CONSULTA PÚBLICA

principalmente a escurrimientos naturales, vegetación riparia, cañadas y zonas de tránsito tradicional para mamíferos, reptiles y anfibios.

El análisis permitió determinar la necesidad de 34 pasos de fauna, de los cuales 29 corresponden a adecuaciones de Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre. Esta estrategia evita incrementos en superficie de ocupación y no implica modificaciones a la infraestructura proyectada, salvo en un paso de fauna que se describe más adelante.

Del total de estructuras que cumplen una función mixta se identifican:

- 5 Puentes Hidráulicos que funcionan también como pasos de fauna.
- 29 Obras de Drenaje Transversal (ODT) que pueden operar como pasos de fauna.
    - 13 Cajón Concreto.
    - 5 Tubos de Concreto.
    - 2 Tubos de Metal Corrugado.

Estas estructuras se ubican precisamente en los puntos donde el análisis de movilidad de fauna determinó la existencia de corredores biológicos o zonas de flujo utilizadas por diversas especies para desplazarse. La razón por la que los puentes y las ODT pueden servir como pasos para fauna se explica directamente por los patrones de movimiento observados en los estudios de conectividad, donde se menciona que la fauna silvestre suele desplazarse siguiendo los cauces, bordes de arroyos, depresiones naturales y zonas húmedas, ya que en estos sitios encuentran protección, alimento y rutas de tránsito menos expuestas. Las obras de drenaje proyectadas coinciden precisamente con estos puntos del terreno donde confluyen escurrimientos superficiales y corredores vegetales, lo que las convierte en espacios muy propicios para el cruce de fauna, especialmente durante los periodos sin avenidas importantes. De igual manera la geometría interior, iluminación natural en los extremos y la presencia de suelo natural o vegetación baja en los accesos de ODTs y puentes, favorecen el uso por parte de mamíferos medianos y pequeños, así como por herpetofauna asociada a ambientes más húmedos.

Tabla I.24. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

ID	Tipo de obra	Cadenamiento	Características	Este X	Norte Y	Fauna transeúnte
1	ODT-1	1+630	Cajón concreto	407667.663	2243015.13	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
2	ODT-4	3+500	Cajón concreto	407546.104	2244881.17	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
3	ODT-17	17+130	Cajón concreto	405890.574	2257253.04	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
4	ODT-18	17+360	Cajón concreto	405764.223	2257445.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
5	ODT-25	28+206.75	Tubo concreto	397557.746	2264234.56	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
6	ODT-27	29+517.61	Tubo metal corrugado	396367.492	2264738.69	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
7	ODT-49	40+567.74	Cajón concreto	390556.301	2273585.34	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
8	ODT-51	43+580	Cajón concreto	388455.19	2275668.68	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
9	ODT-62	46+983.83	Tubo concreto	386897.339	2278500.57	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
10	ODT-75	57+697.480	Tubo concreto	378559.497	2283840.05	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles

CONSULTA PÚBLICA

ID	Tipo de obra	Cadenamiento	Características	Este X	Norte Y	Fauna transeúnte
11	ODT-79	58+303.700	Tubo concreto	377963.463	2283948.95	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
12	ODT-88	63+931.000	Tubo concreto	373095.333	2286194.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
13	ODT-92	65+139.430	Tubo concreto	372192.995	2286997.22	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
14	ODT-95	66+069.080	Tubo concreto	371587.788	2287702.29	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
15	ODT-97	67+055.560	Tubo concreto	370907.554	2288416.73	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
16	ODT-100	68+230.180	Tubo concreto	370054.464	2289223.55	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
17	ODT-104	69+849.250	Tubo concreto	368933.408	2290391.72	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
18	ODT-107	70+537.150	Cajón concreto	368383.662	2290801.45	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
19	ODT-121	77+292.19	Tubo concreto	364706.236	2296272.33	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
20	ODT-130	80+640.27	Tubo concreto	361980.527	2298165.8	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
21	ODT-135	82+259.98	Cajón concreto	360466.412	2298741.06	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
22	ODT-137	83+942.85	Tubo concreto	358859.49	2299200.67	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
23	ODT-140	85+409.95	Tubo metal corrugado	357499.506	2299576.39	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
24	ODT-141	85+909.64	Cajón concreto	357158.902	2299942.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
25	ODT-146	89+587.6	Cajón concreto	354292.975	2302136.47	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
26	ODT-148	90+205.79	Tubo concreto	354191.937	2302738.28	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
27	ODT-156	92+625.33	Cajón concreto	353242.203	2304767.61	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
28	ODT-157	92+836.73	Cajón concreto	353068.689	2304888.37	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
29	ODT-160	94+587.56	Cajón concreto	351736.388	2306001.56	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
30	Puente-1	6+560 – 6+840	P. hidráulico	2247900.54	406688.79	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
31	Puente-2	11+800-11+960	P. hidráulico	2252479.24	405787.569	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
32	Puente-3	12+134 – 12+294	P. hidráulico	2252715.46	406022.295	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
33	Puente-4	25+803 – 25+883	P. hidráulico	2263232.99	399628.209	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
34	Puente-5	79+189 – 79 + 249	P. hidráulico	2297494.09	363215.555	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles

CONSULTA PÚBLICA

I.5.8. 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 I.25. 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																																					
Tránsito vehicular																																					
Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)																																					

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	
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																																					

CONSULTA PÚBLICA

I.5.9. Etapas del proyecto

Cada una de estas etapas contempla actividades específicas asociadas a la ejecución de una infraestructura carretera tipo A4, destinadas a la conformación del trazo, la construcción de terracerías, obras de drenaje, estructuras de cruce y entronques, así como a la operación y conservación del libramiento, sin considerar ampliaciones posteriores ni modificaciones al trazo autorizado.

Las actividades se desarrollarán exclusivamente dentro del derecho de vía del proyecto, sin incluir obras asociadas como bancos de materiales o sitios de tiro, los cuales, en su caso, serán responsabilidad del contratista y deberán contar con las autorizaciones correspondientes emitidas por las autoridades competentes.

I.5.9.1. Etapa de preparación del sitio

La etapa de preparación del sitio tiene como objetivo habilitar el área del proyecto para el inicio de las actividades constructivas, mediante la ejecución de trabajos preliminares y acciones preventivas que permitan el desarrollo ordenado y seguro de la obra.

Esta etapa inicia con la revisión, validación y aprobación del proyecto ejecutivo, el cual se sustenta en los estudios técnicos previos, tales como levantamientos topográficos, estudios de mecánica de suelos, definición del alineamiento horizontal y vertical, así como los proyectos de terracerías, estructuras y drenaje.

De manera previa al inicio de cualquier actividad constructiva, se gestionarán los permisos y autorizaciones aplicables conforme a la legislación federal, estatal y municipal vigente, incluyendo aquellas en materia ambiental, forestal, hidráulica y de uso de suelo, según corresponda.

Durante esta etapa se realizará la movilización inicial de personal, maquinaria, equipo y materiales, así como la habilitación de obras provisionales de apoyo, tales como oficinas de campo, almacenes, patios de maquinaria, talleres, comedores y servicios sanitarios temporales. Estas instalaciones tendrán carácter provisional, se ubicarán preferentemente dentro del derecho de vía y su localización y superficie dependerán del programa de obra y de la empresa constructora responsable.

Asimismo, se ejecutarán las acciones preventivas en materia ambiental, particularmente las medidas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, los cuales deberán implementarse antes de cualquier remoción de vegetación o movimiento de suelos, conforme a lo establecido en los capítulos correspondientes de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

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

Como parte de la etapa de preparación del sitio, se llevará a cabo la alineación del trazo del libramiento, la cual consiste en el replanteo en campo del alineamiento horizontal y vertical definido en el proyecto ejecutivo. Para ello, se utilizarán brigadas topográficas que establecerán los puntos de control necesarios, así como también los ejes, estaciones, cotas y referencias

CONSULTA PÚBLICA

necesarias para materializar el trazo del libramiento conforme a los parámetros geométricos autorizados.

La alineación del trazo permite delimitar con precisión el eje del proyecto, los límites del DDV, las áreas de terracerías, ODTs, estructuras, entronques y accesos, así como las zonas donde se desarrollarán las actividades constructivas subsecuentes. Esta actividad es fundamental para asegurar que la ejecución de las obras se realice dentro del polígono autorizado, evitando afectaciones fuera del área del proyecto.

a) Instalación de obras provisionales

Las obras provisionales podrán incluir, de manera enunciativa más no limitativa, oficinas de campo, almacenes de materiales, patios de maquinaria, talleres temporales, comedores, servicios sanitarios, accesos provisionales y señalización temporal de obra. La localización, superficie y duración de estas instalaciones dependerán del programa de obra y de la logística definida por la empresa constructora.

La operación de las obras provisionales se realizará conforme a la normatividad ambiental vigente, implementando medidas para el manejo adecuado de residuos, el control de emisiones a la atmósfera, la prevención de derrames y la protección del suelo y cuerpos de agua. Al término de su uso, las áreas ocupadas por obras provisionales serán desmanteladas y restituidas a las condiciones establecidas en el proyecto o conforme a lo que determinen las autoridades competentes:

Almacén o bodega.

- Almacén de materiales:
- Almacén de equipo y herramientas:
- Almacén de residuos
- Oficinas de campo:
- Instalaciones eléctricas:
- Comedor:
- Taller.
- Patio de maquinaria.

Sanitarios provisionales. Se deben instalar para el personal administrativo y para el personal de la obra.

- **Instalaciones Sanitarias:**

La presente MIA-R corresponde a la evaluación de los impactos ambientales producidos por la construcción de una vía general de comunicación. NO se incluyen las obras asociadas correspondientes a bancos de materiales y de tiro, ya que la elección de estos es responsabilidad de la empresa contratista, así como el gestionar los permisos y autorizaciones necesarias ante la dependencia correspondiente, de acuerdo con el tipo de banco y condiciones ambientales que presente, considerando lo establecido en los artículos 6 y 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

CONSULTA PÚBLICA

b) Requerimiento de la etapa de preparación del sitio

Agua Cruda. La construcción de la carretera requerirá de agua cruda, la cual se abastecerá por medio de pipas; su abastecimiento y extracción deberá contar con los respectivos permisos de la Comisión Nacional del Agua.

Combustible. El combustible será básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de preparación del sitio y construcción se abastecerá de combustible en recipiente de metal o plástico con cierre hermético para evitar pérdidas por evaporación; y para que sean seguros durante su traslado, evitando cualquier tipo de derrame. Siempre que sea posible el abastecimiento deberá realizarse en los centros de servicios (gasolineras) más cercanas al proyecto.

c) Ejecución de las acciones para prevenir y mitigar los impactos ambientales

Antes de llevar a cabo cualquier actividad que implique remoción de vegetación o movimiento de suelo, se ejecutarán las acciones preventivas y de mitigación ambiental consideradas en la presente MIA. Estas acciones tienen como objetivo minimizar los impactos negativos sobre los componentes ambientales y sociales asociados al proyecto.

Entre estas acciones se incluye la implementación de medidas de rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, la delimitación y señalización de áreas sensibles, la instalación de medidas temporales para el control de erosión y escurrimientos, así como la capacitación del personal de obra en materia de protección ambiental. La ejecución de estas acciones será supervisada por personal especializado, con el propósito de asegurar su correcta aplicación, así como de verificar que las actividades subsecuentes se desarrollen conforme a lo autorizado.

d) Desmonte

En virtud de que una parte de la trayectoria del Proyecto se desarrolla por zonas de vegetación arbórea será necesario realizar previamente un desmonte en esas zonas. De acuerdo con la norma N·CTR·CAR·1·01·001/00 “El desmonte es la remoción de la vegetación existente en el derecho de vía, en las zonas de bancos, de canales y en las áreas que se destinen a instalaciones o edificaciones, entre otras, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. Cuando así lo indique el Proyecto o lo ordene la Secretaría, el desmonte se complementa con el trasplante de especies vegetales, a que se refiere la Norma N·CTR·CAR·1·09·003, Trasplante de Especies Vegetales y que consiste en el traslado de un sitio a otro del individuo vegetal vivo.”

Los productos del desmonte serán transportados hacia el banco de tiro indicado en el proyecto ejecutivo, empleando unidades que garanticen la contención del material mediante cajas cerradas o cubiertas con lonas. Esta medida busca prevenir derrames y afectaciones al área circundante. Aquellos materiales depositados en almacenes temporales que no sean reutilizables deberán movilizarse prontamente hacia su destino final. Toda actividad de manejo de residuos se sujetará a la normativa ambiental aplicable, mientras que el cálculo volumétrico de estos materiales se presentará en secciones posteriores.

CONSULTA PÚBLICA

e) Despalme

Conforme a la norma N·CTR·CAR·1·01·002/00, el despalme consistirá en la remoción del material superficial para evitar que la materia orgánica o depósitos no utilizables afecten la calidad de las terracerías. los residuos resultantes se transportarán a los bancos de tiro autorizados en vehículos con caja cerrada y lona para prevenir derrames o contaminación. antes de iniciar, y tras concluir el desmonte, se delimitará el área de trabajo según el proyecto, respetando el espesor definido por la estratigrafía del sitio. salvo que se indique lo contrario, el material aprovechable se utilizará para recubrir taludes y pisos de excavación, o se distribuirá de forma que favorezca la regeneración de la vegetación sin afectar el drenaje ni los cuerpos de agua.

El material natural producto del despalme será aprovechado para el revestimiento de taludes, pisos y excavaciones, asegurando la estabilidad y recuperación de los bancos al concluir su aprovechamiento. la disposición de este insumo se ejecutará bajo criterios de uniformidad, evitando obstrucciones en el sistema de drenaje o la invasión de zonas hidrológicas, facilitando así la reconformación del estrato vegetal. todas estas acciones se realizarán en estricto apego a lo indicado en el proyecto ejecutivo o lo aprobado por la autoridad competente; los cálculos volumétricos correspondientes se presentan en apartados posteriores.

I.5.9.2. Etapa de construcción

La etapa de construcción inicia con la nivelación longitudinal del Proyecto de acuerdo con la rasante, para ello se realizan una serie de movimientos de tierra por medios mecánicos de acuerdo con la curva-masa proyectada y mediante cortes y rellenos que conformarán los terraplenes para lograr la nivelación indicada en el perfil del Proyecto, a continuación, se describen las actividades que constituyen esta etapa.

a) Excavaciones, cortes y nivelaciones

Las obras de estabilización de taludes, mejoramiento del terreno y control de erosión se desarrollarán conforme a las Normas N-CTR-CAR-1-01-004 “Terraplenes” y N-CTR-CAR-1-01-005 “Cortes”, así como a las disposiciones aplicables en materia de geotecnia contenidas en las Normas de Construcción de Carreteras de la SICT.

El uso de materiales geosintéticos, sistemas de drenaje y soluciones de contención se apegará a las Normas N-CMT-CAR-1-07-001 a N-CMT-CAR-1-07-004, relativas a geotextiles y geocompuestos, con el objetivo de prevenir inestabilidad del terreno, deslizamientos y procesos erosivos durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

Las actividades de construcción del proyecto inician con la ejecución de cortes y formación de terraplenes para lograr una compensación que permita la nivelación más conveniente de la rasante en términos de eficiencia en el diseño, para ello, se apegará la construcción a la norma N·CTR·CAR·1·01·003/11 que menciona que: “Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, en ampliación de taludes, en rebajes en la corona de cortes o terraplenes existentes y en derrumbes, con objeto de preparar y formar la sección de la obra, de acuerdo con lo indicado en el proyecto”. Los cortes son realizados por medios mecánicos y controlados mediante equipos de topografía previo estudio de la geología del sitio, por ello, resulta

CONSULTA PÚBLICA

necesario contar con un taller de mantenimiento y reparación situado en el patio de maquinaria para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos mencionados y lograr disminuir las afectaciones al entorno como los accidentales de aceite de motor.

b) Procedimiento constructivo de cruces a desnivel

Como parte de la etapa de construcción se llevará a cabo la ejecución de las estructuras de cruce previamente descritas, que incluyen puentes, pasos inferiores vehiculares (PIV), pasos superiores vehiculares (PSV), pasos superiores para maquinaria agrícola (PSMA) y cruces ferroviarios.

Estas estructuras se construirán conforme a las Normas N-CTR-CAR-1-02-001 Estructuras de Concreto y N-CTR-CAR-1-02-002 Estructuras de Concreto Presforzado, así como a las Normas de Materiales N-CMT-CAR-1-02-001 a N-CMT-CAR-1-02-005, relativas al concreto hidráulico, acero de refuerzo y acero de presfuerzo.

La construcción de las estructuras permitirá restituir la conectividad vial, ferroviaria y productiva existente, eliminando cruces a nivel y garantizando condiciones adecuadas de seguridad y operación del Libramiento.

- ***Cimentación***

La construcción de las estructuras de cruce inicia con la ejecución de las cimentaciones y subestructuras, que pueden incluir, según el tipo de estructura y las condiciones del terreno, zapatas corridas o aisladas de concreto reforzado, pilas de cimentación, estribos, pilas–columna, caballetes, muros de contención y muros mecánicamente estabilizados, de acuerdo con lo establecido en el proyecto ejecutivo.

Para la cimentación se realizarán excavaciones controladas hasta la cota de desplante definida en los estudios geotécnicos, cuidando la estabilidad de los taludes y el manejo adecuado del material extraído. En los casos en que la estructura se apoye en zapatas superficiales (como estribos de PIV y PSV, caballetes y muros de contención), se procederá a la colocación de plantilla de concreto, armado de acero de refuerzo, colocación de formaletas, colado del concreto, vibrado y curado, conforme a las especificaciones técnicas y a las normas aplicables.

En las estructuras donde el proyecto contempla pilas de cimentación (particularmente en viaductos y estructuras con claros mayores y apoyos de mayor altura), se ejecutarán las perforaciones o procedimientos constructivos definidos en el proyecto ejecutivo para la formación de las pilas, colocando el acero de refuerzo y colando el concreto conforme a las Normas de Estructuras y Materiales de la SICT. Estas pilas se integran posteriormente a los cabezales de cimentación, que distribuyen las cargas hacia los elementos de apoyo.

Sobre las cimentaciones se construirán los estribos, pilas, columnas y caballetes, así como los muros mecánicamente estabilizados considerados en entronques y pasos inferiores, siguiendo la secuencia de armado, colocación de formaletas, colado y curado de concreto establecida en el proyecto. Estos elementos conforman la subestructura encargada de transmitir las cargas de la superestructura hacia el terreno de manera segura y estable.

CONSULTA PÚBLICA

Zapatas aisladas. Las zapatas aisladas son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales puntuales como son los pilares; de modo que esta zapata amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite. Se usan cuando la tensión admisible del terreno es media alta y los asentamientos son bajos, es decir, cuando el terreno de cimentación es competente y firme. Para evitar desplazamientos laterales, las zapatas aisladas se unen comúnmente con contratrabes o losas arriostrantes. Una vez desplantadas las zapatas se construyen los elementos que transmiten las cargas hacia la cimentación del puente, estos elementos son columnas de apoyo que pueden ser de sección circular o rectangular.

Columnas de apoyo o pilas. Las columnas transmiten las cargas y esfuerzos de trabajo de los elementos superiores del puente o superestructura, se proyectan para resistir no solo las cargas muertas y vivas del propio puente sino también para las presiones del viento que actúan sobre la pila y la superestructura, los empujes hidráulicos del agua, las fuerzas debidas a la corriente, cuerpos flotantes sobre el agua y en algunos casos al hielo. Su construcción se realiza directamente en el sitio una vez que se desplantan sobre la cimentación. Comúnmente se trata de elementos de concreto armado que requieren un cimbrado, colado, descimbrado y en algunas ocasiones un recubrimiento de piedra o zampeado en las partes que se encuentran en contacto directo con el agua como medida de protección o defensa.

Superestructura y habilitación de cruces

Una vez concluida la subestructura y verificado el cumplimiento de las resistencias de diseño, se procederá a la construcción o montaje de la superestructura, que incluye la colocación de trabes tipo AASHTO, prelosas prefabricadas, losas de concreto reforzado, parapetos, guarniciones y elementos de protección lateral, conforme a las tipologías definidas para cada estructura.

La ejecución coordinada de cimentaciones, subestructura y superestructura permitirá restituir la conectividad vial, ferroviaria y productiva existente, eliminando cruces a nivel y garantizando la seguridad y funcionalidad de los pasos superiores e inferiores a lo largo del Libramiento México–Querétaro.

c) Conformación de terracerías

Las obras de terracerías comprenden las actividades de excavación en cortes, conformación de terraplenes, rellenos y formación de la subrasante necesarias para alcanzar la rasante definitiva del proyecto. Estas actividades se ejecutarán conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-001 Terracerías, así como en las Normas de Materiales N-CMT-CAR-1-01-001 a N-CMT-CAR-1-01-010, emitidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT).

El material producto de las excavaciones será aprovechado, en la medida de lo técnicamente viable, en la conformación de terraplenes y rellenos del propio proyecto. En todo momento se aplicarán medidas de control de erosión, estabilidad de taludes y control de emisiones de polvo, en congruencia con lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

d) Colocación de carpeta asfáltica (pavimento)

Una vez concluidas las obras de terracerías, la conformación de la subrasante y la construcción de las capas estructurales correspondientes se procederá a la colocación de la carpeta asfáltica que conforma el pavimento del Libramiento México–Querétaro, de acuerdo con la sección estructural definida en el proyecto ejecutivo.

La construcción del pavimento incluye la colocación de subbase, base hidráulica y carpeta asfáltica, las cuales se ejecutarán conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-04-001 “Pavimentos”, así como en las Normas de Materiales N-CMT-CAR-1-04-001 a N-CMT-CAR-1-04-006, emitidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). Estas normas regulan las características físicas y mecánicas de los materiales, los procedimientos de colocación, compactación y control de calidad de cada una de las capas del pavimento.

Previo a la colocación de la carpeta asfáltica, se verificará que la base presente las condiciones de nivelación, compactación y limpieza requeridas. Posteriormente, la mezcla asfáltica será colocada mediante equipos pavimentadores, extendida de forma uniforme y compactada con rodillos adecuados hasta alcanzar los espesores, densidades y características especificadas en el proyecto ejecutivo.

- **Riego de Impregnación:** Consiste en la aplicación de un material asfáltico, sobre la capa de material pétreo de base del pavimento, con objeto de impermeabilizarla y favorecer la adherencia entre ella y la base asfáltica. El material asfáltico que se utiliza normalmente es una emulsión, ya sea de rompimiento lento o especial para impregnación.

  Inmediatamente después de haber realizado la operación anteriormente descrita, estando barrida y seca la superficie de la capa de base hidráulica, se aplicará un riego de impregnación en cantidad necesaria para que garantice una penetración ideal, por lo que se deberá tomar en cuenta si se requiere de una o dos aplicaciones.

- **Riego de Liga:** Consiste en la aplicación de un material asfáltico sobre una capa de pavimento, con objeto de lograr una buena adherencia con otra capa de mezcla asfáltica que se construya encima. Normalmente se utiliza una emulsión asfáltica de rompimiento rápido.

- **Capa de Carpeta Asfáltica:** La capa de carpeta asfáltica constituye la superficie de rodamiento del Libramiento México–Querétaro y se colocará una vez concluidas y verificadas las capas estructurales inferiores, asegurando que la base hidráulica cumpla con las condiciones de compactación, nivelación, pendiente transversal y limpieza establecidas en el proyecto ejecutivo.

  La mezcla asfáltica utilizada para la conformación de la carpeta se elaborará y colocará conforme a lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-04-001 “Pavimentos”, así como en las Normas de Materiales N-CMT-CAR-1-04-003 “Mezclas asfálticas en caliente” y N-CMT-CAR-1-04-004 “Emulsiones asfálticas”, emitidas por la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT). Estas normas regulan las características del ligante asfáltico, los agregados pétreos, la granulometría, la temperatura de colocación y los criterios de compactación de la mezcla.

CONSULTA PÚBLICA

- Previo a la colocación de la carpeta asfáltica, se aplicará, en caso de ser requerido, un riego de liga sobre la superficie de la base hidráulica, con el objeto de asegurar la adecuada adherencia entre capas, conforme a las especificaciones técnicas aplicables. Posteriormente, la mezcla asfáltica será extendida mediante pavimentadoras mecánicas, garantizando un espesor uniforme y el cumplimiento de las pendientes transversales y longitudinales del proyecto.

    - **Señalamientos:** La actividad consiste, como su nombre lo indica, en colocar los señalamientos requeridos a lo largo del tramo, ya sean verticales u horizontales y de los tipos preventivo, informativo, y restrictivo.

I.5.9.3. Equipo y materiales para la ejecución de las etapas de preparación de sitio y construcción

a) Colocación de carpeta asfáltica (pavimento)

- **Equipos**

Para la colocación de la carpeta asfáltica se requiere el siguiente equipo y material.

Tabla I.26. Listado de equipo a utilizar para la ejecución del proyecto. Elaboración propia.

Equipo y material requerido	Cantidad
Allanadora sencilla	1
Apisonador tipo bailarina	5
Barredora autopropulsada	2
Bomba autocebante de 4"	12
Bomba para inyección	1
Camión de volteo de 14 m^3	2
Camión tipo pipa de 10,000 L	14
Camión plataforma de 12 ton.	4
Camioneta *pick up*	4
Cargador frontal	4
Cargador frontal de 18 ton	9
Compactador neumático	5
Compactador *tandem*	6
Compactador vibratorio	20
Compresor de aire	13
Compresor portátil	1
Cortadora de disco	1
Criba móvil	5
Equipo de barrenación frontal (jumbo)	5
Equipo de corte oxiacetileno y soldado	4
Equipo de laboratorio para el control de la calidad de terracerías y pavimentos, concretos, asfaltos (nivel ii del protocolo *amaac*), mezclas asfálticas, aceros (refuerzo y presfuerzo) y soldadura.	1
Equipo de topografía (estación total)	1
Equipo pintarrayas	1
Equipos para tensado	3
Excavadora	8
Excavadora chica de 21 ton	5
Excavadora mediana de 29 ton	7
Generador eléctrico de 175 kva	2
Generador eléctrico de 25 kva	7
Generador eléctrico de 400 kva	3

CONSULTA PÚBLICA

Equipo y material requerido	Cantidad
Generador eléctrico de 75 kva	2
Generador eléctrico de 750 kva	2
Grúa articulada de 5 ton	13
Grúa de 100 ton.	3
Grúa hidráulica de 32 ton.	4
Grúa hidráulica para montaje de trabes	2
Grúa montada en camión de 15 ton	1
Grúa montada en camión de 16 ton	1
Grúa telescópica de 60 ton	1
Grua todo terreno de 25 ton	6
Kit de termofusión y tijera corta tubo	1
Lanzadora de concreto	1
Lanzadora de trabes	1
Lowboy cama baja de 80 ton	1
Manipulador telescópico de 9.2 ton	17
Maquinaria y equipo adicional:	
Martillo hidráulico	9
Mezclador de bentonita	6
Moto conformadora	18
Perforadora *stenuick* o similar	6
Perforadora *track drill*	13
Petrolizadora	2
Planta de concreto	3
Planta de soldar	5
Regla vibratoria para concreto	1
Retroexcavadora	10
Revolvedora de un saco	1
Rodillo compactador manual de 0.5 ton	1
Rompedora neumática	2
Silo de almacenamiento para cemento	6
Tractocamión	2
Tracto compactador	8
Tractor de orugas	16
Triturador primario	5
Triturador secundario	5
Triturador terciario	5
Tubo *tremie* de 20 m de longitud	2
Vibrador para concreto	17
Zanjadora 6x40	1
Total general	**374**

- **Materiales**

Los materiales para emplearse durante la etapa de construcción del libramiento corresponden a aquellos necesarios para la ejecución de los componentes previamente descritos en el presente capítulo, que incluyen terracerías, obras de drenaje transversal y longitudinal, estructuras de cruce (puentes, pasos inferiores y superiores), entronques, pavimentos y obras complementarias.

De manera general, los principales materiales considerados para el desarrollo del proyecto comprenden materiales pétreos, concreto hidráulico, acero de refuerzo y de preesfuerzo, mezclas asfálticas, geosintéticos, así como insumos auxiliares utilizados en obras de drenaje, cimentaciones, pavimentos y señalamiento. La selección, características y uso de

CONSULTA PÚBLICA

dichos materiales se encuentran alineados con la normatividad técnica aplicable de la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), conforme a lo señalado en los apartados previos.

Las cantidades específicas de obra, así como los volúmenes estimados de materiales requeridos para cada componente del proyecto, no se desarrollan de manera detallada en el presente apartado, toda vez que se encuentran definidos y desglosados en los planos conceptuales del proyecto, los cuales se anexan en formato DWG como parte integral de la documentación técnica de soporte.

Dichos planos conceptuales permiten identificar con precisión la localización, geometría y extensión de cada uno de los componentes del proyecto, así como la cuantificación de materiales asociada a cada concepto constructivo, por lo que constituyen el insumo técnico base para la revisión del apartado de “cantidades de obra” por parte de la autoridad competente. De manera descriptiva se presenta la descripción de los principales materiales a emplear.

Acero de refuerzo. El acero de refuerzo debe habilitarse y colocarse apegándose a las instrucciones señaladas en los planos estructurales correspondientes. A continuación, se describen aspectos de importancia en la colocación del acero de refuerzo, que deben considerarse en el sitio de los trabajos.

Traslapes Para el corte y armado del acero de refuerzo debe planearse la secuencia de empleo, con el objeto de que además de procurar que los empalmes o traslapes no queden en la misma sección transversal, de acuerdo con el reglamento, se logre un aprovechamiento racional del mismo. Cuando un elemento estructural requiere varillas de mayor longitud que las que normalmente se fabrican, se recurre a traslaparlas o empalmarlas para alcanzar la longitud requerida y solicitadas en los planos del proyecto estructural.

Ganchos y dobleces. Cuando por el espacio disponible no es posible dar la longitud necesaria para desarrollar el esfuerzo de adherencia entre el concreto y el acero, se recurre a la técnica de efectuar dobleces en el extremo de la varilla, a fin de formar ganchos o bien, escuadradas.

Recubrimientos y espaciados. Se denomina recubrimiento, al espesor de concreto remanente entre la cara exterior del elemento estructural de concreto y la cara exterior del acero de refuerzo más cercano, pudiendo ser un estribo o una varilla longitudinal. El recubrimiento tiene por objeto proteger al acero de refuerzo de los agentes adversos, atmosféricos o químicos del ambiente en el que va a estar trabajando el elemento de concreto, ya que algunos producen corrosión, poniendo en peligro la seguridad del elemento, pila, y por ende la integridad de la estructura.

Concreto. El concreto es un material compuesto esencialmente por un medio cementante en el cual están embebidas partículas o fragmentos de agregados y aditivos, comúnmente el cementante está formado por una mezcla proporcional de cemento – agua, en forma de pasta. La fabricación del concreto debe cumplir con la norma ACI 304.11R-92

De acuerdo con el tamaño de la obra, el concreto podrá ser fabricado en obra o premezclado en una planta y transportado al sitio mediante camiones mezcladores o agitadores de conformidad con las normas N-CTR-CAR-1-02-003/04, N-CMT-2-02-005/04, N-CMT-2-02-006/04, NMX-C-155-ONNCCE-2014. El curado del concreto consiste en mantener un contenido satisfactorio de humedad y temperatura durante el fraguado, para que puedan desarrollarse las propiedades requeridas.

CONSULTA PÚBLICA

- **Agregado fino:** Es un material natural, producto de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa por la criba No. 4 (4.75 mm o 0.187 in) y se retiene en la criba No. 200 (0.075 mm). Deberá satisfacer la granulometría de acuerdo con la norma NMX C-111-1992 o ASTM C-33, a continuación, se presentan los requisitos granulométricos:

Tabla I.27. Tabla de requisitos granulométricos. Elaboración propia.

Criba	Material retenido* (%)
9.5 mm (3/8")	0
4.75 mm (No.4)	0-5
2.36 mm (No.8)	0-20
1.18 mm (No.16)	15-20
0.60 mm (N0.30)	40-75
0.30 mm (No.50)	70-90
0.15 mm (No.100)	90-98
* acumulado en masa	

Cemento: El cemento es el conglomerante hidráulico que resulta de la pulverización del *clinker* a un determinado grado de finura, al cual se le adiciona sulfato de calcio, agua o ambos. El *clinker* es el material sintético granular, resultante de la cocción (a una temperatura de 1400°C) de materias primas de naturaleza calcárea y arcillo-ferruginosa, previamente triturados, dosificados, mezclados, pulverizados y homogeneizados. Esencialmente al *clinker* está constituido de silicatos, aluminatos y ferro-aluminatos cálcicos. Los cementos de acuerdo con la norma NMX-C-141-ONNCCE-1999, se clasifican en:

- CPO - Cemento Portland Ordinario.
- CPP - Cemento Portland Puzolánico.
- CPEG - Cemento Portland Con Escoria Granulada De Alto Horno.
- CPC - Cemento Portland Compuesto.
- CPS - Cemento Portland Con Humo De Sílice.
- CEG - Cemento Con Escoria De Alto Horno.

Las especificaciones mecánicas y físicas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla I.28. Especificaciones mecánicas y físicas. Elaboración propia.

Clase resistente	Resistencia a comprensión (N/mm^2)			Tiempo de fraguado		Estabilidad de volumen de autoclave (%)	
	3 días	28 días		Inicial	Final	Expansión	Contracción
	Mínimo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Máximo	Máximo
20	-(*)	20	40	45	600	0.8	0.2
30	-(*)	30	50	45	600	0.8	0.2
30R	20	30	50	45	600	0.8	0.2
40	(*)	40	-	45	600	0.8	0.2
40R	30	40	-	45	600	0.8	0.2

Agua. El agua para la fabricación del concreto debe ser potable, limpia, fresca y libre de materia orgánica e inorgánica, ácidos y álcalis, en suspensión o solución, y de cualquier sustancia que pueda causar efectos deletéreos en el concreto, en cantidad tal que puedan afectar la calidad y durabilidad del concreto.

Aditivos. El aditivo es un material diferente del agua, de los agregados y del cemento, que se emplea como componente del concreto y se agrega durante o antes del mezclado, para modificar algunas de las características del concreto. Existen aditivos químicos y minerales, los cuales son:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.29. Listado de aditivos y sus características. Elaboración propia.

Tipo	Características	Observaciones
I	Reductores de agua	Disminuye a la cantidad de agua de mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada
II	Retardantes de fraguado	Prolonga el tiempo de fraguado y el desarrollo de resistencia del concreto, sin modificar necesariamente el contenido de agua de la mezcla
III	Acelerante de fraguado	Acorta el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia del concreto, sin modificar necesariamente el contenido de agua de la mezcla
IV	Retardantes y reductores de agua	Prolonga el tiempo de fraguado y reduce la cantidad de agua de mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada
V	Acelerante y reductores de agua	Acorta el tiempo de fraguado y el desarrollo de la resistencia del concreto, disminuye la cantidad de agua de mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada
VI	superreductores de agua	Disminuye la cantidad de agua de mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada, en una cantidad considerablemente mayor que los reductores de agua normales
VII	Superreductores de agua y retardantes	Prolongan el tiempo de fraguado y reducen la cantidad de agua de la mezcla requerida para producir concreto de una consistencia dada, en una magnitud mayor que los retardantes y reductores de agua normales

Revenimiento. Para lograr resultados óptimos en el colado, es fundamental una buena proporción de los componentes para la mezcla de concreto. Se recomienda un revenimiento de 15 a 20cm. Es importante asegurar un colado continuo para evitar juntas frías.

Retiro de señalamientos. El señalamiento temporal será retirado o ajustado conforme se concluyan las actividades constructivas en cada tramo.

I.5.9.4. Etapa de operación y mantenimiento

La actividad de operación del Proyecto constituye prácticamente el fin y objeto de la construcción del mismo, durante la vida útil del Proyecto únicamente se realizarán labores de administración del mismo, así como actividades de mantenimiento preventivo y correctivo las cuales consisten básicamente en el retiro de arbustos en sitios donde no se tenga contemplado su crecimiento, poda de árboles cercanos a la calzada cuyas ramas podrían poner en riesgo el tránsito de vehículos y con ello la probabilidad de un accidente, así como la inspección y limpieza de las obras de drenaje a lo largo de todo el libramiento, adicionalmente se requiere de la revisión periódica de la carpeta asfáltica para determinar los programas de bacheo y reparación de la misma una vez que se encuentre operando la obra. Todo lo anterior de acuerdo con las recomendaciones de la Guía de Procedimientos y Técnicas para la conservación de carreteras en México. Como parte de la etapa de operación, se llevarán a cabo actividades de mantenimiento rutinario, necesarias para conservar en condiciones adecuadas la infraestructura vial. Estas actividades incluyen la limpieza periódica del derecho de vía, la conservación y rehabilitación puntual de la carpeta de rodamiento, el mantenimiento del señalamiento horizontal y vertical, así como la inspección y conservación de las obras de drenaje.

Dichas actividades se realizarán de manera periódica y localizada, conforme a los requerimientos operativos de la autopista, y se desarrollarán exclusivamente dentro del derecho de vía, sin implicar ampliaciones del proyecto ni la ejecución de nuevas obras. En México se aplican una serie de equipos y procedimientos para definir la conservación de carreteras, detallándose a continuación los que corresponden según la estructura que se trate:

CONSULTA PUBLICA

a) Conservación del pavimento

Auscultación. La auscultación de pavimentos es aplicable a cualquier carretera para que a través de un sistema de gestión se determinen las inversiones requeridas para conservarla en buen estado de operación, se definan las prioridades de atención y se realice la programación de los trabajos por ejecutar. La auscultación se realiza con equipos de tecnología reciente de alto rendimiento (que funciona a velocidades de operación) para obtener diversa información sobre las condiciones de servicio y estructurales de los pavimentos.

Evaluación. La evaluación de un pavimento se aplica a un tramo específico de una carretera y tiene como objetivo determinar las condiciones de servicio, de capacidad estructural y de calidad de materiales, mediante equipo especializado y diversos procedimientos, a fin de determinar su estado de servicio o de funcionamiento.

Estudios. El análisis de la información obtenida en la evaluación de un pavimento se realiza mediante la aplicación de criterios y métodos de diseño, considerando además otros aspectos como el nivel de tránsito prevaleciente y las condiciones de drenaje y climáticas del lugar, a efecto de revisar su vida remanente y definir diversas opciones de rehabilitación o de reconstrucción, que permitan lograr un nuevo periodo de vida útil, con un mejor nivel de servicio y de seguridad, para finalmente seleccionar la que resulte más conveniente, considerando su costo-beneficio.

Dictamen Técnico. Cuando sólo se requiere mejorar las condiciones de la superficie de rodadura de un tramo específico de una carretera, para resolver fallas de tipo funcional, se formula un Dictamen Técnico, aplicando estudios específicos orientados a confirmar que el origen de las fallas sólo afecta a la superficie de rodadura.

b) Mantenimiento y supervisión de obras de drenaje

Auscultación. Para determinar el estado que guardan las obras de drenaje, se realiza una inspección física detallada, en la que se observen todos aquellos detalles que pudieran afectar el sistema de drenaje. Para ello se recurre a la utilización de un formato que permite determinar los aspectos y condiciones de funcionalidad de las obras. Los aspectos por observar son entre otros: fisuras, grietas, deformaciones, aleros, cabezotes, indicios de socavación, azolves, obstrucciones, etcétera para tener un panorama general de las acciones que son preventivas o correctivas a efecto de proponer los trabajos más adecuados y posibles a realizarse. En cualquier labor de conservación relacionada con el drenaje, la base para lograr un funcionamiento eficiente del mismo es disponer de un sistema de inspección establecido que permita una adecuada programación de los trabajos. Estas inspecciones y la programación correspondiente deben sujetarse a los siguientes lineamientos generales:

Deben efectuarse como mínimo dos inspecciones al año de todo el sistema, de manera que una de ellas se lleve a cabo con la anticipación suficiente para programar las labores de limpieza y/o reparaciones urgentes y terminarlas antes de la temporada de lluvias. Al término de dicha temporada debe efectuarse otra inspección general, con objeto de apreciar los desperfectos que las obras puedan haber sufrido y programar su reparación durante la temporada de secas.

Independientemente de las anteriores, deben efectuarse inspecciones durante las lluvias fuertes o tormentas y después de ellas, ya que ésta es la única manera efectiva de juzgar si las obras y su funcionamiento son adecuados.

CONSULTA PÚBLICA

Durante la temporada de lluvias, debe darse atención preferente a las labores de limpieza, efectuándolas con la periodicidad necesaria para asegurar su adecuado funcionamiento. Es necesario señalar que, en el caso de obras de drenaje las labores, de conservación no deben limitarse a mantener en buenas condiciones las existentes, sino que debe estudiarse constantemente su funcionamiento para lograr corregir, mediante las obras adicionales, los defectos u omisiones de proyecto y/o construcción, que la experiencia en la conservación del camino indique como necesarias.

Dictamen. De la auscultación se define el estado que guardan las estructuras existentes, de la revisión hidráulica se determina si las obras son suficientes y en caso contrario se dictamina la necesidad de reforzar, restaurar y/o diseñar estructuras nuevas.

c) Conservación de taludes

Auscultación. Tratándose de carreteras existentes, los taludes en cortes o en terraplenes y las laderas naturales deben auscultarse para determinar su estado y su comportamiento; ésta debe ser una inspección, si bien rutinaria, con cierto grado de detalle, que permita definir si está en buenas condiciones o presenta algún riesgo al usuario de la vialidad, a corto, mediano y largo plazo. La auscultación debe incluir observaciones de la geología local y regional, de la hidráulica y de la hidrología, de las condiciones del drenaje y subdrenaje actuales, de las obras complementarias de drenaje, del derecho de vía, de su comportamiento geotécnico y del impacto al ambiente que podría generar la obra de conservación

d) Conservación de puentes

La forma de conocer la condición exacta y evaluar cada uno de los elementos de un puente, es mediante un programa de inspecciones. La inspección es una actividad compleja, que debe realizarse en forma organizada y sistemática, ya que de ella dependen las recomendaciones para corregir los defectos, señalar restricciones de carga y velocidad y para minimizar la posibilidad de pasar por alto algunas deficiencias que pueden convertirse en daños severos si no son reparadas a tiempo.
Para obtener información satisfactoria, las inspecciones se llevan a cabo con una cierta periodicidad. Se hacen varios tipos de inspección con distintas finalidades:

- Para trabajos de mantenimiento normal o rutinario.
- Para evaluación estructural.
- Para permiso de tránsito de cargas especiales.
- Por emergencias.

Para programar los trabajos de mantenimiento rutinario, se hace en forma anual, al efectuarse un inventario de las necesidades de todos los elementos del camino. Las inspecciones para evaluación estructural se recomienda realizarlas cada 2 a 4 años, sin embargo, los puentes de condición dudosa o con deficiencias conocidas, se vigilan con mayor frecuencia. Por ser este tipo de inspecciones de carácter minucioso, se requieren herramientas y equipo apropiados.

CONSULTA PÚBLICA

I.5.9.5. Etapa de operación y mantenimiento

Debido a la naturaleza del proyecto resulta difícil contemplar la posibilidad del desmantelamiento y abandono de este tipo de obras, toda vez que son parte de los activos del país. En estos casos lo más probable es que este tipo de proyectos sean considerados después de un cierto periodo de vida útil como susceptibles de ampliación y modernización, pero nunca del desmantelamiento y abandono. Como es natural, las únicas acciones de desmantelamiento corresponden a las obras de carácter temporal como los patios de maquinaria, talleres de mantenimiento, almacenes y oficinas administrativas.

En el caso de los talleres y almacenes se retirarán las placas de concreto y toda obra provisional de concreto será demolida disponiendo los restos de esta demolición en un banco de tiro previamente definido por el contratista y debidamente autorizado para este fin. En el caso de las oficinas administrativas, almacenes y sanitarios móviles se llevará a cabo su desmantelamiento y en caso de poder reutilizarse serán transportadas hacia el sitio que definan las propias constructoras.

Cabe señalar que en cualquier caso las empresas constructoras deberán realizar una limpieza de las superficies ocupadas por las obras provisionales y realizar una restauración de estas superficies de acuerdo con las medidas señaladas en este documento. Una vez concluidas las actividades de construcción, se llevará a cabo el desmantelamiento y retiro de las obras provisionales utilizadas como apoyo a la ejecución del proyecto, incluyendo patios de maquinaria, almacenes, oficinas temporales, talleres y demás instalaciones auxiliares. Estas actividades comprenden el retiro de maquinaria, equipo y materiales, así como la limpieza de las áreas ocupadas temporalmente, dejándolas en condiciones compatibles con el entorno inmediato.

I.5.10. Estimación de la generación de residuos

Toda obra de construcción de infraestructura lleva consigo la generación de una cierta cantidad de residuos de diversos tipos, por ello es indispensable contar con una clasificación adecuada de los mismos, así como un plan para el manejo y disposición de ellos con la finalidad de disminuir la afectación al entorno donde se desarrolla el Proyecto.

1.5.10.1. Residuos generados por etapa del proyecto e infraestructura de manejo

A continuación, se explicará la naturaleza de los residuos generados por la implementación del Proyecto en función de su tipo y estado físico, así como las medidas utilizadas para su manejo y disposición por cada etapa del Proyecto.

a) Generación y manejo de residuos en las etapas de preparación del sitio y construcción

En la etapa de preparación del libramiento se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones, arbustos y restos del desmonte. Luego de trazado el camino, se cortan los árboles en una faja que depende del ancho del terraplén proyectado. En el caso más desfavorable, es común encontrar en zonas poco perturbadas con vegetación muy

CONSULTA PÚBLICA

densa alrededor de 500 tocones por kilómetro con diversos diámetros, los que deben ser removidos. Hoy raramente se desmonta el árbol completo con la maquinaria para movimiento de tierras, ya que se prefiere cosechar y aprovechar los árboles de la faja desmontada previamente. El destronque con excavadora hidráulica llega a ocupar el 11 % de los tiempos productivos del movimiento de tierras (Buckley, 1991), mientras que esta incidencia puede llegar al 20% con Bulldozer.

Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se podrán donar a la población más cercana y/o a los dueños de los terrenos con el objeto de que los aprovechen; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico que estarán diseñadas para el mejoramiento del suelo y reforestación.

La construcción de algunas de las obras complementarias al libramiento tales como Patios de maquinaria, talleres de mantenimiento, almacenes y oficinas administrativas entre otros genera residuos propios del ámbito de la construcción tales como desechos de madera de cimbra, fragmentos de lámina, alambre, tabiques, cartón y papel tipo *craft* de envases de cemento, así como también envases de pinturas y plásticos varios. En estos sitios se contará con la instalación de depósitos de basura a base de tambos de 200 litros con tapa dentro de los cuales se colocarán los desechos mencionados una vez realizada su colecta después de la implementación de las obras complementarias, estos depósitos quedarán debidamente confinados y resguardados en un área impermeable sobre un firme de concreto hidráulico y cubierta a la vez por una techumbre ligera para proteger los residuos de una eventual lluvia y malla tipo gallinero para evitar la fauna nociva. Se contratará a una empresa debidamente acreditada ante la autoridad ambiental para realizar el manejo y disposición de estos contenedores de basura, por otra parte, como es natural se generarán también desechos producto de la construcción de elementos de concreto, estos desechos se conocen coloquialmente como cascajo y ellos serán dispuestos en el banco de tiro más cercano. En menor medida, pero también se generarán desechos líquidos como restos de pintura y solventes, así como algunos aceites que serán dispuestos en recipientes y almacenados temporalmente en el mismo sitio que los residuos sólidos hasta que sean dispuestos por parte de la empresa encargada de ello.

b) Residuos generados durante la etapa de construcción del proyecto

Residuos sólidos. La generación de residuos sólidos se conforma de residuos peligrosos y no peligrosos. Dentro de los primeros se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras como estopas, latas de aceite, filtros de aceite y envases de hidrocarburos y limpiadores entre otros, estos se encontrarán principalmente en los talleres de mantenimiento y consisten en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla I.30. Residuos que podrían generarse en la realización del Proyecto. Elaboración propia.

Tipo de residuo	Clave CRETIB	Clasificación	Cantidades aproximadas
Baterías	C, T	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (diésel, gasolina y aceite)	T, E	S/C	80 L/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite)	T, E	S/C	5 kg/mes
Filtros usados	T	S/C	20 pza./mes

Clasificación del CRETIB de acuerdo con el tipo de residuo peligroso NOM-052-semarnat-2005.

Los residuos sólidos no peligrosos son generados por la actividad cotidiana de los trabajadores, dentro de los cuales se incluyen desechos de comida, papeles, botellas de plástico, entre otros. Es común encontrar este tipo de desechos en los frentes de trabajo. El manejo de residuos peligrosos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por la SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de residuos peligrosos.

Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053-SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

- Tener una capacidad mínima de siete veces el volumen promedio de residuos peligrosos que diariamente se reciban.
- Contar con los compartimientos suficientes para la separación de los residuos, según sus características de incompatibilidad.
- Estar techada con material no flamable, contar con equipo contra incendios y plataformas para la descarga de envases y embalajes
- En el área de almacenamiento temporal no se deberán depositar residuos peligrosos a granel.

El general, el manejo de todos los residuos (incluye a los sólidos urbanos, los de manejo especial y los residuos peligrosos) generados en las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, se llevará a cabo de forma integral, desde las fuentes de generación hasta su adecuada disposición final, mediante la realización de las siguientes actividades:

a) Minimización: se considerará el uso adecuado y consciente de materiales e insumos para generar la menor cantidad posible de residuos. Se promoverá su reusó (en residuos como cartón, madera, varillas, etc.) en actividades u obras que así lo permitan, además de reducir su tamaño al momento de colocarlos en los contenedores o áreas destinadas.

b) Separación o segregación de residuos: Se instalarán contenedores señalizados por tipo de residuo en áreas comunes en los frentes de trabajo, con capacidad aproximada de 200

CONSULTA PÚBLICA

L, dichos contenedores serán herméticos y deberán contar con su respectiva tapa para evitar su dispersión y la generación de fauna nociva.

c) Almacenamiento temporal: para lo cual se hará uso de contenedores, Asimismo, se destinarán áreas de almacenaje temporal que cumplirán con las especificaciones establecidas en el Artículo 82 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Para el caso de materiales residuales térreos o producto de los desmontes, este se acamellonará de forma temporal en superficies dentro del Proyecto señalizadas y previamente establecidas en cada frente de trabajo para evitar su dispersión.

d) Transporte y disposición final: se contratarán empresas especializadas que cuenten con las autorizaciones correspondientes a nivel local o por la SEMARNAT para la disposición final adecuada de todos los residuos que se generen por las obras y actividades del Proyecto. Se llevarán bitácoras de registro de las cantidades y tipos de residuos generados. Además de que en el expediente ambiental del Proyecto se integrarán los contratos y manifiestos relacionados a la contratación de empresas y a las cantidades, manejo y disposición final de los residuos entregados.

Residuos líquidos. Las aguas residuales que se generarán en el Proyecto serán a partir de los servicios sanitarios por parte de los trabajadores, las cuales estarán formadas por aguas de tipo doméstico, para lo que se contratará el servicio de letrinas portátiles o sanitarios móviles, que serán ubicados en sitios estratégicos en cada frente de trabajo, asignándose una por cada veinte trabajadores. El mantenimiento adecuado de dichos sanitarios estará a cargo de las empresas contratistas y se verificará constantemente que no presenten fugas.

c) Generación y manejo de residuos en las etapas de operación y mantenimiento

Durante la etapa de Operación y Mantenimiento del Proyecto se llevarán a cabo básicamente actividades de mantenimiento como bacheo, reparación de carpeta de rodamiento, poda de árboles y arbustos e inspección y limpieza de obras de drenaje derivado de estas actividades se espera la generación de residuos sólidos como residuos de concreto, de agregados pétreos, algunas estopas y basura doméstica convencional., éstos residuos no se generarán en gran volumen sin embargo su recolección y disposición estarán sujetas a lo indicado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos LGPGIR así como de los reglamentos locales en esta materia.

I.5.11. Estimación de la generación de los gases de efecto invernadero

I.5.11.1. Identificación por etapas del proyecto, en su caso las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero son gases de combustión provenientes de vehículos y maquinaria utilizados en la obra y que operan a base de gasolina y diésel. Estas emisiones estarán compuestas principalmente de monóxido de carbono, bióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y restos de hidrocarburos no quemados. Las emisiones a la atmósfera serán reducidas mediante el mantenimiento en óptimas condiciones de la maquinaria y equipo utilizado, dando cumplimiento a las normas ambientales que apliquen.

CONSULTA PÚBLICA

a) Estimación de GEI por etapa del proyecto

Con base en el tipo y número de unidades de maquinaria a utilizar durante las etapas del proyecto es que puede estimarse un volumen de gases de efecto invernadero, empero habrá que tomar en cuenta otros factores como la edad de los equipos, el horario de trabajo y la calidad del mantenimiento a los motores, Desafortunadamente estos factores no son fácilmente medibles ni cuantificables, sin embargo se realizará la estimación tomando en cuenta únicamente las fichas técnicas de los equipos de construcción a emplearse.

- ***Etapa de Preparación del Sitio***

Durante esta etapa se utilizarán principalmente camionetas tipo *Pick up*, y Tracto camiones para el traslado de los insumos de construcción.

- ***Etapa de Construcción***

Durante esta etapa se utilizarán principalmente camionetas tipo Pick up, Tractocamiones, Bulldozers, Motoconformadoras, Motoescrepas, Compactadoras de rodillo liso y pata de cabra, y camiones de carga tipo Kumatsu, petrolizadoras, concreteras y pipas para riego.

- ***Etapa de Operación y Mantenimiento***

De acuerdo con la clasificación de carreteras establecida en la norma de servicios técnicos de Proyectos Geométricos de Carreteras de la SICT el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) máximo que se considera para el proyecto será de entre 3,000 y 5,000 vehículos aproximadamente de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla I.31. Transito Diario Promedio Anual (TDPA). Elaboración propia.

Carretera Tipo	Transito Diario Promedio Anual (TDPA)
A4	De 5 mil a 20 mil vehículos
A2	De 3 mil a 5 mil vehículos
B	De 1,500 a 3 mil vehículos
C	De 500 a 1,500 vehículos
D	De 100 a 500 vehículos
E	De hasta 100 vehículos

I.5.11.2. Determinación de los gases de efecto invernadero que se generarán durante las diferentes etapas del proyecto, como sea el caso de vapor de agua, CO_2, CH_4, N_2O, CFC, O_3, entre otros

La importancia de estudiar las emisiones de GEI generadas por el transporte se da a partir de la preocupación mundial por reducir este tipo de emisiones, debido al gran impacto que el calentamiento global, como efecto del cambio climático, está teniendo en el medio ambiente, en los diferentes sectores y para la población. De acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de México de 1999, la mayor parte de las emisiones antropogénicas excluyendo las emisiones que emanan de fuentes naturales provienen de:

CONSULTA PÚBLICA

- Vehículos automotores, que ocupan el primer sitio en cuanto a emisiones de NOx y CO, así como el segundo lugar en emisiones de COV.

- Plantas de generación de electricidad, que emiten la mayoría de las emisiones de SOx y se ubican en segundo sitio en emisiones de NOx, después de las fuentes móviles.

En ese mismo contexto y derivado del análisis de las emisiones por contaminantes se tiene lo siguiente.

- Las fuentes de emisión de NOx, más representativas después de los vehículos automotores son las fuentes móviles que no circulan por carreteras (maquinaria de construcción) y las plantas de generación de energía eléctrica.
- Las emisiones de SOx están fuertemente determinadas por procesos de manufactura y otros procesos industriales, las refinerías de petróleo y otros combustibles fósiles, así como por el consumo industrial de combustibles (fuente de área).
- En el caso de los COV, las fuentes que contribuyen de manera más significativa son el uso de solventes, los vehículos automotores, la distribución de combustibles (gasolina y gas LP), así como otros usos de combustibles (principalmente combustión doméstica de leña).
- En cuanto al CO, más del 62% del total de emisiones proviene de los vehículos automotores, mientras que alrededor del 27% corresponde a otros usos de combustibles (fundamentalmente gas LP en el sector transporte).
- Para las emisiones de NH3 son las actividades ganaderas, la aplicación de fertilizantes y la generación doméstica de amoniaco las responsables de la mayoría de las emisiones. Sólo una muy pequeña proporción de las emisiones de este contaminante proviene de los vehículos automotores.

Entre las estrategias propuestas para la reducción de los GEI se encuentra la renovación del parque vehicular del autotransporte de carga, la adopción de una normativa en materia de eficiencia vehicular, el uso de sistemas inteligentes de transporte en vías de comunicación terrestre; el transporte intermodal; transferencias de la carga al ferrocarril; construcción de libramientos carreteros, y mejora de la superficie de rodamiento en las carreteras entre otros.

I.5.11.3. Identificación de las posibles afectaciones al ambiente por las características del proyecto

Los posibles impactos y afectaciones ambientales asociados al desarrollo del proyecto se exponen de manera general en el presente apartado, considerando que su análisis detallado, evaluación y caracterización específica se desarrollan de forma integral en el Capítulo IV de la presente MIA-R.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción es previsible la generación de partículas suspendidas y polvos, principalmente derivados de las actividades de desmonte, despalme, excavación, conformación de terracerías y tránsito de maquinaria. Estos materiales particulados pueden ser transportados por acción del viento y depositarse en áreas aledañas. Para la atenuación de este efecto se contempla la aplicación periódica de riegos en caminos de acceso, frentes de obra y zonas de movimiento de tierras, como medida preventiva de control.

CONSULTA PÚBLICA

Adicionalmente, durante estas etapas se presentarán emisiones a la atmósfera provenientes de la operación de maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción; no obstante, se estima que su magnitud será inferior a la que se generará durante la fase de operación del proyecto. Una vez en funcionamiento, el tránsito vehicular sobre el libramiento dará lugar a la emisión de contaminantes criterio, tales como óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, hidrocarburos y partículas suspendidas, asociados a los procesos de combustión interna de los vehículos.

Las cantidades y concentraciones de dichas emisiones estarán influenciadas por diversos factores, entre los que destacan la intensidad del flujo vehicular, el tipo y calidad del combustible utilizado, así como las características técnicas y el estado mecánico de los vehículos, incluyendo la cilindrada del motor, su nivel de desgaste y las condiciones de mantenimiento.

Dado que estas variables presentan una alta variabilidad entre los distintos tipos de vehículos que circularán por el tramo, no es posible establecer condiciones homogéneas de emisión. De igual forma, la dispersión de los contaminantes en la atmósfera dependerá de las condiciones meteorológicas predominantes, tales como la velocidad y dirección del viento, la temperatura ambiente, la humedad relativa, así como de la configuración del espacio de emisión y la concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior y considerando que en ningún punto del trazo del Libramiento se presentan condiciones de confinamiento se prevé una fácil dispersión de los contaminantes emitidos por los vehículos automotores en las diferentes etapas del proyecto. Como principales modificaciones al ambiente se tendrán el retiro de vegetación, el retiro de suelo, cambios en la condición de naturalidad del entorno, retiro de fauna, y afectación al paisaje. Tanto los impactos como las medidas de mitigación son explicados a detalle en posteriores apartados de este documento (Ver Capítulos IV de este estudio).

CONSULTA PÚBLICA

I.6. BIBLIOGRAFÍA

(C)

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Diario Oficial de la Federación.

Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (2023). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Diario Oficial de la Federación.

(I)

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Marco geoestadístico nacional. INEGI. https://www.inegi.org.mx

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Cartografía topográfica escala 1:50,000. INEGI. https://www.inegi.org.mx

(G)

Gobierno de México. (2020). Plan Nacional de Infraestructura 2020–2024. https://www.gob.mx

(S)

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2018). Normativa para el proyecto geométrico de carreteras. Gobierno de México.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2016). Normas para el proyecto de drenaje carretero. Gobierno de México.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2015). Manual de diseño de puentes carreteros. Gobierno de México.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2014). Normas para terracerías. Gobierno de México.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2017). Normas para pavimentos. Gobierno de México.

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes. (2013). Manual de conservación de obras de drenaje. Gobierno de México.

CONSULTA PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional (MIA-R)

Del proyecto:

"LIBRAMIENTO METROPOLITANO DE QUERÉTARO (LMQ)"

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

Promovente:

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DEL SUELO 7

II.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET) 9

II.1.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)..... 9

II.1.2 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) 12

II.1.3 Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ) 19

II.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro 25

II.1.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Colón, Qro..... 30

II.1.6 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro 37

II.1.7 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro 46

II.2 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 50

II.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)..... 50

II.2.2 Regiones prioritarias para la biodiversidad 59

II.3 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 64

II.4 LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 69

A) NIVEL FEDERAL 69

II.4.1 Ley de Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) (DOF, 2025)..... 69

II.4.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2025) 70

II.4.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (R-LGEEPA, 2014) 73

II.4.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2024) 75

II.4.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (R-LGDFS, 2020). 76

II.4.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2026)..... 79

II.4.7 Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR, 2014) 82

II.4.8 Ley General de Vida Silvestre (LGVS, 2025)..... 86

II.4.9 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (R-LGVS, 2014) 88

CONSULTA PÚBLICA

II.4.10 Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2025) 89
II.4.11 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN, 2014) 90
II.4.12 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2025) 92
II.4.13 Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2018) 92
II.5 ESTATAL Y MUNICIPAL 94
II.5.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México 94
II.5.2 Código Ambiental del Estado de Querétaro 96
II.6 TRATADOS INTERNACIONALES 98
II.6.1. Acuerdo de París sobre Cambio Climático (2015) 98
II.6.2. Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) 99
II.6.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desperdicios Peligrosos y su Eliminación (1989) 99
II.6.4. CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) 100
II.6.5. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas 101
II.6.6. Convención sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CCNUCC) (1992) 102
II.6.7. UNESCO (Convención del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural) 103
II.7 PLANES DE DESARROLLO EN SUS DIFERENTES NIVELES 105
II.7.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 105
II.7.2 Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2025-2030) 105
II.7.3 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, Estado de México 106
II.7.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Colón 106
II.7.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Marqués 107
II.7.6 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquiapan 2021–2052 107
II.8 LOCALIDADES INDÍGENAS 108
II.9 CONCLUSIONES 109
II.10 BIBLIOGRAFÍA 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1. Unidad Ambiental Biofísica aplicable al Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 9
Tabla II.2. Superficies de incidencias del AP con las UGAs del POEGT. Tomado de SIGEIA. 9
Tabla II.3. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 44 y 52. Elaboración propia. 10

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.4. Lineamientos de las UGAs del POETEM aplicables al Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 13
Tabla II.5. Superficies de incidencias del AP con las UGAs del POETEM. Elaboración propia. 13
Tabla II.6. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el POETEM. Elaboración propia. 14
Tabla II.7. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia. 19
Tabla II.8. Criterios aplicables al proyecto por incidencia en las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia. 20
Tabla II.9. Estrategias aplicables al proyecto por incidencia en las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia. 22
Tabla II.10. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL El Marqués. Elaboración propia. 25
Tabla II.11. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del El Marqués. Elaboración propia. 26
Tabla II.12. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Colón. Elaboración propia. 30
Tabla II.13. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del Colón. Elaboración propia. 31
Tabla II.14. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Tequisquiapan. Elaboración propia. 38
Tabla II.15. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro. Elaboración propia. 39
Tabla II.16. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Querétaro. Elaboración propia. 46
Tabla II.17. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro. Elaboración propia. 47
Tabla II.18. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026). 50
Tabla II.19. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026). 51
Tabla II.20. Reglas específicas aplicables al proyecto de acuerdo con el Resumen del Programa de Manejo del Parque Estatal denominado “Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”. Elaboración propia. 53
Tabla II.21. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026). 56
Tabla II.22. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 58
Tabla II.23. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) conforme al análisis SIGEIA. Elaboración propia. 59
Tabla II.24. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 62
Tabla II.25. Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) aplicables al proyecto. Elaboración propia. 64
Tabla II.26. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y vinculación con el proyecto. Elaboración propia. 69
Tabla II.27. Artículos de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 70

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.28. Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto. Elaboración propia. 73
Tabla II.29. Artículos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 75
Tabla II.30. Artículos del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 76
Tabla II.31. Artículos de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 79
Tabla II.32. Artículos del Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 82
Tabla II.33. Artículos del Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 86
Tabla II.34. Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 88
Tabla II.35. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 89
Tabla II.36. Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 90
Tabla II.37. Artículos la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 92
Tabla II.38. Artículos del Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia. 92
Tabla II.39. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables con el Código para la Biodiversidad del Estado de México. Elaboración propia. 94
Tabla II.40. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables con el Código Ambiental del Estado de Querétaro. Elaboración propia. 96
Tabla II.41. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Localidades Indígenas conforme al análisis SIGEIA. Elaboración propia. 108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1. Mapa de incidencia de UABs del POEGT por el proyecto. Elaboración propia. 10
Figura II.2. Mapa de incidencia de UGAs del POETEM por el proyecto. Elaboración propia. 13
Figura II.3. Mapa de incidencia de UGAs del POEREQ por el proyecto. Elaboración propia. 20
Figura II.4. Mapa de incidencia de UGAs del POEL El Marqués por el proyecto. Elaboración propia. 26
Figura II.5. Mapa de incidencia de UGAs POEL de Colón por el proyecto. Elaboración propia. 31
Figura II.6. Mapa de incidencia de UGAs del POEL de Tequisquiapan por el proyecto. Elaboración propia. 38
Figura II.7. Mapa de incidencia de UGAs del POEL de Querétaro por el proyecto. Elaboración propia. 46
Figura II.8. Mapa de incidencia de ANPs federales por el proyecto. Elaboración propia. 50
Figura II.9. Mapa de incidencia de ANPs estatales por el proyecto. Elaboración propia. 51
Figura II.10. Mapa de incidencia dentro del ANP Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango. Elaboración propia. 55
Figura II.11. Mapa de incidencia de ANPs municipales por el proyecto. Elaboración propia. 56

CONSULTA PÚBLICA

Figura II.12. Mapa de incidencia de ADVCs por el proyecto. Elaboración propia..... 57
Figura II.13. Mapa de incidencia de UMAs por el proyecto. Elaboración propia..... 58
Figura II.14. Mapa de incidencia de RTPs por el proyecto. Elaboración propia. 59
Figura II.15. Mapa de incidencia de RMPs por el proyecto. Elaboración propia..... 60
Figura II.16. Mapa de incidencia de RHPs por el proyecto. Elaboración propia. 61
Figura II.17. Mapa de incidencia de Sitios RAMSAR por el proyecto. Elaboración propia. 62
Figura II.18. Mapa de incidencia de AICAs por el proyecto. Elaboración propia. 63

CONSULTA PÚBLICA

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

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

De las obras mencionadas anteriormente, 34 de ellas serán ajustadas para su funcionalidad como pasos de fauna, de los cuales 29 corresponden a adecuaciones de Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre. Esta estrategia evita incrementos en superficie de ocupación y no implica modificaciones a la infraestructura proyectada, salvo en un paso de fauna que se describe más adelante.

Del total de estructuras que cumplen una función mixta se identifican:

- 5 Puentes Hidráulicos que funcionan también como pasos de fauna.
- 29 Obras de Drenaje Transversal (ODT) que pueden operar como pasos de fauna.
    - 13 Cajón Concreto.
    - 5 Tubos de Concreto.
    - 2 Tubos de Metal Corrugado.

Adicionalmente, se ha identificado la incidencia con 298.9301 ha de superficie cubierta con vegetación forestal repartida de la siguiente manera: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %).

A continuación, se presenta la vinculación con los instrumentos jurídicos y ordenamiento aplicables con base en las descripciones previamente expuestas y que dan la factibilidad ambiental al proyecto. La particularidad de los componentes de las obras puede consultarse dentro del Capítulo I, y las medidas específicas puede consultarse dentro del Capítulo IV de la presente MIA-R.

CONSULTA PÚBLICA

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 II.1. 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

Tabla II.2. Superficies de incidencias del AP con las UGAs del POEGT. Tomado de SIGEIA.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	Región	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
44. Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato	18.8	1,210,252	17.30
52. Llanuras del Norte de Guanajuato	18.2	5,785,568	82.70
Total		**6,995,820**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

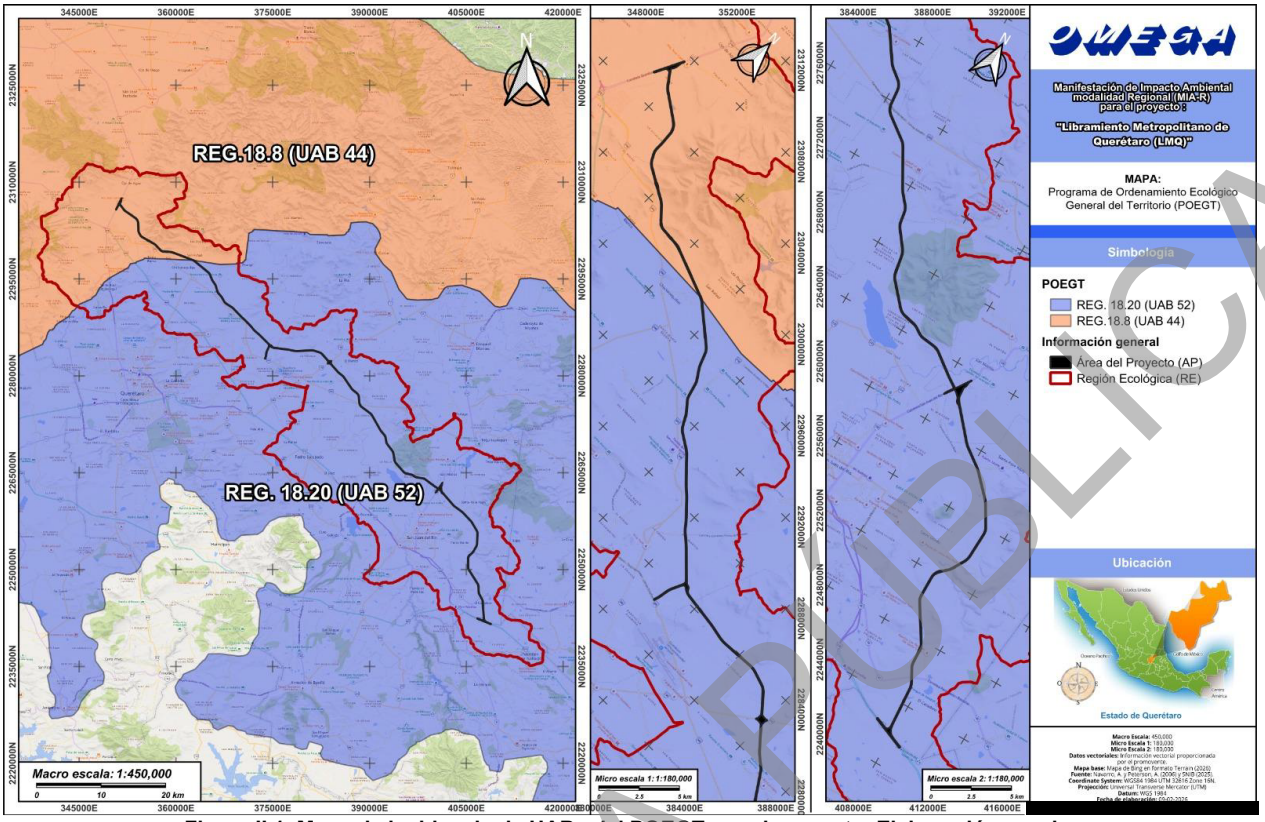


Figura II.1. Mapa de incidencia de UABs del POEGT por el proyecto. Elaboración propia.

Vinculación del Área del Proyecto (AP) con las UABs 44 y 52 del POEGT:

Las estrategias están dirigidas para lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, el mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. En este mismo sentido, a continuación, se presenta la tabla de cumplimiento de las estrategias:

Tabla II.3. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 44 y 52. Elaboración propia.

Estrategias aplicables		Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio			
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	El desarrollo del proyecto se limita únicamente al polígono solicitado, evitando intervenciones fuera del área del proyecto. Previo al desmonte y despalme se identificarán especies de flora y fauna enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019) y de importancia para la conservación**, ejecutando su rescate, reubicación, así como remoción gradual de la vegetación para permitir el desplazamiento de organismos.	**SUELO**: 3, 5, 23. **AGUA:** 31. **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 40. **FAUNA:** 41, 42, 44, 45. **PAISAJE:** 49.

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias aplicables		Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Se prohíbe la colecta, caza o daño de especies silvestres por parte del personal, y se establecen controles operativos para disminuir afectaciones a la cobertura vegetal, al suelo y a los escurrimientos naturales dentro del área del proyecto.	**SUELO**: 3, 5, 23. **AGUA:** 31. **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 40. **FAUNA:** 41, 42, 44, 45. **PAISAJE:** 49.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto contempla un diagnóstico ambiental para la caracterización y diagnóstico de la Región Ecológica (RE) esto como parte de este estudio el conocimiento y análisis de los ecosistemas y su biodiversidad por los que incide, los cuales quedarán a la disposición de cualquiera que quisiera consultarlos. Además, las actividades de monitoreo quedarán contempladas dentro de los alcances de los principales acciones y Estudios Ambientales que integra como parte del esquema de mitigación específico para revertir los posibles impactos ambientales.	Informativo
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	Las actividades se limitarán al Derecho de Vía autorizado, evitando ampliaciones fuera del área. Se aplicarán medidas de manejo de residuos, estabilización de taludes, control de derrames y prevención de contaminación del suelo y del agua. La fauna y flora, incluyendo individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán protegidos mediante rescate, ahuyentamiento y restricciones en el tránsito de maquinaria.	**SUELO:** 6, 7, 11, 15. **AGUA:** 31, 32. **FLORA:** 34, 37, 38. **FAUNA:** 41, 42. **PAISAJE:** 49.
D) Restauración	14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana			
C) Agua y Saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	Dentro del área del proyecto se implementarán acciones de manejo de residuos, control de derrames de combustibles y lubricantes, así como almacenamiento adecuado de residuos peligrosos y sólidos urbanos, evitando su infiltración en el suelo y cuerpos de agua. Asimismo, se establecerán obras de drenaje que aseguran el escurrimiento adecuado de aguas pluviales y preservan la calidad del recurso hídrico dentro del polígono del proyecto. También se indica que el agua que se utilice para el riego de suelos desnudos y otras acciones provendrá de un prestador de servicios de pipas de agua autorizado. Finalmente, 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 transportadoras 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 preparación del sitio y construcción del proyecto.	**SUELO:** 6, 7, 11, 13, 15, 16, 17, 20 **AGUA:** 31, 32, 33 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 42
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.		
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional			
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Todas las actividades se realizarán estrictamente en las superficies autorizadas dentro del Derecho de Vía, evitando intervenciones fuera de las áreas delimitadas y respetando la propiedad de terceros. Se prohíbe cualquier acumulación, extracción o desplazamiento de material en terrenos no autorizados, garantizando que las obras se desarrollen únicamente sobre los predios definidos en el proyecto.	**SUELO:** 3, 4, 23 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

Estrategias aplicables		Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto dará cumplimiento de los criterios de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.	Informativo.

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 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.

CONSULTA PÚBLICA

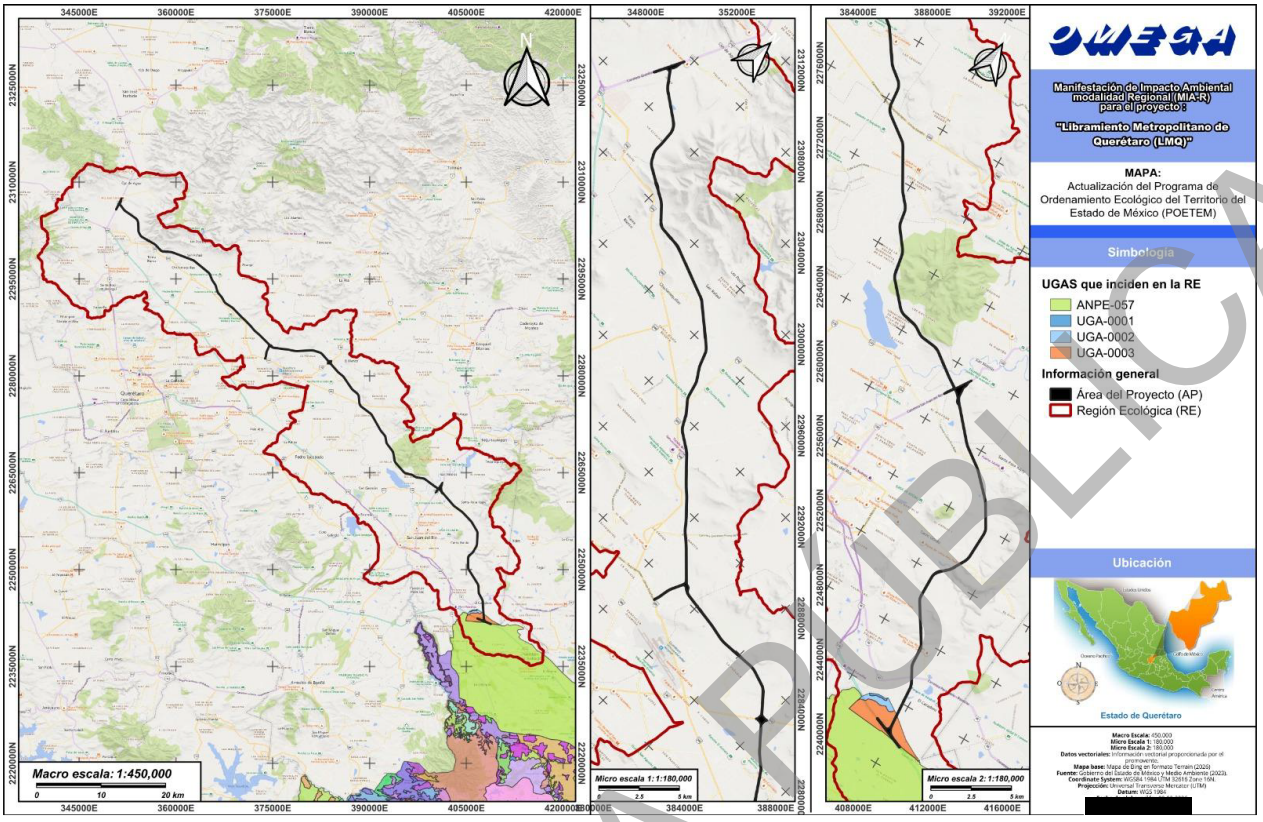


Figura II.2. Mapa de incidencia de UGAs del POETEM por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los lineamientos de estas UGAS:

Tabla II.4. Lineamientos de las UGAs del POETEM aplicables al Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental	Lineamiento
UGA-0003	Conservar las áreas de alta productividad agrícola (743.38 ha).
ANPE-057	Aplicar el Decreto y Programa de Manejo del Parque Estatal denominado Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango.

Tabla II.5. Superficies de incidencias del AP con las UGAs del POETEM. Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental (UGAs)	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
ANPE-057	ANP Estatal	22,620	0.32
UGA-0003	Aprovechamiento sustentable	280,294	4.01
Sin incidencia		6,692,906	95.67
Total		**6,995,820**	**100.00**

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios específicos aplicables a las UGA’s identificadas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.6. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el POETEM. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Infraestructura				
ANPE-057	**Co02**	Se evitará la extracción de especies endémicas.	Previo al inicio de la preparación del sitio, se realizará la identificación de ejemplares, priorizando el rescate, reubicación y conservación de especies con estatus de protección o distribución restringida dentro del área de influencia. Asimismo, se establece la prohibición expresa de colecta, caza, daño o tráfico por parte del personal, acompañada de supervisión y capacitación ambiental, evitando la extracción de especies endémicas durante todas las etapas del proyecto.	**FLORA:**34, 35, 38 **FAUNA:** 41, 42
ANPE-057	**Co05**	Las actividades que se llevan a cabo en las unidades no deberán interrumpir los corredores biológicos.	No habrá interrupción de corredores biológicos. Las obras se realizarán exclusivamente dentro del área solicitada, evitando intervenciones adicionales en áreas adyacentes. Previo al desmonte se implementan acciones de rescate y ahuyentamiento de fauna, así como remoción gradual de la vegetación para permitir el desplazamiento de organismos. Durante la construcción se controla la velocidad de maquinaria y se regula la iluminación nocturna, reduciendo alteraciones en los patrones de movilidad de la fauna dentro del área del proyecto y su entorno inmediato.	**FLORA:** 37, 38 **FAUNA:** 41, 43, 46, 47 **PAISAJE:** 49
ANPE-057	**Co06**	Se prohíbe el aprovechamiento de especies que comprometa los procesos de restauración ecológica.	El proyecto no contempla el aprovechamiento extractivo de especies de flora o fauna dentro del área intervenida. La vegetación removida se maneja de manera controlada y el suelo orgánico se resguarda para su reincorporación en acciones de revegetación y estabilización de taludes. Asimismo, se prohíben actividades de colecta, caza o uso de ejemplares silvestres por parte del personal, manteniendo los elementos biológicos necesarios para los procesos de regeneración y restauración en el sitio.	**SUELO:** 5, 20 **FLORA:** 34, 37 **FAUNA:** 42
ANPE-057	**Co07**	La restauración ecológica deberá realizarse con especies nativas.	En el área del proyecto, las acciones de revegetación consideran la utilización de material vegetal de la región, incluyendo suelo orgánico previamente resguardado y semillas locales en zonas de excavación temporal. Asimismo, los ejemplares rescatados son conservados para su posterior incorporación en las actividades de reforestación, privilegiando especies nativas acordes con las condiciones ecológicas del sitio.	**SUELO: 5, 19, 20** **FLORA: 35, 36**
ANPE-057	**Co09**	Se preservarán las especies arbóreas endémicas	Previo a la remoción de vegetación se realiza la identificación de individuos arbóreos con especial atención aquellos de distribución restringida o estatus de protección, priorizando su rescate y manejo especializado. La remoción del estrato arbóreo se ejecuta de manera selectiva y gradual, evitando afectaciones innecesarias a ejemplares relevantes y a la vegetación circundante dentro del área solicitada.	**FLORA:** 34, 35, 37, 38, 40
ANPE-057	**Co18**	En acciones o proyectos de restauración se deberán utilizar semillas, esquejes, estacas o hijuelos, preferentemente obtenidas a partir del germoplasma local.	En las actividades de revegetación se contemplan la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal proveniente de especies locales, así como semillas, esquejes e hijuelos resguardados durante el desmonte. Estas acciones permiten mantener la identidad ecológica del sitio y que los elementos vegetales utilizados en la restauración correspondan al germoplasma regional.	**SUELO:** 5, 19, 20 **FLORA:** 35, 36

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
ANPE-057	**If01**	Las acciones de desmonte, excavación y formación de terraplenes para la construcción de infraestructura deberán incluir programas de rescate de germoplasma de especies nativas (semillas, esquejes, estacas, hijuelos, etc.) y programas de rescate de fauna, garantizando medidas de compensación y mitigación.	Previo a la remoción de vegetación, se ejecutará el rescate de especies de flora nativa y su traslado a viveros, conservando semillas, esquejes y material vegetal para su posterior reincorporación. Simultáneamente, se implementan protocolos de rescate y reubicación de fauna, priorizando individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**. Estas acciones se coordinan con medidas de estabilización de taludes y revegetación gradual para minimizar impactos sobre el área del proyecto.	**SUELO:** 5, 19, 20 **FLORA:** 35, 36, 37, 40 **FAUNA:** 41, 45
ANPE-057	**If02**	La construcción de infraestructura deberá evitar la reducción de la cobertura vegetal. Cuando no sea posible evitarlo, se deberá realizar acciones de compensación proporcionales al impacto ocasionado.	El proyecto se limita estrictamente al área del proyecto, reduciendo al mínimo la afectación de la cobertura vegetal. Cuando se requieren intervenciones que alteran la vegetación, se aplicarán acciones de revegetación progresiva, remoción selectiva y rescate 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)**.	**FLORA:** 34, 35, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42
UGA-0003	**If03**	El emplazamiento de infraestructura de vías de comunicación se realizará sobre el derecho de vía de caminos, con la finalidad de evitar mayor fragmentación de los ecosistemas presentes en el área y el cambio de uso de zonas agrícolas.	El presente proyecto se implementará dentro de áreas que actualmente presentan alto impacto a la calidad ecosistémica y agrícola puesto que los suelos presenten alto grado de erosión y degradación. En ese sentido, en dicho proyecto NO AFECTARÁ ecosistemas relicutales ya que toda superficie intervenida es agrícola. Asimismo, se	**FLORA:** 37, 38 **FAUNA:** 41, 43, 46, 47 **PAISAJE:** 49
UGA-0003 ANPE-057	**If04**	La construcción de caminos deberá considerar y permitir la infiltración del agua pluvial al subsuelo, la estabilidad del terreno, así como el drenaje natural.	Se prioriza la infiltración natural y la estabilidad de taludes mediante cobertura con suelo orgánico y material vegetal, complementado con geomallas o geomantas cuando es necesario, reduciendo riesgos de erosión e integrando el manejo de escurrimientos pluviales al terreno natural. Adicionalmente a lo largo del libramiento, se establecerán obras de drenaje, diseñadas según los estudios hidrológicos del sitio para darle continuidad al drenaje natural del sitio.	**SUELO:** 5, 19, 21, 22 **AGUA:** 31, 32, 33
UGA-0003 ANPE-057	**If05**	Los proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas de patrimonio histórico, arqueológico, paleontológico y cultural.	Las actividades del proyecto se realizarán estrictamente dentro de polígono solicitado, evitando intervenciones en áreas fuera del Derecho de Vía y garantizando la no afectación de zonas con valor histórico, arqueológico, paleontológico o cultural dentro del área del proyecto.	**SUELO:** 3 **PAISAJE:** 49
ANPE-057	**If07**	En el caso de que la construcción de infraestructura interrumpa los flujos hidrológicos, la empresa responsable de la construcción, deberá garantizar la continuidad del flujo interrumpido.	El proyecto incluye la construcción de obras de drenaje transversal que garantizan la continuidad de los escurrimientos naturales, evitando obstrucciones en los cauces existentes y preservando el flujo de aguas pluviales dentro del área del proyecto. En caso de que se interrumpan los flujos hidrológicos, se realizarán las intervenciones necesarias para restablecer y mantener la continuidad del flujo.	**AGUA:** 31, 32, 33 **SUELO:** 5, 20
UGA-0003 ANPE-057	**If08**	La infraestructura carretera y las nuevas vialidades deberán mitigar los efectos negativos sobre la movilidad de la fauna.	Durante la construcción, se limitará la velocidad de tránsito a 30 km/h, se realizarán acciones de rescate y reubicación de fauna, y se establecerán áreas de exclusión para nidos activos de especies incluidas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**. Asimismo, se regulará la iluminación nocturna para reducir alteraciones en la conducta de especies nocturnas, procurando evitar efectos negativos sobre la movilidad de la fauna.	**FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45 **FLORA:** 37, 38 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-0003 ANPE-057	**If11**	En la instalación de cualquier proyecto de infraestructura se deberá aplicar un Programa de Reforestación equivalente a la superficie afectada. Las especies utilizadas deberán ser nativas.	Si bien el proyecto no contempla un Programa de Reforestación como instrumento independiente, sí incorpora diversas medidas en atención a este criterio. En particular, se prevé la revegetación progresiva de las superficies intervenidas mediante la reincorporación del suelo orgánico previamente resguardado y el uso de especies nativas de la región. Asimismo, los ejemplares rescatados durante la etapa de preparación del sitio serán conservados para su posterior integración en las acciones de reforestación, en congruencia con la superficie afectada por las obras.	**SUELO:** 5, 19, 20 **FLORA:** 35, 36
UGA-0003 ANPE-057	**If12**	En la vegetación de las áreas verdes asociada a proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas.	Las áreas sujetas a revegetación serán exclusivamente especies nativas acordes a las condiciones ecológicas locales. El material vegetal utilizado provendrá de rescates previos y de germoplasma regional, evitando la introducción de especies ajenas al ecosistema.	**FLORA:** 35, 36
UGA-0003	**If13**	Para la vegetación de las áreas verdes o libres de proyectos de infraestructura que se promuevan en la UGA se prohíbe el uso de especies exóticas invasoras.	Dentro del área del proyecto se prevé la identificación y remoción de especies exóticas invasoras, evitando su propagación. Las acciones de revegetación contemplan únicamente especies nativas, manteniendo la composición florística propia del sitio y evitando alteraciones en la dinámica ecológica.	**FLORA:** 35, 39, 40
UGA-0003	**If14**	Los proyectos de infraestructura que requieran agua para su desarrollo u operación deberán contar con un Programa Integral de Manejo del Agua que evalúe la factibilidad del suministro de agua.	En el marco de este proyecto, se aclara que el uso de agua se limitará exclusivamente a actividades relacionadas con el desarrollo del mismo. El agua requerida, principalmente para el riego de suelos desnudos y otras acciones similares, será suministrada por un prestador autorizado de servicios de pipas de agua. Asimismo, durante la ejecución del proyecto se instalarán sanitarios portátiles para el personal de trabajo, a razón de un sanitario por cada 15 trabajadores. Los residuos sanitarios y aguas residuales generadas serán recolectados y transportados para su disposición final por una empresa especializada en manejo de residuos, procedimiento que se implementará desde el inicio de las obras y se mantendrá a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.	**AGUA:** 31, 32, 33 **SUELO:** 6
UGA-0003 ANPE-057	**If15**	Los proyectos de infraestructura que en su operación generen residuos sólidos o peligrosos deberán contar con un Programa de Manejo de Residuos autorizado por la autoridad competente.	Si bien el proyecto no cuenta con un Programa de Manejo de Residuos formalmente estructurado, se contemplan diversas medidas para la separación, almacenamiento temporal y disposición de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, en cumplimiento con la normatividad aplicable. Los residuos peligrosos serán resguardados en un almacén temporal para garantizar su almacenamiento seguro y, posteriormente, serán trasladados para su disposición final a través de empresas autorizadas para el manejo y disposición de este tipo de residuos.	**SUELO:** 8, 9, 11, 12, 16 **AGUA:** 31
UGA-0003 ANPE-057	**If16**	Los proyectos de infraestructura promovidos en la UGA que requieran agua para su desarrollo u operación deberán tratar el 100% de sus aguas residuales.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se instalarán sanitarios portátiles en los frentes de trabajo. La limpieza, recolección y disposición final de las aguas residuales será realizada por una empresa especializada con permisos vigentes, evitando cualquier descarga directa al suelo o a cuerpos de agua dentro del área de incidencia del proyecto.	**AGUA:** 14 **SUELO:** 11

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-0003 ANPE-057	**If20**	En el desarrollo de nuevos proyectos de infraestructura se deberá contemplar programas de rescate de fauna silvestre que serán sometidos a validación de las autoridades competentes.	En el área del proyecto se implementan acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre previo al desmonte y despalme, dando prioridad a individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**. Los protocolos incluyen ahuyentamiento de especies de alta movilidad y protección de nidos activos mediante áreas de exclusión, coordinándose con las autoridades ambientales para asegurar el cumplimiento normativo dentro del polígono del proyecto.	**FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45
UGA-0003 ANPE-057	**If21**	Los estudios, medidas, obras y acciones a desarrollar durante la instalación de nuevos proyectos de infraestructura deberán contar con autorización previa de impacto ambiental.	En atención a este criterio, se presenta el presente estudio, en el cual se describen las medidas, obras y acciones a implementar, con el fin de que la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) determine, y en su caso autorice, el proyecto conforme a lo aplicable en materia de impacto ambiental.	Informativo
General				
UGA-0003 ANPE-057	**Ge01**	En proyectos, predios y parcelas situados en dos o más UGA, la aplicación del POETEM se realizará de forma independiente por las diferentes secciones correspondientes a cada UGA.	A lo largo del desarrollo del proyecto se implementan las medidas de prevención, mitigación y compensación de manera específica para cada UGA, asegurando que las acciones permitidas y prohibidas se cumplan de forma independiente en cada unidad de gestión ambiental donde el proyecto tiene incidencia.	Informativo
ANPE-057	**Ge02**	Implementar acciones de control de especies catalogadas como invasoras y control de especies exóticas.	Dentro del área del proyecto se identificarán y eliminarán especies exóticas e invasoras, evitando su dispersión y afectación a los ecosistemas locales. Estas acciones se realizarán de manera coordinada con las brigadas ambientales de rescate y reubicación de flora y fauna, además de incluirse pláticas de concientización ambiental del personal.	**FLORA:** 39, 40 **FAUNA:** 41, 44
UGA-0003 ANPE-057	**Ge03**	Determinar las especies invasoras prioritarias y sus vías de introducción, a efecto de definir las medidas para evitar su invasión y el establecimiento en los sistemas naturales mexiquenses.	En apoyo a este criterio, durante las actividades de monitoreo se realizará la identificación de especies exóticas invasoras presentes en el área del proyecto, así como la ejecución de medidas de remoción y control, considerando su potencial impacto ecológico y reduciendo la probabilidad de su re-colonización en el sitio.	**FLORA:** 39, 40 **FAUNA:** 41
UGA-0003 ANPE-057	**Ge06**	En las barrancas y cañadas, no está permitido urbanizar, rellenar, depositar o verter residuos urbanos, de manejo especial o peligroso, así como descargar aguas residuales que incumplan con la normatividad vigente.	En la ejecución del proyecto se prohíbe la disposición de residuos y materiales fuera de los sitios autorizados, incluyendo barrancas, cañadas y cuerpos de agua. Los derrames accidentales se controlan con kits absorbentes y se aplican medidas de contención y remediación para garantizar que residuos sólidos, peligrosos o aguas residuales no afecten el suelo ni los cursos de agua dentro del polígono del proyecto.	**SUELO:** 11, 12, 13, 15 **AGUA:** 14, 31, 32, 33
ANPE-057	**Ge09**	El manejo de residuos requiere integrar acciones de recolección, clasificación, acopio, valorización, reciclaje y disposición en Rellenos Sanitarios autorizados.	El proyecto implementa la separación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos en contenedores estratégicos, su recolección periódica, almacenamiento en el Almacén Temporal de Residuos Peligrosos (ATRP) y disposición final en sitios autorizados. Se mantendrán manifiestos de entrega y bitácoras, y se promueven acciones de educación ambiental para el personal sobre manejo adecuado de residuos dentro del área del proyecto.	**SUELO:** 8, 9, 11, 12, 16 **AGUA:** 14
UGA-0003 ANPE-057	**Ge12**	Los usos y actividades de proyecto en Áreas Naturales Protegidas estarán sujetos a lo establecido en su Decreto de creación y su respectivo Programa de Manejo.	En el área del proyecto, las actividades se limitarán al polígono solicitado y se ajustan a lo indicado en el decreto y programa de manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango donde incide el proyecto.	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-0003 ANPE-057	**Ge13**	Las actividades realizadas en Áreas Naturales Protegidas deberán considerar medidas de mitigación y compensación ambiental acordes al impacto ambiental que generarán. Las medidas de mitigación y compensación ambiental deberán atender a los objetivos del Decreto y criterios de administración establecidos en el Programa de Manejo correspondiente.	En atención a este criterio, las obras y actividades del proyecto contemplan medidas de prevención, mitigación y compensación, como revegetación con especies nativas, rescate de flora y fauna enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, y manejo controlado de residuos, en congruencia con los objetivos y criterios de manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango donde incide el proyecto.	**SUELO:** 5, 19, 20, 21 **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42, 45 **PAISAJE:** 49
UGA-0003 ANPE-057	**Ge16**	Se debe implementar sistemas de monitoreo de calidad atmosférica y operar inventario de emisiones.	En la ejecución del proyecto se contempla la operación de maquinaria y transporte bajo protocolos de mantenimiento y control que minimizan emisiones contaminantes, integrando registros que permitirán evaluar la calidad ambiental y las emisiones generadas durante la preparación del sitio y construcción.	**SUELO:** 6, 22 **AGUA:** 31 **PAISAJE:** 49
UGA-0003 ANPE-057	**Ge17**	La infraestructura de comunicación, así como las vías de comunicación carretera de competencia Estatal y Federal, son prioritarias para la integración territorial, por lo que se pueden establecer dentro de cualquier parte del territorio estatal, en cumplimiento a los criterios específicos que resulten aplicables respecto de cada UGA, así como a los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Planes de Desarrollo Urbano vigentes, previa autorización en materia de Impacto Ambiental y de ser necesario, Cambio de Uso de Suelo de Terrenos Forestales.	El proyecto se desarrollará únicamente dentro del polígono solicitado, comprometiéndose a respetar lo establecido por la DGIRA, así como el decreto y programa de manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango. Las actividades consideran la protección de suelos, reforestación con especies nativas, rescate de flora y fauna enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, obras de drenaje y control de escurrimientos, entre otros, ajustándose a la compatibilidad con los planes de desarrollo urbano y criterios de manejo de cada UGA en la que incide el proyecto.	**SUELO:** 3, 5, 19, 20 **AGUA:** 31, 32, 33 **FLORA:** 34, 35, 36, 37 **FAUNA:** 41, 42, 43, 44 **PAISAJE:** 49

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.

CONSULTA PÚBLICA

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.

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 %.

Tabla II.7. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
100	Urbana	27,152	0.39
119	Protección	365,724	5.23
121	Aprovechamiento sustentable	773,200	11.05
127	Protección	121	0.001
132	Protección	49,495	0.71
133	Urbana	188,405	2.69
135	Aprovechamiento sustentable	515,925	7.37
160	Urbana	480,884	6.87
165	Conservación	4,640	0.07
166	Restauración	171,231	2.45
169	Aprovechamiento sustentable	561,689	8.03
190	Aprovechamiento sustentable	161,212	2.30
193	Conservación	501,072	7.16
200	Protección	3,469	0.05
201	Aprovechamiento sustentable	395,199	5.65
202	Conservación	215,425	3.08
204	Conservación	209,394	2.99
265	Aprovechamiento sustentable	668,644	9.56
269	Restauración	119,033	1.70
275	Urbana	9,243	0.13
280	Aprovechamiento sustentable	170,546	2.44
285	Protección	568,841	8.13
319	Urbana	134,031	1.92
321	Urbana	107,402	1.54
70	Aprovechamiento sustentable	584,389	8.35
Sin incidencia		9,454	0.14
Total		**6,995,820**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

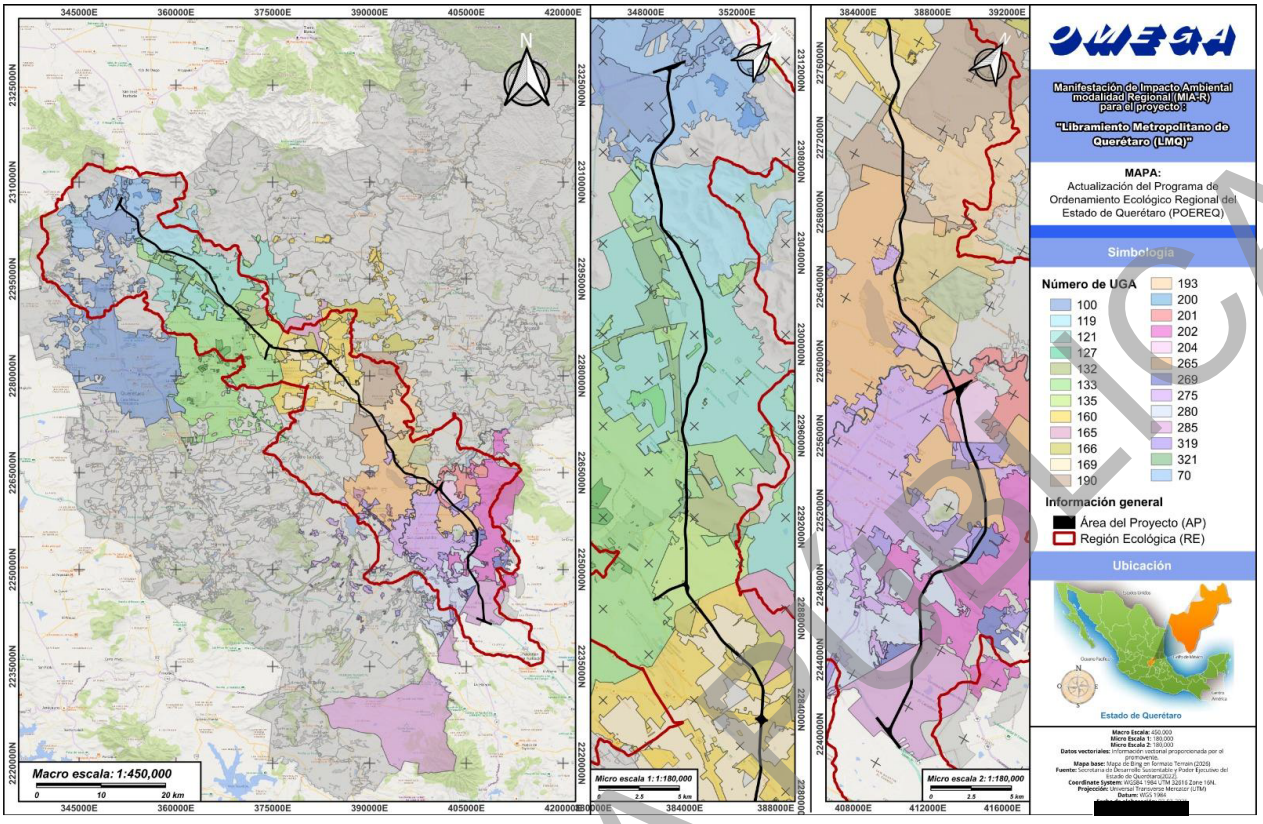


Figura II.3. Mapa de incidencia de UGAs del POEREQ por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios específicos aplicables a las UGA’s identificadas.

Tabla II.8. Criterios aplicables al proyecto por incidencia en las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Infraestructura				
UGA-70 **UGA-100** **UGA-119** **UGA-121** **UGA-127**	**CG02**	La extracción, remoción, transporte o utilización de especies de flora y fauna silvestre por el aprovechamiento del territorio de cualquier actividad deberán estar previamente autorizadas por la SEMARNAT o la autoridad competente, con especial atención a las endémicas y a las especies NOM.	El proyecto contempla que toda acción de rescate, reubicación o manejo de ejemplares de flora y fauna silvestre se realice bajo el registro y supervisión de la autoridad ambiental competente. En este sentido, se presenta la información derivada de los muestreos efectuados en el área del proyecto previo a su intervención, con el objetivo de identificar las especies de flora y fauna potencialmente susceptibles de afectación. Dicha información se pone en conocimiento de la DGIRA, señalando que se priorizará la atención de especies endémicas y aquellas enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**.	**FLORA:** 34, 35, 36, 37, 40 **FAUNA:** 41, 42, 44, 45
UGA-132 **UGA-133**	**CG03**	Los proyectos que requieran la instalación de cercas, caminos, carreteras, deberán garantizar que éstas permitan el libre paso y la dispersión natural de la vida silvestre.	Como parte del cumplimiento de este criterio, se construirán una serie de pasos de fauna a través de las adaptaciones de las obras de drenaje transversales para este proyecto. Esto con la finalidad de promover la conectividad biológica de la vida silvestre.	**Corredores biológicos:** 48

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-135 **UGA-160** **UGA-165**			Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	**Corredores biológicos:** 48
UGA-166 **UGA169** **UGA-190**	**CG04**	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de la vocación natural.	El desarrollo del proyecto incorpora medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar deterioro severo del suelo y, en su caso, promover su recuperación funcional. Se contempla la estabilización de taludes, protección de zonas de corte, resguardo y posterior aprovechamiento del suelo orgánico para restauración, así como revegetación con especies de la región.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 31, 32 **FLORA:** 37 **PAISAJE:** 49
UGA-193 **UGA-200** **UGA-201** **UGA-202**	**CG05**	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica o compensación ambiental, se deberán integrar en las actividades a propietarios poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	Con la ejecución de las acciones de compensación ambiental se promoverá la participación local, mediante la difusión en sitio para que las personas interesadas puedan involucrarse activamente en su implementación.	Informativo
UGA-204 **UGA-265** **UGA-269** **UGA-275**	**CG06**	Para la restauración de áreas deforestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación, de modo que favorezca el desarrollo de la estructura del ecosistema original.	Dada la naturaleza del Proyecto no se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se describen en el Capítulo IV del presente documento. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-280 **UGA-319** **UGA-321**	**CG10**	El aprovechamiento del territorio en zonas que contengan monumentos arqueológicos, artísticos, históricos y zonas de monumentos y todos aquellos que determine la ley en la materia, deberá cumplir con lo señalado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia en materia de monumentos, zonas arqueológicas, artísticos e históricos, además de cumplir con los requisitos, requerimientos o autorizaciones emitidas por el INAH y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura.	No se prevén afectaciones a alguna zona arqueológica en los terrenos adquiridos para el Proyecto. En caso de que se llegaran a encontrar vestigios arqueológicos en el área del Proyecto, el promovente obtendrá el Permiso para la realización de obras y la liberación del sitio Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).	Informativo
UGA-285	**PROGRAMA DE MANEJO**		El proyecto se ajustará a lo establecido en el Programa de Manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango, conforme se detalla más adelante en el presente capítulo.	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Dado que este ordenamiento no establece criterios específicos aplicables, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias correspondientes a las UGA con incidencia en el área de estudio, y a las cuales el proyecto puede dar cumplimiento conforme a su naturaleza.

Tabla II.9. Estrategias aplicables al proyecto por incidencia en las UGA’s del POEREQ. Elaboración propia.

UGA’s	Estrategia	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Estrategias Generales			
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-319 UGA-321	**EG01.** Actualizar la normatividad aplicable en materia ambiental y urbana para dar certeza al aprovechamiento de los recursos naturales y usos de suelo, de acuerdo a las políticas ambientales, aptitudes y vocaciones del suelo, establecido en el presente Programa de Ordenamiento Ecológico.	Si bien el proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos naturales, en el presente capítulo se expone la forma en que su desarrollo se ajusta a los instrumentos normativos aplicables, respetando los usos de suelo y las demás políticas ambientales establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico correspondiente.	Informativo
UGA-70 UGA-100	**EG03.** Implementar programas para la captación, almacenamiento, y aprovechamiento de agua de lluvia, así como de tratamiento y reutilización de aguas residuales.	En atención a este criterio, el proyecto prevé el manejo adecuado de las aguas residuales generadas en los frentes de obra mediante la instalación de sanitarios portátiles. Los residuos sanitarios y aguas residuales producidos, serán recolectados y transportados para su disposición final por una empresa especializada en el manejo de este tipo de residuos. Esta medida se implementará desde el inicio de las obras y se mantendrá durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.	**SUELO:** 14
UGA-70 UGA-100	**EG04.** Restringir la disposición de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales sin tratamiento en sistemas riparios y cuerpos de agua.	El proyecto establece una gestión diferenciada de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, contemplando almacenamiento temporal en condiciones controladas, recolección periódica y disposición final mediante empresas autorizadas. Se prohibirá expresamente el abandono de residuos en cuerpos de agua, cauces naturales o áreas no autorizadas.	**SUELO:** 08, 09, 11, 12, 13, 15, 16, 17 **AGUA:** 31

CONSULTA PÚBLICA

UGA’s	Estrategia	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-70 **UGA-100**	**EG09.** Promover la expansión de la cobertura vegetal en las áreas urbanas y periurbanas, el pago por servicios ambientales, forestaciones y reforestaciones como acciones de descarbonización del Estado de Querétaro.	El proyecto integra acciones de restauración y compensación ambiental que consideran la estabilización de taludes mediante la cobertura vegetal y la reincorporación de suelo orgánico, con el fin de favorecer la recuperación de la cubierta vegetal y contribuir a los esfuerzos de descarbonización en el estado de Querétaro.	**SUELO:** 05, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36, 37
UGA-70 **UGA-100**	**EG12.** Promover que la reforestación y la creación de áreas verdes se realicen con especies nativas de la región.	Las actividades de revegetación y restauración contempladas en el proyecto consideran el uso de especies nativas de la región, priorizando aquellas con valor ecológico y adaptadas a las condiciones locales.	**SUELO:** 19, 20 **FLORA:** 35, 36, 37
Estrategias de Protección y Conservación			
UGA-119 **UGA-132** **UGA-165** **UGA-193** **UGA-200** **UGA-202** **UGA-204**	**EPC03.** Establecer un programa de monitoreo de la biodiversidad y de los ecosistemas que sirva de base para contar con información suficiente para la implementación de proyectos y acciones específicas de protección, conservación, restauración o aprovechamiento de los recursos naturales.	El proyecto realiza monitoreos previos al inicio de las obras, orientados a evaluar las condiciones de biodiversidad en el área de estudio, con el objetivo de identificar la composición de flora y fauna, incluyendo especies con algún estatus de protección o carácter endémico. Esta información técnica permitirá sustentar la toma de decisiones para su protección y manejo durante el desarrollo del proyecto.	**FLORA:** 34, 35, 38, 39, 40 **FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45
UGA-70 **UGA-100** **UGA-119** **UGA-121** **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-319** **UGA-321**	**EPC04.** Implementar programas o proyectos que aseguren la conservación de la vegetación nativa y el funcionamiento de los procesos ecológicos de los ecosistemas.	El proyecto prevé la conservación de la vegetación nativa mediante el rescate de individuos de interés ecológico previo al desmonte, su resguardo temporal en viveros autorizados y la ejecución de actividades de reforestación con especies adaptadas a la región. La remoción de la cobertura vegetal se realizará de manera gradual y selectiva, minimizando la alteración de la estructura del ecosistema y favoreciendo la permanencia de vegetación aledaña al área de intervención.	**SUELO:** 19, 20 **FLORA:** 35, 36, 37, 38, 39 **FAUNA:** 41 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

UGA’s	Estrategia	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-70 UGA-100 UGA-119 UGA-121 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-319 UGA-321	**EPC07.** Implementar programas o proyectos enfocados en la conservación y la restauración del suelo.	Se establecen acciones dirigidas a la protección y recuperación del suelo mediante la estabilización de taludes y el resguardo del suelo orgánico para su posterior uso en restauración. También se limita la exposición de suelos frágiles a vibraciones y tránsito de maquinaria pesada fuera de las áreas solicitadas.	**SUELO:** 01, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 32 **FLORA:** 37
UGA-70 UGA-100 UGA-119 UGA-121 UGA-132 UGA-135 UGA-165 UGA-166 UGA-169 UGA-190 UGA-193 UGA-200 UGA-201 UGA-202 UGA-204 UGA-265 UGA-269 UGA-280 UGA-319 UGA-321	**EPC09.** Crear un programa o proyectos para colocar señalética en las áreas de protección, conservación y restauración sobre temas de la historia, conservación, aspectos bióticos, información restrictiva y servicios ambientales de estas áreas.	El proyecto contempla la instalación de señalización ambiental en sitios estratégicos del derecho de vía y áreas asociadas a zonas de protección o restauración, con el propósito de informar al personal sobre restricciones de acceso, conservación de los recursos bióticos y acciones permitidas dentro del polígono del proyecto.	**FLORA:** 40, 45 **FAUNA:** 43, 45
UGA-70 UGA-100 UGA-119 UGA-132 UGA-133 UGA-160 UGA-165 UGA-166 UGA-193 UGA-200 UGA-202 UGA-204 UGA-269 UGA-275	**EPC11.** Fomentar el establecimiento de viveros regionales de especies nativas.	En atención a este criterio, el proyecto contempla el rescate de ejemplares de flora, incluyendo especies regionales nativas, previo a las actividades de desmonte. Dichos ejemplares serán trasladados y resguardados temporalmente en viveros para su conservación y posterior reincorporación en las acciones de restauración y reforestación.	**SUELO:** 20 **FLORA:** 35, 36, 37

Conclusión:

CONSULTA PÚBLICA

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 del 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.

Tabla II.10. Superficies de incidencias del AP con las UGA's del POEL El Marqués. Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
6	Protección	365,723	5.23
8	Aprovechamiento Sustentable	821,926	11.75
17	Protección	121	0.002
20	Aprovechamiento Sustentable	46,394	0.66
22	Protección	49,495	0.71
23	Aprovechamiento Sustentable	45,353	0.65
24	Aprovechamiento Sustentable	455,450	6.51
46	Desarrollo Urbano	154,749	2.21
48	Desarrollo Urbano	33,656	0.48
Incidencia		9,454	0.14
Total		**6,995,820**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

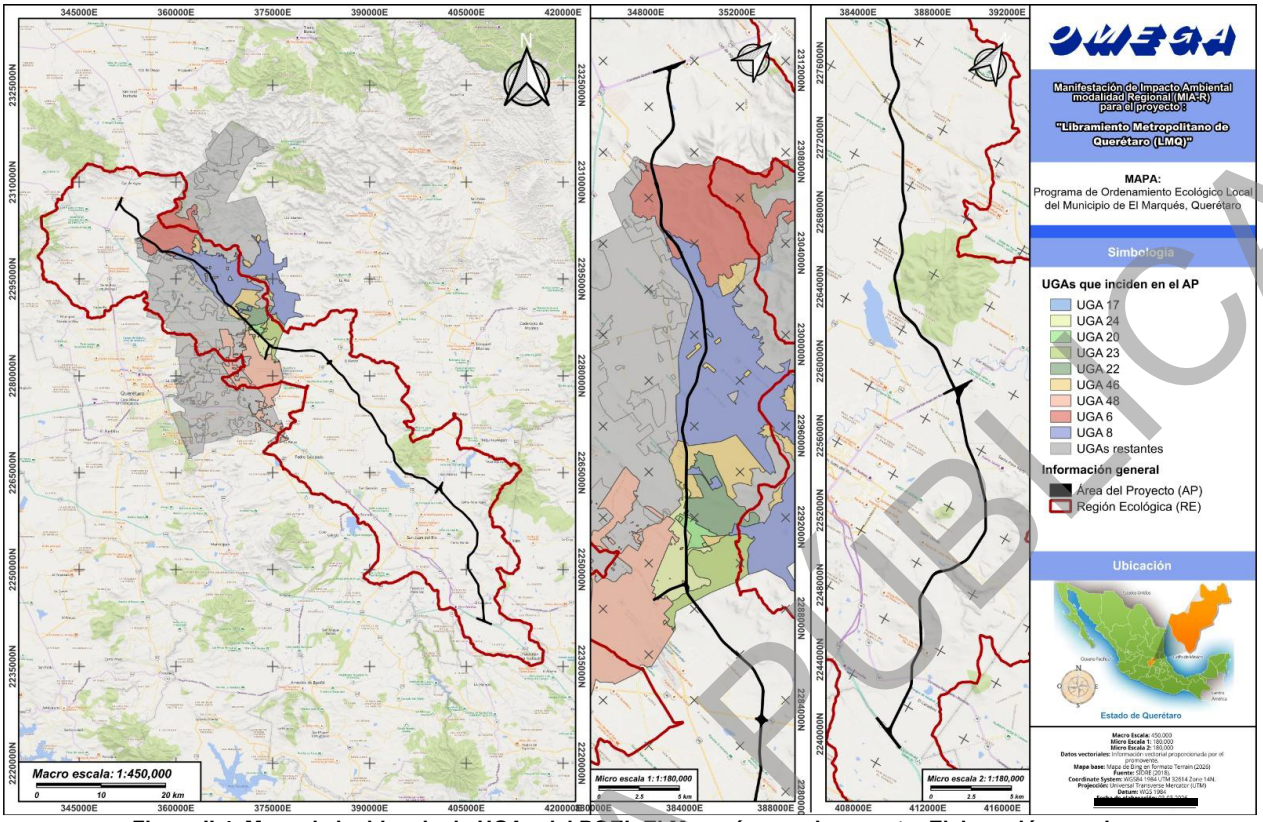


Figura II.4. Mapa de incidencia de UGAs del POEL El Marqués por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los Criterios aplicables al proyecto dentro de las UGA’s de incidencia.

Tabla II.11. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del El Marqués. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Criterios Generales				
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG01**	Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal original deberán comprobar que no afectarán a las poblaciones de flora y fauna endémicas o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001.	En cumplimiento de este criterio, previo a las actividades de desmonte y despalme se llevará a cabo el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna, incluyendo especies endémicas y aquellas enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010** (anteriormente NOM-059-SEMARNAT-2001). Como evidencia del cumplimiento de estas acciones, se mantendrán bitácoras de registro y documentación fotográfica del manejo de flora y fauna, la cual será presentada a manera de cumplimiento en caso de que el proyecto sea autorizado.	**FLORA:** 34, 35 **FAUNA:** 41, 42, 44, 45
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG02**	El diseño de proyectos deberá disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas particularmente selvas y bosques. Para ello deberá considerar el mantenimiento de grandes áreas de conservación con la	Dada la naturaleza del Proyecto no se pretende la realización de actividades que dañen significativamente al ecosistema, sin embargo, se contemplan medidas de mitigación para la protección de los ecosistemas presentes dentro del Proyecto, las cuales se describen en el Capítulo IV del presente documento.	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
		vegetación primaria y el uso preferente de las áreas de vegetación con menor estructura o calidad ambiental, se deberán mantener o crear corredores de vegetación nativa.	Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.	
UGA-6 UGA-8 UGA-17 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG04**	La extracción o utilización de especies de flora y fauna silvestre nativa deberá garantizar la permanencia de especies endémicas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	El manejo de flora y fauna silvestre se orientará a su protección y conservación, evitando la extracción o aprovechamiento de especies nativas. Para ello se realizará el rescate de ejemplares previo al inicio de las obras, realizando el ahuyentamiento y resguardo de fauna, en apego a proteger todas las especies, en especial aquellas que se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En todos los casos, quedará estrictamente prohibida la extracción de ejemplares silvestres.	**FLORA:** 34, 35, 39 **FAUNA:** 41, 42
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG05**	Los proyectos que requieran la instalación de cercas deberán garantizar que estas permitan el libre paso de la fauna silvestre.	Como parte del cumplimiento de este criterio, se construirán una serie de pasos de fauna a través de las adaptaciones de las obras de drenaje transversales para este proyecto. Esto con la finalidad de promover la conectividad biológica de la vida silvestre. Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	**Corredores biológicos:** 48
UGA-6 UGA-8 UGA-17 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG06**	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El desarrollo del proyecto incorpora medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar deterioro severo del suelo y, en su caso, promover su recuperación funcional. Se contempla la estabilización de taludes, protección de zonas de corte, resguardo y posterior aprovechamiento del suelo orgánico para restauración, así como revegetación con especies de la región.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 31, 32 **FLORA:** 37 **PAISAJE:** 49
UGA-6 UGA-8 UGA-17 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CG07**	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica, se deberán integrar en las actividades a propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	Con la ejecución de las acciones de compensación ambiental se promoverá la participación local, mediante la difusión en sitio para que las personas interesadas puedan involucrarse activamente en su implementación.	Informativo
Protección de la biodiversidad (flora, fauna y ANP)				
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB03**	Las áreas a recuperar serán seleccionadas a partir de consulta entre el municipio y personas afectadas.	Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
			revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB04**	Se sancionará la extracción sin permiso de flora y fauna nativa, sobre todo de aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo.	Se prohibirá la colecta, caza, tráfico o daño de flora y fauna silvestre por parte del personal, incluyendo aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo. A través de la brigada ambiental, se realizará la supervisión y capacitación para asegurar el cumplimiento de este criterio.	**FLORA:** 34, 40 **FAUNA:** 42, 44, 45
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB05**	El aprovechamiento de especies en peligro de extinción afectada por el comercio está sujeto a reglamentación, requerirá previa concesión y presentación de un permiso.	No se contempla el aprovechamiento de ninguna especie, ni con fines comerciales ni de cualquier otra índole, incluyendo aquellas en categoría de riesgo. Por el contrario, previo al inicio de las actividades constructivas se implementarán acciones de rescate y reubicación de ejemplares, en especial aquellas con estatus de protección, conforme a lo dispuesto en NOM-059-SEMARNAT-2010.	**FLORA:** 35, 36 **FAUNA:** 41, 42
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB06**	La introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente invasoras o exóticas, se debe evitar, y contar con las autorizaciones o visto bueno de las instancias en materia ambiental Federal, Estatal y/o municipal de acuerdo a su competencia.	El proyecto evita la introducción o liberación de especies exóticas o potencialmente invasoras. En caso de detectarse especies invasoras dentro del área del proyecto, se procederá a su remoción para impedir su propagación, priorizando la conservación de la biota nativa.	**FLORA:** 39 **FAUNA:** 40, 44
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB07**	Se deberán tomar todas las medidas necesarias para la compensación y minimización del daño a la flora y fauna indicadas en la norma oficial mexicana, sobre la ubicación de sitios con condiciones suficientes para la reubicación de organismos vivos, que garantice la mayor supervivencia de estos, y permita el desplazamiento de la fauna a zonas menos perturbadas y limite el acceso de la fauna a zonas de peligro.	Se implementarán medidas de rescate y reubicación de flora y fauna previo al desmonte, seleccionando sitios con condiciones adecuadas para su supervivencia. Para fauna, se aplicarán protocolos de ahuyentamiento y establecimiento de zonas de exclusión en presencia de nidos activos, además de señalización y control de velocidad para reducir riesgos durante la construcción.	**FLORA:** 35, 36 **FAUNA:** 41, 43
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CB08**	La restauración del territorio se deberá realizarse mediante prácticas de repoblación con especies leñosas y herbáceas de la región.	En el apartado de restauración, se incluirá la reincorporación de suelo orgánico previamente resguardado y la revegetación de taludes y áreas temporales mediante dispersión de semillas y establecimiento de cobertura vegetal con especies de la región, favoreciendo la recuperación del sitio previo a la perturbación generado por el proyecto.	**SUELO:** 5, 19, 20 **FLORA:** 37
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22	**CB09**	La introducción de especies exóticas sólo podrá realizarse cuando exista suficiente evidencia experimental,	El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas; la restauración y revegetación se realizará con especies nativas de la región, evitando riesgos	**FLORA:** 37, 39

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48		validada por instituciones de investigación que demuestren que estas no	ecológicos asociados a especies no locales.	
Manejo sustentable del agua				
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CMA02**	Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas (ejemplo: NOM-001- SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-ECOL-1997, NOM-001-CONAGUA-2001) o las condiciones particulares de descarga, según sea caso v procurar su reúso.	Durante la etapa de preparación y construcción no se realizarán descargas directas de aguas residuales a cuerpos receptores. En los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles cuya limpieza y disposición final de aguas residuales será realizada por una empresa especializada con permisos vigentes, garantizando su manejo conforme a las disposiciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021 (antes NOM-001-SEMARNAT-1996) y la NOM-002-SEMARNAT-1996.	**AGUA:** 14
UGA-6 UGA-8 UGA-20 UGA-22 UGA-23 UGA-24 UGA-46 UGA-48	**CMA03**	Es una condicionante para la sustentabilidad el mantener la cobertura vegetal natural en una franja de al menos 100 metros a partir del límite de la zona federal a ambos lados del cauce de ríos y arroyos, con excepción de casos de necesidad por fines sanitarios, previa autorización de la autoridad competente.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50

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.

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla II.12. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Colón. Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
20	Conservación	4,640	0.07
26	Aprovechamiento sustentable	561,689	8.03
31	Restauración	149,099	2.13
32	Restauración	22,132	0.32
37	Urbana	480,884	6.87
Sin incidencia		5,777,376	82.58
Total		**6,995,820**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

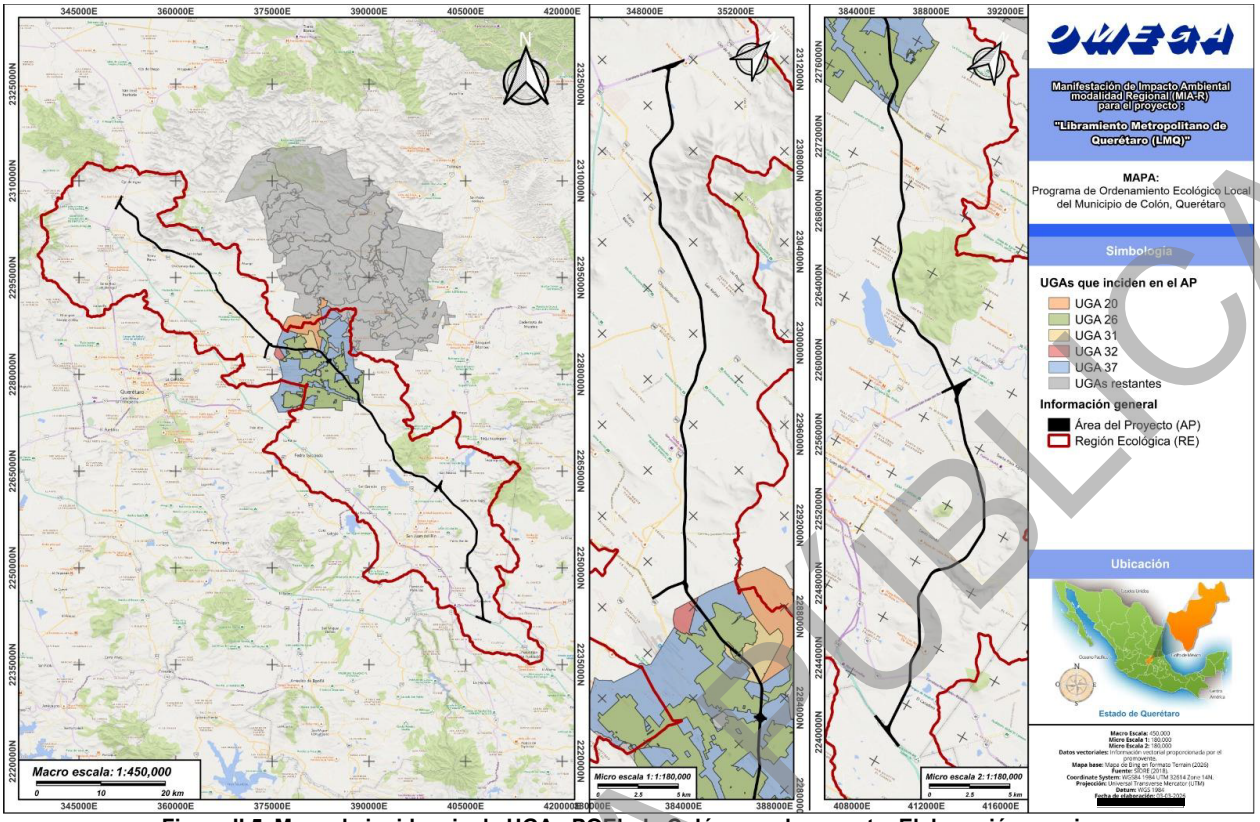


Figura II.5. Mapa de incidencia de UGAs POEL de Colón por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los Criterios aplicables al proyecto dentro de las UGA’s de incidencia.

Tabla II.13. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio del Colón. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Criterios Generales				
UGA-20 **UGA-26** **UGA-31** **UGA-32** **UGA-37**	**CG01**	Los proyectos que modifiquen la cobertura vegetal original deberán comprobar que no afectarán a las poblaciones de flora y fauna endémicas o dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001	Las actividades se limitarán al Derecho de Vía autorizado, evitando ampliaciones fuera del área. La fauna y flora, incluyendo individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán protegidos mediante rescate, ahuyentamiento y restricciones en el tránsito de maquinaria. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 24 **FLORA:** 34, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42
UGA-20 **UGA-26** **UGA-31** **UGA-32** **UGA-37**	**CG02**	El diseño de proyectos deberá disminuir al máximo posible la fragmentación de los ecosistemas. Para ello deberá considerar el mantenimiento de grandes áreas de conservación con la vegetación primaria y el	Las actividades se limitarán al Derecho de Vía autorizado, evitando ampliaciones fuera del área. La fauna y flora, incluyendo individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán protegidos mediante rescate,	**SUELO:** 24 **FLORA:** 34, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
		uso preferente de las áreas de vegetación con menor estructura o calidad ambiental; se deberán mantener o crear corredores de vegetación nativa.	ahuyentamiento y restricciones en el tránsito de maquinaria. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CG05**	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de barreras, bordos o cercas deberán garantizar que éstas permitan el libre paso de la fauna silvestre.	Como parte del cumplimiento de este criterio, se construirán una serie de pasos de fauna a través de las adaptaciones de las obras de drenaje transversales para este proyecto. Esto con la finalidad de promover la conectividad biológica de la vida silvestre. Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	**CORREDORES BIOLÓGICOS:** 48
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CG06**	La realización de obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.	El desarrollo del proyecto incorpora medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar deterioro severo del suelo y, en su caso, promover su recuperación funcional. Se contempla la estabilización de taludes, protección de zonas de corte, resguardo y posterior aprovechamiento del suelo orgánico para restauración, así como revegetación con especies de la región.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 31, 32 **FLORA:** 37 **PAISAJE:** 49
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CG07**	Durante la elaboración y ejecución de un programa para la restauración ecológica, se deberán integrar en las actividades a propietarios, poseedores, organizaciones sociales, públicas o privadas, pueblos indígenas, gobiernos locales y demás personas interesadas.	Con la ejecución de las acciones de compensación ambiental se promoverá la participación local, mediante la difusión en sitio para que las personas interesadas puedan involucrarse activamente en su implementación.	Informativo
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CG08**	Para la restauración de áreas deforestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación de modo que favorezca el desarrollo de la estructura del ecosistema original.	Las actividades se limitarán al Derecho de Vía autorizado, evitando ampliaciones fuera del área. La fauna y flora, incluyendo individuos enlistados en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán protegidos mediante rescate, ahuyentamiento y restricciones en el tránsito de maquinaria. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 24 **FLORA:** 34, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Actividades Forestales				
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CF01**	En las áreas forestales, de protección, conservación, restauración o en las zonas aledañas a las mismas, las acciones de reforestación deberán considerar las especies regionales y las densidades naturales de la vegetación en la zona o región. Preferentemente quedan excluidas del plan las especies de eucalipto, jacaranda, pirul y casuarina por su alta competitividad y alta demanda de agua.	Se realizará la revegetación con especies nativas de la región, seleccionadas conforme a las asociaciones vegetales presentes en el sitio y a las densidades naturales registradas en campo. No se considera la introducción de especies exóticas ni de alta demanda de agua o comportamiento invasivo. La planeación de la reforestación prioriza la recuperación de la estructura y composición original del ecosistema, incorporando estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo cuando las condiciones del sitio lo permitan, favoreciendo así la funcionalidad ecológica y la resiliencia del sistema. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030*.	**SUELO**: 24 **FLORA**: 37, 39
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CF02**	En la ejecución de los proyectos autorizados se deberá restringir el tránsito de todo tipo de vehículos fuera de los caminos ya establecidos en la UGA, para evitar perturbaciones al ecosistema.	Durante las etapas de preparación y construcción se delimitarán claramente los frentes de trabajo y las rutas internas, por lo que no se permitirá la apertura de brechas adicionales ni el tránsito fuera de las rutas preexistentes. Se implementará señalización interna, supervisión ambiental y capacitación al personal para asegurar el cumplimiento de esta disposición, evitando la compactación innecesaria del suelo, la remoción de vegetación fuera del área solicitada y la alteración de hábitats.	**SUELO:** 03, 18
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CF03**	Los terrenos forestales (vegetación nativa) que excepcionalmente tengan cambios de usos del suelo para la creación de proyectos de desarrollo, deberán estar sujetos a medidas de compensación ecológica. Se deberá mantener al menos la mitad de superficie de la vegetación del predio, incluyendo la franja perimetral de vegetación.	Como parte de la autorización ambiental de este proyecto, se realizará la gestión del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) ante la DGGFSOE, en donde se realizarán las estimaciones adicionales para las medidas de compensación requeridas y dictadas por esta autoridad ambiental. Asimismo, se implementarán acciones de rescate y reubicación de flora silvestre con la finalidad de rescatar individuos de flora silvestre conforme a la factibilidad de las acciones de rescate.	**SUELO:** 24 **FLORA:** 34, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CF07**	Si la autoridad competente, por excepción, autoriza desmontes en terrenos con vegetación forestal, se tendrá que reubicar el 60% de las especies leñosas y suculentas; y se deberá realizar de manera gradual conforme al avance de obra, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.		
Manejo sustentable del agua				
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA02**	Descargar las aguas residuales a los cuerpos receptores previo tratamiento, cumpliendo con las Normas Oficiales Mexicanas (ejemplo: NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-	Durante la etapa de preparación y construcción no se realizarán descargas directas de aguas residuales a cuerpos receptores. En los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles cuya limpieza y disposición final de aguas residuales será realizada por una empresa	**AGUA:** 14

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
		003- ECOL-1997, NOM-001-CONAGUA-2001) o las condiciones particulares de descarga, según sea el caso y procurar su reuso.	especializada con permisos vigentes, garantizando su manejo conforme a las disposiciones establecidas en la NOM-001-SEMARNAT-2021 (antes NOM-001-SEMARNAT-1996) y la NOM-002-SEMARNAT-1996.	
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA03**	Es una condicionante para la sustentabilidad el mantener la cobertura vegetal natural en una franja de al menos 100 metros a partir del límite de la zona federal a ambos lados del cauce de ríos y arroyos, con excepción de casos de necesidad por fines sanitarios, previa autorización de la autoridad competente.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA04**	En todos los escurrimientos se deberá favorecer el establecimiento y no remoción del estrato herbáceo.		
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA05**	Se deberán conservar los cauces de los ríos de la UGA cuya toponimia está reconocida por el INEGI, protegiendo la vegetación de galería y de otras coberturas vegetales naturales de la misma, en una franja de 50 metros a partir de la delimitación de la zona federal.		
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA06**	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos perenes de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 25 metros a partir de la delimitación de la zona federal del cauce. En caso de no existir delimitación de la zona federal se deberán proteger 30 metros en cada margen del escurrimiento.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA07**	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos efímeros de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 5 metros en cada margen del mismo.		

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA08**	Se deberán respetar la morfología natural de los cauces y escurrimientos de la UGA	Como parte de las soluciones constructivas, se establecerán obras de drenaje mayor (puentes) y menores (ODTs) en los terraplenes, así como cunetas y contracunetas en zonas de corte de terreno natural. Estas obras se construirán con características específicas de acuerdo con los resultados de los estudios hidrológicos, respetando los coeficientes y considerando los periodos de retorno.	**HIDROLOGÍA:** 31, 32, 33
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA09**	Cualquier obra que interrumpa los cauces o escurrimientos naturales de competencia federal deberá contar con la autorización correspondiente de la CNA o la SEMARNAT en el ámbito de sus competencias.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA10**	La construcción de caminos y todo tipo de infraestructura deberá evitarse dentro de las zonas ribereñas y de inundación de los cauces.	Como parte de las soluciones constructivas, se establecerán obras de drenaje mayor (puentes) y menores (ODTs) en los terraplenes, así como cunetas y contracunetas en zonas de corte de terreno natural. Estas obras se construirán con características específicas de acuerdo con los resultados de los estudios hidrológicos, respetando los coeficientes y considerando los periodos de retorno.	**HIDROLOGÍA:** 31, 32, 33
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CMA11**	En los cauces poco profundos (<30 cm) de la UGA deberán evitarse cualquier actividad, y deberá favorecerse el establecimiento de una zona de amortiguamiento que incluya, a partir del límite de la zona federal, al menos 5 m a cada lado del cauce.		
Protección de la biodiversidad (flora, fauna)				
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB02**	Se sancionará la extracción sin permiso de flora y fauna nativa, sobre todo de aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo.	Se prohibirá la colecta, caza, tráfico o daño de flora y fauna silvestre por parte del personal, incluyendo aquellas especies bajo alguna categoría de riesgo. A través de la brigada ambiental, se realizará la supervisión y capacitación para asegurar el cumplimiento de este criterio.	**FLORA:** 34, 40 **FAUNA:** 42, 44, 45

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB03**	El aprovechamiento de especies en peligro de extinción afectada por el comercio está sujeto a reglamentación, requerirá previa concesión y presentación de un permiso.	No se contempla el aprovechamiento de ninguna especie, ni con fines comerciales ni de cualquier otra índole, incluyendo aquellas en categoría de riesgo. Por el contrario, previo al inicio de las actividades constructivas se implementarán acciones de rescate y reubicación de ejemplares, en especial aquellas con estatus de protección, conforme a lo dispuesto en NOM-059-SEMARNAT-2010.	**FLORA:** 35, 36 **FAUNA:** 41, 42
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB04**	La introducción, cultivo o liberación de especies de flora y fauna, potencialmente invasoras o exóticas, se debe evitar, y contar con las autorizaciones o visto bueno de las instancias en materia ambiental Federal, Estatal y/o municipal de acuerdo con su competencia.	El proyecto evita la introducción o liberación de especies exóticas o potencialmente invasoras. En caso de detectarse especies invasoras dentro del área del proyecto, se procederá a su remoción para impedir su propagación, priorizando la conservación de la biota nativa.	**FLORA:** 39 **FAUNA:** 40, 44
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB05**	Se deberán tomar todas las medidas necesarias para la compensación y minimización del daño a la flora y fauna indicadas en la norma oficial mexicana, sobre la ubicación de sitios con condiciones suficientes para la reubicación de organismos vivos, que garantice la mayor supervivencia de estos, y permita el desplazamiento de la fauna a zonas menos perturbadas y limite el acceso de la fauna a zonas de peligro.	Se implementarán medidas de rescate y reubicación de flora y fauna previo al desmonte, seleccionando sitios con condiciones adecuadas para su supervivencia. Para fauna, se aplicarán protocolos de ahuyentamiento y establecimiento de zonas de exclusión en presencia de nidos activos, además de señalización y control de velocidad para reducir riesgos durante la construcción.	**FLORA:** 35, 36 **FAUNA:** 41, 43
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB06**	La restauración del territorio se deberá realizarse mediante prácticas de repoblación con especies leñosas y herbáceas de la región.	En el apartado de restauración, se incluirá la reincorporación de suelo orgánico previamente resguardado y la revegetación de taludes y áreas temporales mediante dispersión de semillas y establecimiento de cobertura vegetal con especies de la región, favoreciendo la recuperación del sitio previo a la perturbación generado por el proyecto.	**SUELO:** 5, 19, 20 **FLORA:** 37
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB07**	La introducción de especies exóticas sólo podrá realizarse cuando exista suficiente evidencia experimental, validada por instituciones de investigación que demuestren que estas no constituyen un riesgo para los ecosistemas y la biodiversidad de la región.	El proyecto no contempla la introducción de especies exóticas; la restauración y revegetación se realizará con especies nativas de la región, evitando riesgos ecológicos asociados a especies no locales.	**FLORA:** 37, 39
UGA-20 UGA-26 UGA-31 UGA-32 UGA-37	**CB10**	Los proyectos de desarrollo de vías generales de comunicación deberán instalar estructuras que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre ambos flancos de la obra terminada, así como la señalización preventiva necesaria para reducir la exposición de la fauna al flujo vehicular.	El proyecto contempla la incorporación de infraestructura que favorece la conectividad ecológica entre ambos flancos de la vialidad, mediante la construcción de obras de drenaje que, además de su función hidráulica, permiten el tránsito de fauna silvestre en puntos estratégicos del trazo. De manera complementaria, durante la etapa de construcción se establecerán límites de velocidad y señalización preventiva para disminuir el riesgo de atropellamiento, así como acciones de ahuyentamiento previo al desmonte para facilitar el desplazamiento de ejemplares hacia zonas menos perturbadas.	**FAUNA:** 41, 43, 48

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
			Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	

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.

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

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla II.14. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Tequisquiapan. Elaboración propia.

UGA	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
6	Conservación	164,664	2.35
11	Aprovechamiento sustentable	104,501	1.49
14	Aprovechamiento sustentable	56,704	0.81
26	Protección	2,478	0.04
28	Aprovechamiento sustentable	395,199	5.65
29	Conservación	209,394	2.99
Sin incidencia		6,062,880	86.66
Total		**6,995,820**	**100.00**

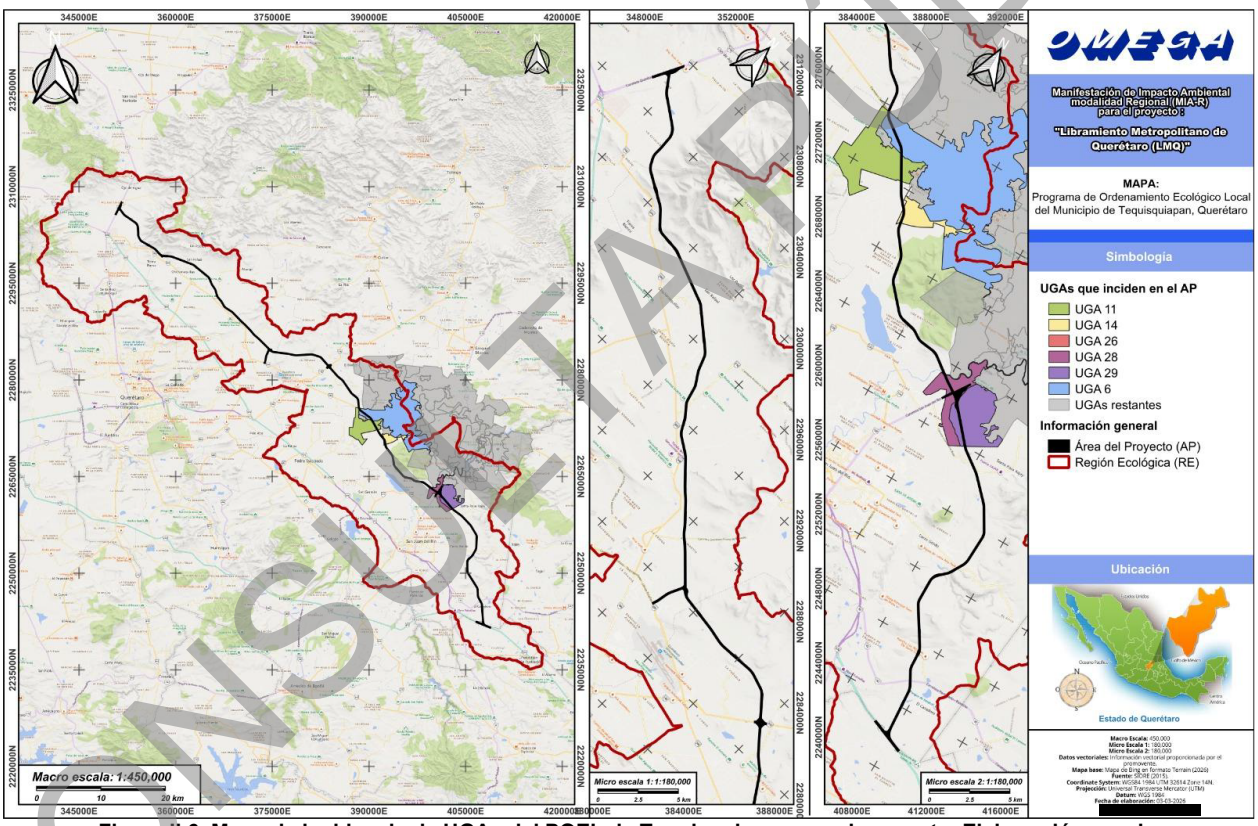


Figura II.6. Mapa de incidencia de UGAs del POEL de Tequisquiapan por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los Criterios aplicables al proyecto dentro de las UGA’s de incidencia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.15. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Conservación				
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co01**	Promover la reforestación de la UGA con especies nativas de todo tipo de estrato.	Se realizará la revegetación mediante la reincorporación de ejemplares previamente rescatados, priorizando especies nativas representativas de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo presentes en el área de influencia.	**SUELO:** 20 **FLORA:** 35, 36, 37 **PAISAJE:** 49
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co05**	Promover técnicas de manejo e infraestructura para la conservación de suelo y agua, tanto las oficiales sancionadas por SEMARNAT, SAGARPA o CONAGUA, como otras sugeridas por instituciones académicas y tecnológicas nacionales o internacionales.	En atención a este criterio, para la conservación del suelo y el agua se implementarán acciones de estabilización de taludes, control de erosión, delimitación de áreas de tránsito de maquinaria, protección de suelos vulnerables y manejo diferenciado de materiales producto de excavación. Asimismo, se adoptarán medidas preventivas para evitar la contaminación por combustibles o residuos, fortaleciendo la conservación integral del suelo y su relación directa con el recurso hídrico. De igual forma, se incorporará infraestructura hidráulica transversal y longitudinal que permita respetar y mantener la dinámica natural de los escurrimientos superficiales.	**SUELO:** 01, 02, 05, 19, 21, 22, 23 **AGUA:** 31, 32, 33
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co09**	Realizar prácticas de preservación de la vegetación natural de la UGA.	Las actividades de desmonte se desarrollarán de manera gradual y sectorizada, priorizando técnicas selectivas que reduzcan intervenciones fuera del Derecho de Vía solicitado. Se prevé el rescate y conservación temporal de ejemplares de relevancia ecológica o con estatus de protección, así como la prevención de daños a flora aledaña y la remoción de especies exóticas invasoras, contribuyendo a la preservación de la vegetación natural dentro del área del proyecto.	**FLORA:** 03, 34, 35, 37, 38, 39 **PAISAJE:** 49
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-28 UGA-29	**Co10**	Fomentar el establecimiento de viveros de especies de mezquite, encino y matorral crassicaule y subtropical	El proyecto contempla el traslado y conservación temporal de ejemplares rescatados en vivero previo a su reincorporación en actividades de restauración, lo que fortalece la disponibilidad de especies nativas propias de los ecosistemas presentes en la zona, incluyendo aquellas características de matorral y comunidades arbóreas locales.	**FLORA:** 35, 36 **SUELO:** 20
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-28 UGA-29	**Co14**	En todos los escurrimientos se deberá favorecer el establecimiento y no remoción del estrato herbáceo.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co15**	Se deberán conservar los cauces de los ríos de la UGA cuya toponimia está reconocida por el INEGI, protegiendo la vegetación de galería y de otras coberturas vegetales naturales de la misma, en una franja de 50 metros a partir de la delimitación de la zona federal.		

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co16**	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos perenes de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 25 metros a partir de la delimitación de la zona federal del cauce. En caso de no existir delimitación de la zona federal se deberán proteger 30 metros en cada margen del escurrimiento.	con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co17**	Desarrollar prácticas de conservación de los escurrimientos efímeros de la UGA, protegiendo la vegetación natural de la misma, en una franja de 5 metros en cada margen del mismo.	Como parte de la gestión ambiental de este proyecto, se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA sobre las zonas federales de incidencia dentro del área del proyecto (AP). Una vez dictaminadas estas superficies a través de dicha opinión, se realizará la gestión correspondiente para la solicitud de la superficie y la implementación de medidas específicas para la recuperación de estos ecosistemas. Se implementará la reincorporación de suelo orgánico y material vegetal, junto con la dispersión de semillas locales. Las especies rescatadas, incluidas las enlistadas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**, serán conservadas en vivero y reintroducidas en las labores de revegetación, contribuyendo a la recuperación de la cobertura vegetal y la estructura del suelo dentro del área del proyecto. Asimismo, se implementarán las acciones destinadas para la compensación a través de lo que esta autoridad dentro del *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.*	**SUELO:** 5, 19, 20, 24 **FLORA:** 35, 36 **PAISAJE:** 50
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co18**	Se deberán respetar la morfología natural de los cauces y escurrimientos de la UGA		
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co19**	Cualquier obra que interrumpa los cauces o escurrimientos naturales de competencia federal deberá contar con la autorización correspondiente de la CNA o la SEMARNAT en el ámbito de sus competencias.		
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-28 UGA-29	**Co20**	La construcción de caminos y todo tipo de infraestructura deberá evitarse dentro de las zonas ribereñas y de inundación de los cauces.		
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-28 UGA-29	**Co21**	El diseño de ingeniería de caminos o cualquier tipo de infraestructura sobre cauces deberá discutirse y sustentarse dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente, dependiendo de las atribuciones federales, estatales o municipales en la materia.	Como parte del cumplimiento ambiental a este criterio, se somete la presenta Manifestación de Impacto Ambiental ante la DGIRA de la SEMARNAT con la finalidad de evaluar la factibilidad ambiental y obtener la resolución administrativa favorable para la implementación del proyecto.	Informativo
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co22**	Para la restauración de áreas deforestadas se deberá promover el establecimiento de estratos de vegetación de modo que favorezca el desarrollo de la estructura del ecosistema original.	El proyecto contempla acciones de restauración ambiental empleando material de suelo orgánico resguardado y la reincorporación de especies nativas rescatadas, favoreciendo el desarrollo de una estructura vegetal con representación de los estratos herbáceo, arbustivo y arbóreo. Esta estrategia se orienta a la recuperación funcional de las zonas intervenidas	**FLORA:** 35, 36, 37, 20 **SUELO:** 20 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
			priorizando especies propias del ecosistema local.	
UGA-6 **UGA-29**	**Co23**	Cualquier obra o actividad que requiera cambio de uso de suelo forestal, estará sujeto a la autorización en materia de impacto ambiental en el ámbito federal, estatal o municipal y a la presentación de un —Estudio Técnico Justificativo Federal para cambio de uso del suelo‖. En todo caso el diseño del proyecto en cuestión deberá garantizar: a) la continuidad de los procesos físicos, biológicos y ecológicos naturales en la UGA, b) la conectividad de los ecosistemas, c) las condiciones necesarias para la subsistencia, desarrollo y evolución de las poblaciones de flora y fauna silvestres. y presentar las garantías que establecen las legislaciones ambientales de los tres órdenes de gobierno al respecto. Para el caso municipal, la garantía deberá ser a favor del Fondo o fideicomiso verde consignado en el criterio Co03.	En cumplimiento a este criterio y toda vez que el Proyecto se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente. Asimismo, el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) será solicitado ante la DGGFSOE. Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	Informativo
UGA-6 **UGA-11** **UGA-14** **UGA-26** **UGA-28** **UGA-29**	**Co24**	En los cauces poco profundos (<30 cm) de la UGA deberán evitarse cualquier actividad, y deberá favorecerse el establecimiento de una zona de amortiguamiento que incluya, a partir del límite de la zona federal, al menos 5 m a cada lado del cauce.	Como parte de las soluciones constructivas, se establecerán obras de drenaje mayor (puentes) y menores (ODTs) en los terraplenes, así como cunetas y contracunetas en zonas de corte de terreno natural. Estas obras se construirán con características específicas de acuerdo con los resultados de los estudios hidrológicos, respetando los coeficientes y considerando los periodos de retorno.	**HIDROLOGÍA:** 31, 32, 33
UGA-6 **UGA-11** **UGA-14** **UGA-26** **UGA-28** **UGA-29**	**Co25**	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de barreras, bordos o cercas deberán garantizar que éstas permitan el libre paso de la fauna silvestre.	Como parte del cumplimiento de este criterio, se construirán una serie de pasos de fauna a través de las adaptaciones de las obras de drenaje transversales para este proyecto. Esto con la finalidad de promover la conectividad biológica de la vida silvestre. Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	**CORREDORES BIOLÓGICOS:** 48
UGA-6 **UGA-11** **UGA-14** **UGA-28** **UGA-29**	**Co26**	Los proyectos, obras y actividades que requieran la instalación de campamentos o infraestructura temporal deberán aprovechar preferentemente las áreas abiertas libres de vegetación, y ubicarse en zonas al menos a una distancia de 100 metros de cauces y cuerpos de agua	Las instalaciones temporales se ubicarán preferentemente en superficies previamente impactadas o con escasa cobertura vegetal, manteniendo distancias de seguridad respecto a cuerpos y cursos de agua, y evitando la ocupación de zonas con alto valor ecológico.	**FLORA:** 38 **SUELO:** 23 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Co27**	Se deberán mantener sin alteración los canales de comunicación entre los cuerpos de agua naturales y se deberán rehabilitar aquellos que presenten degradación.	Como parte de las soluciones constructivas, se establecerán obras de drenaje mayor (puentes) y menores (ODTs) en los terraplenes, así como cunetas y contracunetas en zonas de corte de terreno natural. Estas obras se construirán con características específicas de acuerdo con los resultados de los estudios hidrológicos, respetando los coeficientes y considerando los periodos de retorno.	**HIDROLOGÍA:** 31, 32, 33
UGA-6 UGA-29	**Co28**	Si la autoridad competente, por excepción, autoriza desmontes en terrenos con vegetación forestal, éstos se deberán realizar de manera gradual conforme al avance de obra, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas.	En caso de autorizarse el retiro de vegetación, éste se realizará de forma progresiva conforme al avance constructivo, permitiendo la dispersión de la fauna hacia áreas contiguas. Se realizarán acciones de rescate, ahuyentamiento y reubicación de especies silvestres previo a las actividades de desmonte, con especial atención a especies bajo protección legal o endémicas.	**FAUNA:** 41, 42, 43, 44 **FLORA:** 34, 35, 37, 38 **SUELO:** 23
UGA-6 UGA-29	**Co29**	Se deberá restringir el tránsito de todo tipo de vehículos fuera de los caminos de la UGA.	Durante las etapas de preparación y construcción se delimitarán claramente los frentes de trabajo y las rutas internas, por lo que no se permitirá la apertura de brechas adicionales ni el tránsito fuera de las rutas preexistentes. Se implementará señalización interna, supervisión ambiental y capacitación al personal para asegurar el cumplimiento de esta disposición, evitando la compactación innecesaria del suelo, la remoción de vegetación fuera del área solicitada y la alteración de hábitats.	**SUELO:** 03, 18
Forestal				
UGA-6 UGA-11 UGA-14 UGA-26 UGA-28 UGA-29	**Fo02**	Se deberán emplear en las reforestaciones exclusivamente especies nativas y las densidades naturales, según el tipo de vegetación en su expresión local y de preferencia fomentando viveros locales.	La revegetación se llevará a cabo exclusivamente con especies nativas, incluyendo aquellas representativas de las comunidades presentes en el área de influencia. La propagación del material vegetal se realizará mediante los ejemplares previamente rescatados y, en su caso, mediante individuos provenientes de viveros locales que garanticen su adaptación a las condiciones ambientales del sitio.	**FLORA:** 35, 36 **SUELO:** 20
UGA-6 UGA-29	**Fo03**	Se debe dar preferencia a la rehabilitación de caminos de terracería existentes en vez de construir nuevas.	Se utilizará las vías de terracería previamente establecidas, evitando la apertura innecesaria de nuevos accesos y reduciendo la fragmentación de hábitats y la alteración del paisaje natural en el entorno del proyecto.	**PAISAJE:** 49, 50 **FLORA:** 38 **SUELO:** 23
Infraestructura				
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If01**	En los caminos que atraviesan áreas forestales, de conservación y restauración se considerará en su operación y mantenimiento, la no interrupción de corredores naturales y cauces de agua.	El diseño, operación y mantenimiento de la infraestructura carretera considera la integración de obras de drenaje transversal y longitudinal, que permitan el libre flujo de escurrimientos y la conectividad ecológica, evitando la interrupción de cauces y corredores biológicos dentro del área de intervención.	**AGUA:** 31, 32, 33 **FAUNA:** 41, 43 **FLORA:** 38 **SUELO:** 05, 21

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If04**	En la construcción de infraestructura carretera se deberá tomar en consideración el respeto de los recursos y valores paisajísticos del municipio.	La construcción del libramiento se restringirá al Derecho de Vía solicitado, manteniendo el ordenamiento de materiales y equipos de trabajo, y evitando la afectación visual adicional del entorno natural y municipal.	**PAISAJE:** 49, 50
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If05**	La construcción de caminos y carreteras deberán estar por lo menos a 200 m de zonas históricas o arqueológicas o estar sujeta a lo que en su momento dictamine el Instituto Nacional de Antropología e Historia en el ámbito de su competencia.	Las actividades del proyecto se realizarán estrictamente dentro de polígono solicitado, evitando intervenciones en áreas fuera del Derecho de Vía y garantizando la no afectación de zonas con valor histórico, arqueológico, paleontológico o cultural dentro del área del proyecto.	**SUELO:** 3 **PAISAJE:** 49
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If06**	Toda la infraestructura de conducción hidráulica deberá estar entubada.	Las obras de conducción hidráulica del proyecto se diseñarán de tubo de concreto, cajón de concreto y tubo de metal corrugado, esto para minimizar la alteración de la dinámica superficial del agua y reducir riesgos de erosión asociada.	**AGUA** 32, 33
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If07**	Los proyectos, obras y actividades que puedan causar un deterioro severo del suelo y sus recursos deberán llevar a cabo acciones de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural. Se entenderá que se puede causar un deterioro severo de los suelos, cuando, entre otras: se afecte su integridad física y su capacidad productiva; su uso cause un desequilibrio ecológico; se favorezca la erosión, degradación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos; se promueva la pérdida duradera de la cobertura vegetal; o, se genere deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo. En todo caso, y de ser autorizados, los proyectos, obras y actividades deberán cumplir de manera cabal con las condicionantes que las autoridades federales y estatales establezcan en el ámbito de sus competencias.	Se prevé la recuperación de suelos afectados mediante estabilización de taludes, control de erosión, reincorporación de suelo orgánico y limitación de actividades que favorezcan la degradación física o biológica del terreno, particularmente en zonas de corte o excavación.	**SUELO:** 01, 05, 19, 20, 21, 22, 23 **FLORA:** 35, 37
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If08**	Para toda obra o proyecto, durante las etapas de preparación y construcción, deberá mantenerse en todo momento una plataforma para el mantenimiento de equipo y maquinaria, la cual deberá contar con la infraestructura necesaria para garantizar la no infiltración de materiales peligrosos al subsuelo.	Durante las etapas de preparación y construcción no se realizará el mantenimiento de maquinaria en sitio, sino en talleres externos autorizados, esto con el objetivo de contaminar el subsuelo con materiales peligrosos.	**SUELO:** 06, 07, 13, 15
UGA-11 UGA-14 UGA-28	**If09**	En toda obra o proyecto, los materiales destinados para la construcción de infraestructura y el relleno de las zonas, deberá provenir preferentemente de las actividades de excavación y nivelación del proyecto, reduciendo el uso de materiales provenientes de otros sitios. Todos los materiales deberán ser	El material proveniente de cortes y excavaciones se reutilizará en actividades de terracería y nivelación cuando sea técnicamente viable, mientras que el suelo orgánico será resguardado para su posterior uso en procesos de revegetación.	**SUELO:** 20

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
		almacenados de manera tal que se garantice su no dispersión por agua o viento.		
UGA-11 **UGA-14** **UGA-28**	**If10**	En caso de que un proyecto de infraestructura pretenda emplear explosivos invariablemente se deberá acompañar la Manifestación de Impacto Ambiental de un Estudio de Riesgo Ambiental. El estudio de Riesgo Ambiental deberá contener las previsiones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín, lugares de empleo y establecer de manera clara e inequívoca los perímetros y salvaguardas de seguridad.	Para el desarrollo del proyecto Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ), el uso de explosivos no constituye una actividad continua, generalizada ni prioritaria en la estrategia constructiva. Su aplicación será de carácter estrictamente condicionado y eventual, limitándose únicamente a aquellas zonas donde, por las características geológicas del trazo, se requiera realizar cortes en suelo duro o roca que resulten inviables para los métodos de excavación mecánica convencional. El diseño constructivo y logístico del LMQ no contempla la instalación, construcción ni habilitación de polvorines, ni de ningún tipo de instalación para el almacenamiento temporal o permanente de materiales explosivos dentro del polígono del proyecto o sus áreas de influencia. En el escenario de requerirse el uso de explosivos, el suministro, manejo y detonación será subcontratado a través de una empresa especializada que cuente con todos los permisos vigentes ante la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA). Los materiales ingresarán al sitio de obra exclusivamente el día y hora programados para la voladura bajo estricta custodia, y cualquier remanente será retirado del sitio inmediatamente después de la actividad. Dado que este Criterio condiciona el Estudio Riesgo Ambiental (ERA) específicamente a las previsiones de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos o polvorín; al no existir dicha infraestructura dentro del proyecto, no se configuran los supuestos técnicos, operativos ni legales para la presentación de Manifestación de impacto ambiental con un ERA por almacenamiento de materiales peligrosos, al no existir la fuente de riesgo continuo en el sitio. Sin embargo, se tramitarán de manera oportuna, los permisos correspondientes para la compra, consumo y uso eventual de explosivos ante el Gobierno del Estado de Querétaro y las autoridades federales competentes (SEDENA), en cos de requerirse, apegándose estrictamente a la normatividad ambiental y de seguridad vigente aplicable a la regulación de estos materiales en el sitio de trabajo.	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-11 **UGA-14** **UGA-28**	**If13**	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender cualquier contingencia. La documentación respectiva que avale este criterio deberá presentarse como un anexo técnico dentro de la Manifestación de Impacto Ambiental respectiva.	Los campamentos de trabajo dispondrán de servicios sanitarios, agua potable y un sistema de gestión de residuos, incluyendo estrategias de respuesta ante contingencias, conforme a las disposiciones de protección civil y ambientales aplicables.	**SUELO:** 08, 11, 14 **AGUA:** 06, 13 **PAISAJE:** 50
UGA-6 **UGA-26** **UGA-29**	**If14**	Se deberá desalentar el establecimiento de infraestructura en la UGA.	Como parte del cumplimiento ambiental a este criterio, se somete la presenta Manifestación de Impacto Ambiental ante la DGIRA de la SEMARNAT con la finalidad de evaluar la factibilidad ambiental y obtener la resolución administrativa favorable para la implementación del proyecto. Asimismo, para demostrar la factibilidad ambiental del presente proyecto, se diseñarán medidas de prevención, mitigación y compensación para evitar un desequilibrio ecológico en caso de que el presente proyecto sea autorizado.	Informativo

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 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.

CONSULTA PÚBLICA

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 %.

Tabla II.16. Superficies de incidencias del AP con las UGA’s del POEL de Querétaro. Elaboración propia.

Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	Política ambiental	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
15	Urbana	11,151	0.16
16	Aprovechamiento Sustentable	212,756	3.04
20	Aprovechamiento Sustentable	371,633	5.31
26	Urbana	16,000	0.23
Sin incidencia		6,384,280	91.26
Total		**6,995,820**	**100.00**

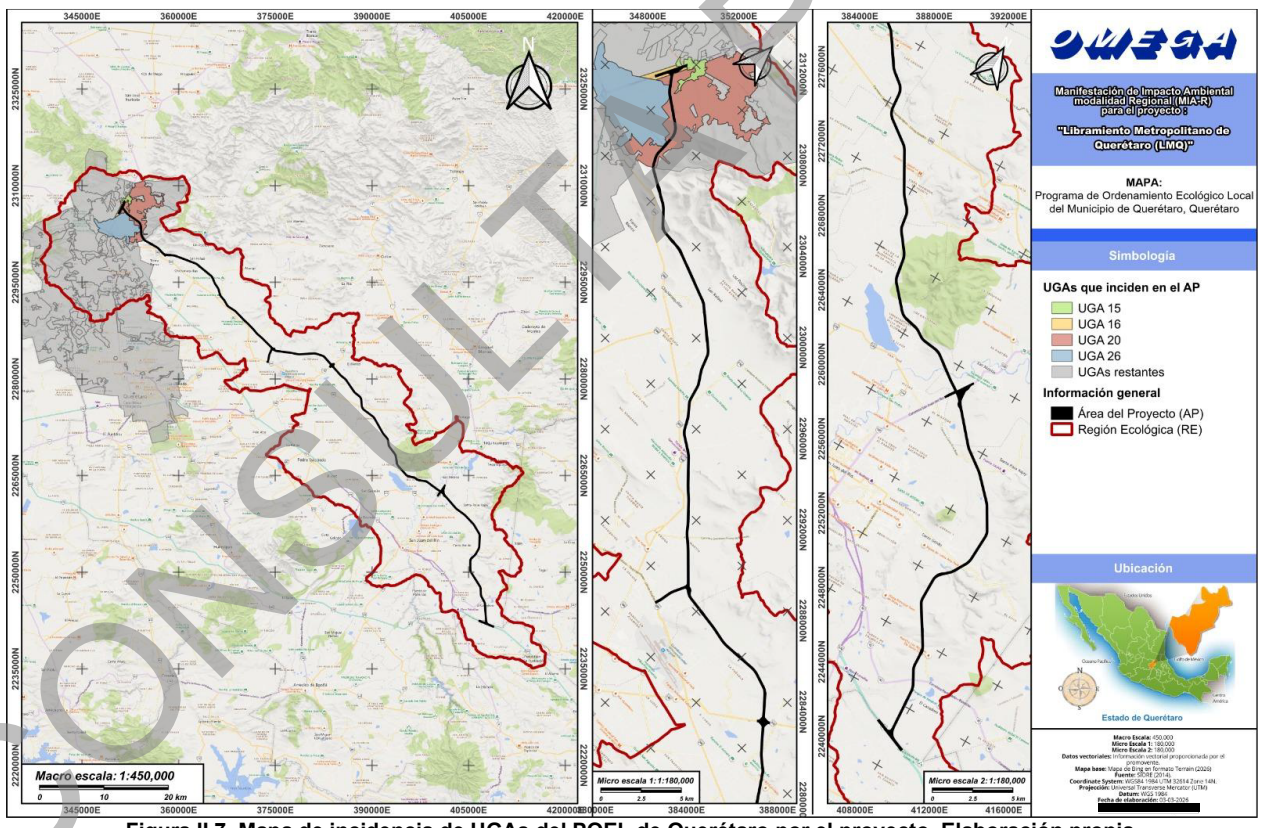


Figura II.7. Mapa de incidencia de UGAs del POEL de Querétaro por el proyecto. Elaboración propia.

A continuación, se presentan los Criterios aplicables al proyecto dentro de las UGA’s de incidencia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.17. Criterios específicos aplicables al proyecto de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro. Elaboración propia.

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Flora y Fauna Silvestre				
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-01**	La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio, con especial énfasis en proteger fragmentos de bosque tropical caducifolio.	El proyecto delimita estrictamente el área de intervención al Derecho de Vía solicitado, evitando afectaciones adicionales sobre fragmentos de bosque tropical caducifolio presentes en el territorio. Previo al desmonte se ejecutan acciones de rescate de flora y fauna, remoción progresiva y establecimiento de zonas de exclusión en caso de nidos activos, reduciendo la alteración directa del hábitat natural.	**SUELO:** 03 **FLORA:** 34, 35, 37, 38 **FAUNA:** 41
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-03**	La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM -059-SEMARNAT-2010.	Se prioriza la protección de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante identificación previa, rescate, reubicación, señalización informativa y supervisión en obra, evitando su afectación directa durante las etapas del proyecto.	**FLORA:** 34, 35, 40 **FAUNA:** 41, 45
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-04**	El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies de flora y fauna, al cambio de uso ilegal de terrenos forestales, incendios provocados y ocupaciones ilegales en zonas de conservación.	Se prohíbe la colecta, tráfico o daño a especies silvestres, así como la remoción fuera del polígono solicitado. La supervisión permanente y la delimitación física del área de obra previenen cambios de uso no autorizados y ocupaciones indebidas fuera del proyecto.	**SUELO:** 03 **FLORA:** 34 **FAUNA:** 42
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-05**	El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.	El proyecto contempla el rescate y resguardo temporal de ejemplares de flora en vivero y la reubicación de fauna silvestre previo a las actividades de desmonte, contribuyendo a la rehabilitación y conservación de individuos que pudieran verse afectados por las obras.	**FLORA:** 35, 36 **FAUNA:** 41
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-06**	La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.	Se integrará la participación del personal mediante la capacitación y concientización ambiental, promoviendo su involucramiento activo en la protección de la biodiversidad durante todas las etapas del proyecto.	**FLORA:** 40 **FAUNA:** 44
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-08**	El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.	Se prohíbe cualquier acto de crueldad, caza o afectación directa a la fauna silvestre, estableciendo supervisión y señalización interna, así como límites de velocidad en frentes de obra para reducir incidentes con fauna terrestre.	**FAUNA:** 42, 43
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**FFS-11**	La realización de las obras públicas o privadas con respecto a la protección de flora y fauna, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo con el dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	En cumplimiento de este criterio, el proyecto incorpora acciones de restauración ambiental en las superficies intervenidas de manera temporal, mediante la revegetación con especies nativas y la reincorporación de suelo orgánico previamente resguardado. Asimismo, el proyecto dará cumplimiento a las disposiciones que establezca la autoridad en el resolutivo en materia de impacto ambiental.	**SUELO:** 20, 24 **FLORA:** 36, 37

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Aprovechamiento Sustentable del Agua y los Ecosistemas Acuáticos				
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**ASAEA-03**	Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas forestales y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos.	Para mantener el equilibrio del ciclo hidrológico, en el proyecto se incluyen obras de drenaje transversal y longitudinal que tendrán mantenimiento y limpieza de frentes de obra para conservar escurrimientos naturales. La protección de suelos y la estabilización de taludes contribuyen a mantener la infiltración y reducir procesos erosivos que afecten el ciclo hidrológico.	**SUELO:** 05, 19 **AGUA:** 31, 32, 33
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**ASAEA-04**	La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos	Para mantener la preservación del agua se aplican medidas como manejo adecuado de residuos, control de derrames, disposición autorizada de aguas sanitarias y prohibición de vertidos en cauces o terreno natural.	**AGUA:** 06, 14, 15, 17 **SUELO:** 13
Preservación y Aprovechamiento Sustentable del Suelo y sus Recursos				
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PASSR-01**	El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas.	La ocupación del suelo se limitará exclusivamente al polígono del proyecto solicitado, procurando la congruencia con la vocación natural del terreno y evitando la alteración innecesaria de áreas externas	**SUELO:** 01, 03, 20, 21
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PASSR-06**	La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar un deterioro severo de los suelos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo al dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	El desarrollo del proyecto incorpora medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar deterioro severo del suelo y, en su caso, promover su recuperación funcional. Se contempla la estabilización de taludes, protección de zonas de corte, resguardo y posterior aprovechamiento del suelo orgánico para restauración, así como revegetación con especies de la región.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 31, 32 **FLORA:** 37 **PAISAJE:** 49
Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos				
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PCCAEA-01**	La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.	Para la prevención en la contaminación hídrica se realizará el almacenamiento controlado de residuos, contención de derrames, limpieza permanente de obra y prohibición de descargas no autorizadas en cuerpos de agua o escurrimientos.	**AGUA:** 31 **SUELO:** 08, 09, 13, 15
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PCCAEA-04**	Las aguas residuales de origen urbano y agropecuario deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo.	Durante la ejecución del proyecto se instalarán sanitarios portátiles para el personal de trabajo, a razón de un sanitario por cada 15 trabajadores. Los residuos sanitarios y aguas residuales generadas serán recolectados y transportados para su disposición final por una empresa especializada en manejo de residuos, procedimiento que se implementará desde el inicio de las obras y se mantendrá a lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto. En este sentido, no se realizarán descargas de aguas residuales hacia ríos, cuencas, vasos, aguas marinas ni otros cuerpos de agua.	**AGUA:** 31, 32, 33 **SUELO:** 6
UGA-15 UGA-16 UGA-20	**PCCAEA-06**	La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar	La posibilidad de que el proyecto genere contaminación del agua y afectación a los ecosistemas acuáticos se considera mínima	**AGUA:** 32, 33 **SUELO:** 15

CONSULTA PÚBLICA

UGA	Clave	Acciones específicas	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
UGA-26		contaminación del agua y de los ecosistemas acuáticos, deberán incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural, de acuerdo al dictamen en materia de impacto ambiental correspondiente.	debido a la naturaleza del proyecto. No obstante, el proyecto incorpora medidas preventivas y correctivas ante posibles derrames de sustancias peligrosas, así como el mantenimiento de las obras de drenaje para preservar la continuidad del flujo hídrico.	
Prevención y Control de la Contaminación del Suelo				
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PCCS-02**	Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.	Se realizará la separación, almacenamiento diferenciado y recolección periódica de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, evitando su dispersión o abandono en el área del proyecto.	**SUELO:** 08, 09, 11, 12, 16
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PCCS-03**	Prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.	Se realizará el manejo de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos; durante las diferentes etapas del proyecto, supervisando la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo.	**SUELO:** 11, 16, 18
UGA-15 UGA-16 UGA-20 UGA-26	**PCCS-05**	En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	En caso de derrames accidentales, se contará en campo con un kit de materiales absorbentes, como toallas absorbentes, musgo absorbente u otros dispositivos que permitan la contención inmediata de cualquier sustancia peligrosa que pueda entrar en contacto con el suelo, con el fin de restablecer las condiciones físico-químicas del suelo afectado.	**SUELO:** 13, 15

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.

CONSULTA PÚBLICA

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

II.2.1 Áreas Naturales Protegidas (ANPs)

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

Tabla II.18. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Área Natural Protegida (ANP)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Área de Protección de los Recursos Naturales Peña Colorada	-----	3,874
Parque Nacional Cerro de las Campanas	-----	>10,000
Parque Nacional El Cimatario	-----	>10,000

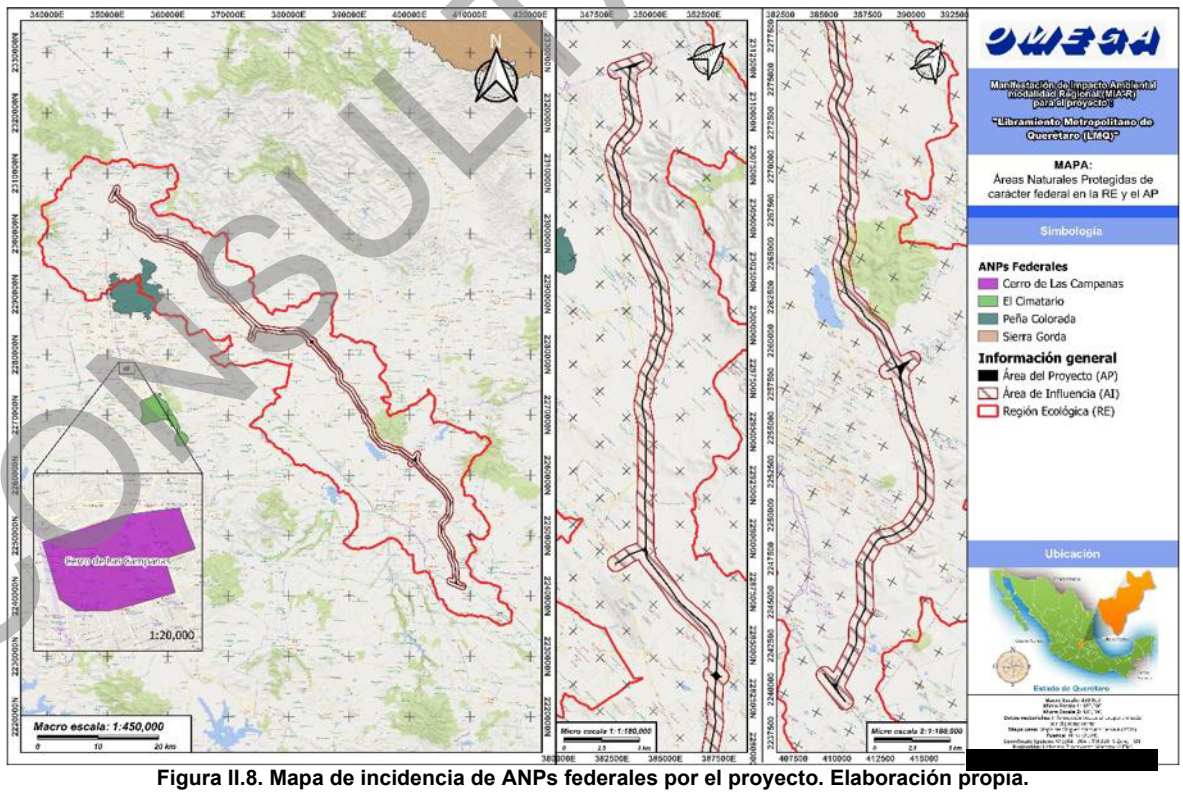


Figura II.8. Mapa de incidencia de ANPs federales por el proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla II.19. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Área Natural Protegida (ANP)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	26,734	-----
Parque Estatal Mario Molina Pasquel 1	-----	>10,000
Parque Estatal Mario Molina Pasquel 2	-----	>10,000
ZSCE El Tangano	-----	>10,000
Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 1	-----	>10,000
Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 2	-----	>10,000

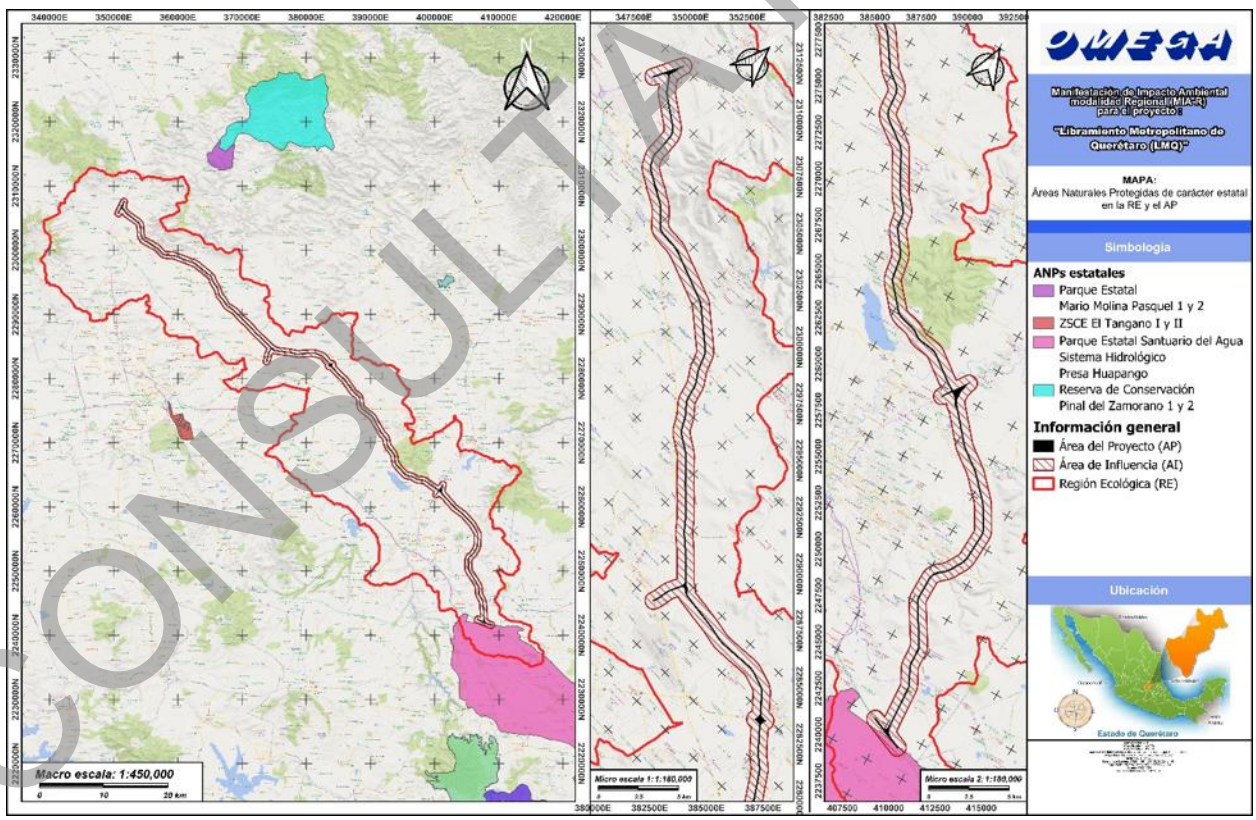


Figura II.9. Mapa de incidencia de ANPs estatales por el proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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.

El 16 de abril de 2018 se publicó en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el resumen de su Programa de Manejo. Con base en ello, el análisis de vinculación del proyecto se realiza conforme a las disposiciones establecidas en dicho instrumento. A continuación, se detalla la vinculación con el Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango:

Fecha de expedición del resumen del programa: 16 de abril de 2018.
Análisis de incidencia: Información cartográfica consultada en el portal SIGEIA.
Fuente de consulta:
https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2018/abr163.pdf

La incidencia del Área del Proyecto (AP) sólo incide en 2.6734 ha de la **zonificación de Aprovechamiento,** la cual se describe como:

“Las Zonas de Aprovechamiento tienen las siguientes características:

a) No contienen vegetación propia (original) de la región,

b) El estado en que se encuentran los ecosistemas contribuye de manera limitada a la provisión de servicios ambientales,

c) Áreas con cubierta forestal dispersa (bosque mixto no original),

d) Existen asentamientos humanos dispersos no consolidados entre Áreas de bosque no nativo,

e) Se practica la agricultura tradicional o convencional de manera intensiva y extensiva,

f) Áreas en donde se realizan actividades recreativas y de esparcimiento,

g) Espacios con procesos de conversión agrícola o infraestructura de agricultura tecnificada controlada (invernaderos, cultivos protegidos, agricultura protegida), así como establecimientos comerciales e industriales. Ocupan una superficie de 51,094.96 Has.

En estas zonas se podrán realizar obras públicas o privadas para el manejo de recursos naturales que generen beneficios a usuarios del ANP, habitantes locales y de la región, que guarden armonía con el paisaje, que no provoquen impactos ambientales permanentes y que estén sujetos a regulaciones de manejo sustentable de los recursos naturales, con apego estricto a los Programas de Manejo emitidos y aprobados por las dependencias”.

En la siguiente tabla se presenta la vinculación específica del proyecto con las reglas y disposiciones contenidas en el programa aplicables a su desarrollo.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.20. Reglas específicas aplicables al proyecto de acuerdo con el Resumen del Programa de Manejo del Parque Estatal denominado “Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango”. Elaboración propia.

Regla	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Regla 4.1 Sólo podrán autorizarse en el Área Natural Protegida, las obras o actividades que sean compatibles con lo establecido en la Declaratoria respectiva, en el Programa de Manejo, así como en las normas y demás disposiciones legales aplicables.	El proyecto corresponde a una vía general de comunicación de competencia federal, por lo que su ejecución se encuentra sujeta a autorización en materia de impacto ambiental y al cumplimiento de la Declaratoria y Programa de Manejo del ANP. Su desarrollo se limitará estrictamente al polígono solicitado sin intervención de superficies adicionales, incorporando acciones de protección de suelo, vegetación y fauna que evitan alteraciones fuera de las áreas solicitadas.	**SUELO:** 03, 23 **FLORA:** 37, 38 **FAUNA:** 41, 42 **PAISAJE:** 49
Regla 4.3 Obras que, en materia de impacto ambiental, requieran de autorización en los términos del Artículo 28 de la LGEEPA; J. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; K. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; L. Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear; M. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos; N. Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración; O. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; P. Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas; Q. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; R. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales; S. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; T. Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y U. Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.	Al tratarse de una obra listada en el artículo 28 de la LGEEPA (vía general de comunicación y cambio de uso de suelo en terrenos forestales), el proyecto contempla la tramitación de la autorización federal correspondiente. A través de la entrega de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional se integra la información referente al manejo de residuos, prevención de contaminación del suelo, protección de cuerpos de agua, y rescate de especies bajo estatus de protección, en congruencia con las disposiciones aplicables para actividades que pueden generar impactos ambientales relevantes.	**SUELO:** 01, 02, 06, 08, 09, 11, 15 **AGUA:** 31, 32 **FLORA:** 34, 35 **FAUNA:** 41
Regla 4.8 El impulso a la infraestructura técnica para fines agropecuarios, la red carretera e interconexión estarán permitidas en las Zonas de Aprovechamiento, previa autorización de la autoridad competente.	El Libramiento Metropolitano de Querétaro se desarrollará previa obtención de las autorizaciones correspondientes por parte de la autoridad ambiental federal, estatal y, en su caso, de la ANP involucrada, delimitando y ocupando estrictamente las áreas de intervención propuestas. No se contempla la apertura de caminos adicionales ni ampliaciones fuera del Derecho de Vía solicitado, a fin de evitar afectaciones innecesarias en áreas colindantes.	**SUELO:** 03, 23 **PAISAJE:** 49, 50

CONSULTA PÚBLICA

Regla	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Regla 6.3 Durante la realización de las actividades mencionadas y su permanencia del ANP deberá de acatar en todo momento lo siguiente: A. Atender desde el inicio y hasta el final de su permanencia del ANP las indicaciones del personal del Área, para protección de los ecosistemas y su propia seguridad. B. Respetar los señalamientos, los senderos, los miradores, las torres de observación, las casetas de vigilancia y el salón de usos múltiples. C. Evitar el acceso y desplazamiento por puntos geográficos o zonas de riesgo. D. Depositar los residuos sólidos en los recipientes y sitios exclusivos para ese fin. E. No alterar el orden, provocar molestias a los demás visitantes o poner en riesgo la seguridad de los demás. F. No provocar ningún tipo de alteración a los ecosistemas e infraestructura del ANP. G. No introducir armas de fuego o punzo-cortantes o sustancias que provoquen riesgos y peligros. H. No introducir bebidas alcohólicas ni drogas. I. No introducir equipos de sonido, ni generar ruidos o vibraciones que impacten el comportamiento de los animales silvestres y afecten a los visitantes. J. No extraer animales, plantas, rocas, arenas, suelo. K. Evitar la captura y caza de animales silvestres no afines a su investigación. L. No alimentar, acosar o perturbar a los animales silvestres. M. No acercarse a fauna nociva (ratas, perros y gatos ferales). N. No marcar ni plasmar grafitis en árboles, rocas e instalaciones del ANP. O. No hacer fogatas. P. Caminar exclusivamente por los senderos permitidos. Q. No practicar deportes o juegos en áreas ocupadas con bosque. R. No provocar incendios forestales. S. Abstenerse de hacer excavaciones profundas en el suelo y dentro del bosque. T. Abstenerse de remover o extraer material edáfico, florístico y de materia orgánica. U. Abstenerse de mover especímenes de poblaciones nativas de un área a otra o introducir animales provenientes de otra región. V. Evitar alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres. W. Evitar introducir plantas, semillas y animales domésticos. X. Evitar la apertura de caminos y senderos en zonas del ANP no explicitas para ellos. Y. Abstenerse de utilizar lámparas o fuentes luminosas para aprovechamiento u observación de la vida silvestre. El uso de motores para recreación acuática queda a consideración de la autorización del consejo del ANP.	Durante la permanencia en el ANP, el personal acatará las disposiciones internas, respetará señalización y límites establecidos, evitará la extracción o afectación de flora, fauna y suelo, y no realizará actividades distintas a las autorizadas. Se implementará separación y disposición adecuada de residuos, uso de sanitarios portátiles temporales, prohibición de caza o colecta, rescate previo de ejemplares, protección de sitios de anidación, control de velocidad y reducción de iluminación que pueda alterar a la fauna. Asimismo, no se abrirán caminos adicionales ni se intervendrán zonas no autorizadas.	**SUELO:** 03, 11, 12, 14, 16, 18, 23, **FLORA:** 34, 37 **FAUNA:** 41, 42, 43, 46, 47 **PAISAJE:** 49
Regla 19.3. Para el caso de usos y/o actividades que se encuentren dentro de los supuestos del Artículo 28 de la LEGEEPA deberán contar con las autorizaciones correspondientes en materia de impacto ambiental a nivel federal.	El proyecto, al ubicarse dentro de los supuestos del artículo 28 de la LGEEPA, presenta esta MIA-R para solicitar la autorización federal en materia de impacto ambiental previo a su ejecución, integrando medidas específicas de prevención, mitigación, compensación y restauración durante todas sus etapas.	**SUELO:** 03 **FLORA:** 35 **FAUNA:** 41

CONSULTA PÚBLICA

Por ello, debido a que la incidencia del AP sobre el ANP Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango incide exclusivamente dentro de la **Zonificación de Aprovechamiento,** en la cual el mismo Decreto indica que los ecosistemas ya han sido transformados o el uso de suelo ya ha sido sustituido por zonas agrícolas, núcleos urbanos o de infraestructura, además de que la construcción y operación del Libramiento Metropolitano de Querétaro ayudará a ofrecer una vía de comunicación entre las poblaciones y coadyuvar a su desarrollo.

Además, se recalca el compromiso ambiental del promovente, por lo que se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ampliamente descritas, entre las que destacan el *Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* y el *Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre,* además de acciones de restauración alineadas al *Programa Nacional de Restauración Ambiental,* así como las medidas adicionales que la autoridad ambiental dicte.

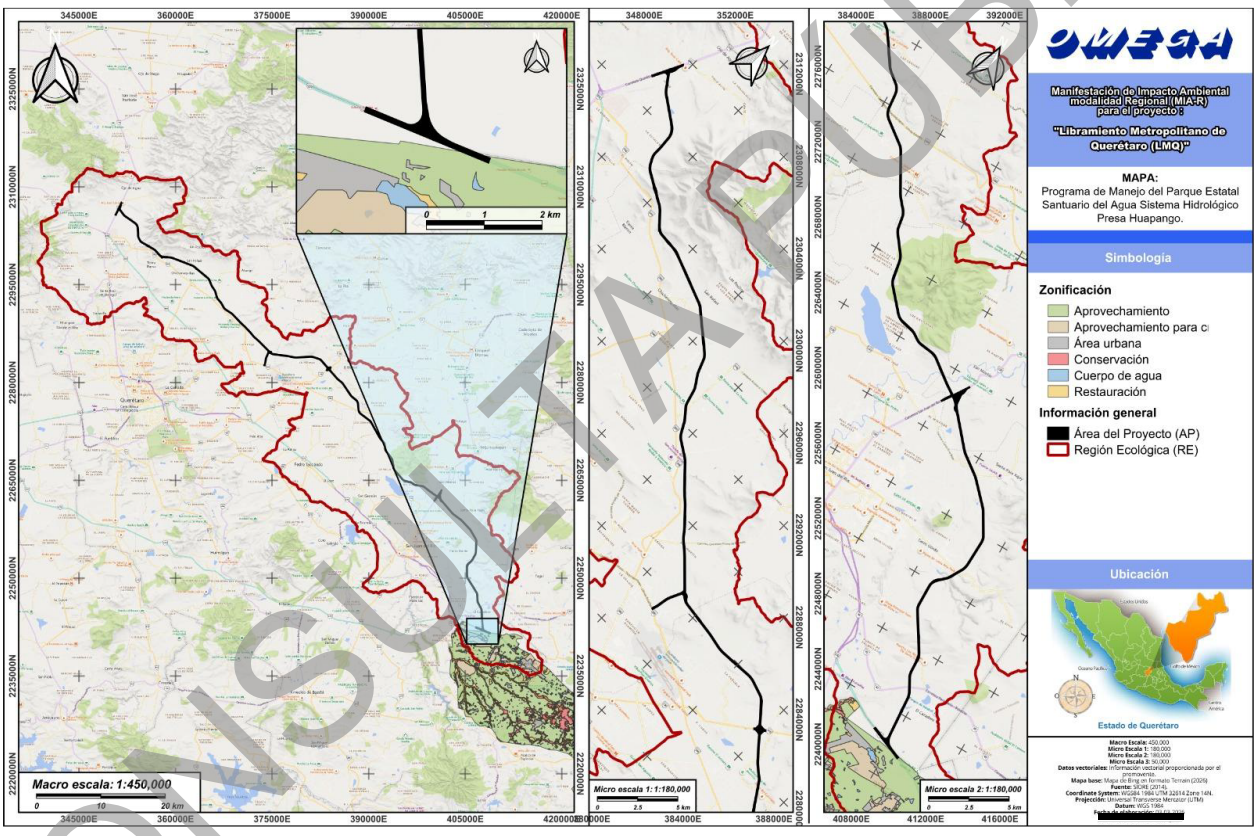


Figura II.10. Mapa de incidencia dentro del ANP Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango. Elaboración propia.

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.

A continuación, se presenta la tabla con las incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas municipales, conforme al análisis cartográfico del SIGEIA (2026).

Tabla II.21. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Área Natural Protegida (ANP)	Categoría	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Zona Occidental de Microcuencas	Zona Sujeta a Conservación Ecológica Zona Occidental de Microcuencas	-----	7,031
Júrica Poniente	Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población (parque intraurbano)	-----	>10,000

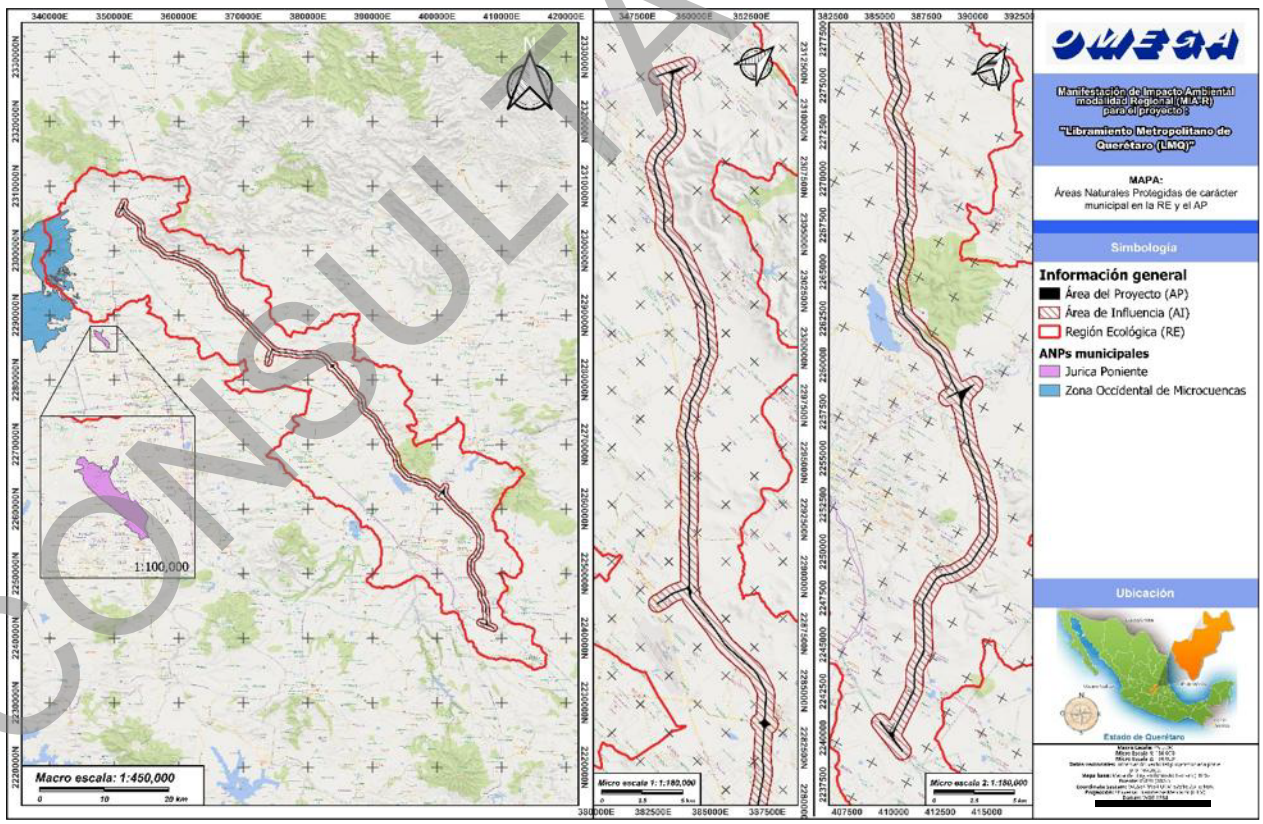


Figura II.11. Mapa de incidencia de ANPs municipales por el proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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.

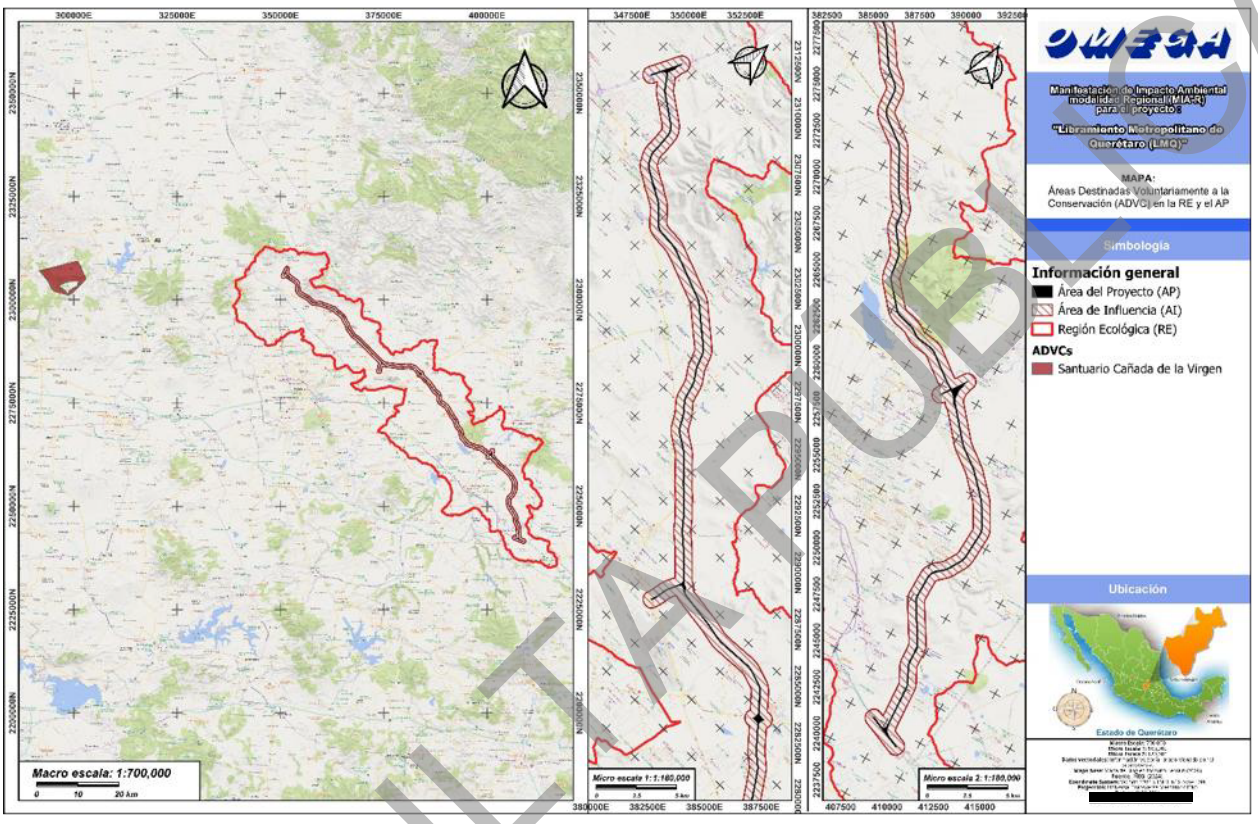


Figura II.12. Mapa de incidencia de ADVCs por el proyecto. Elaboración propia.

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.

A continuación, se presenta la tabla relativa a dichas incidencias y su proximidad respecto al área del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla II.22. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
El Parral	-----	>10,000
Humus Recuperación y Desarrollo del Entrono	-----	>10,000

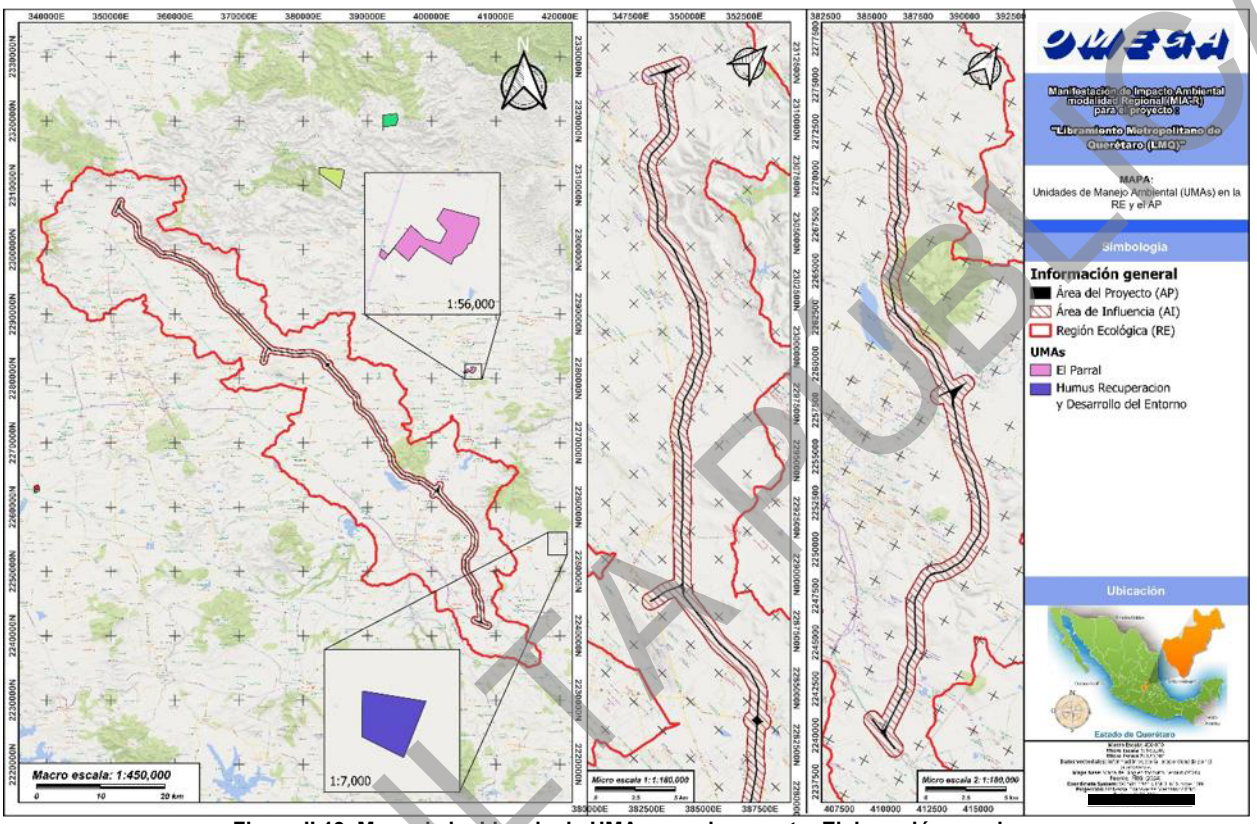


Figura II.13. Mapa de incidencia de UMAs por el proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

II.2.2 Regiones prioritarias para la biodiversidad

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.

A continuación, se presenta la tabla relativa a estas incidencias y su proximidad respecto al área del proyecto.

Tabla II.23. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) conforme al análisis SIGEIA. Elaboración propia.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
RTP 100 Cerro Zamorano	-----	9,396

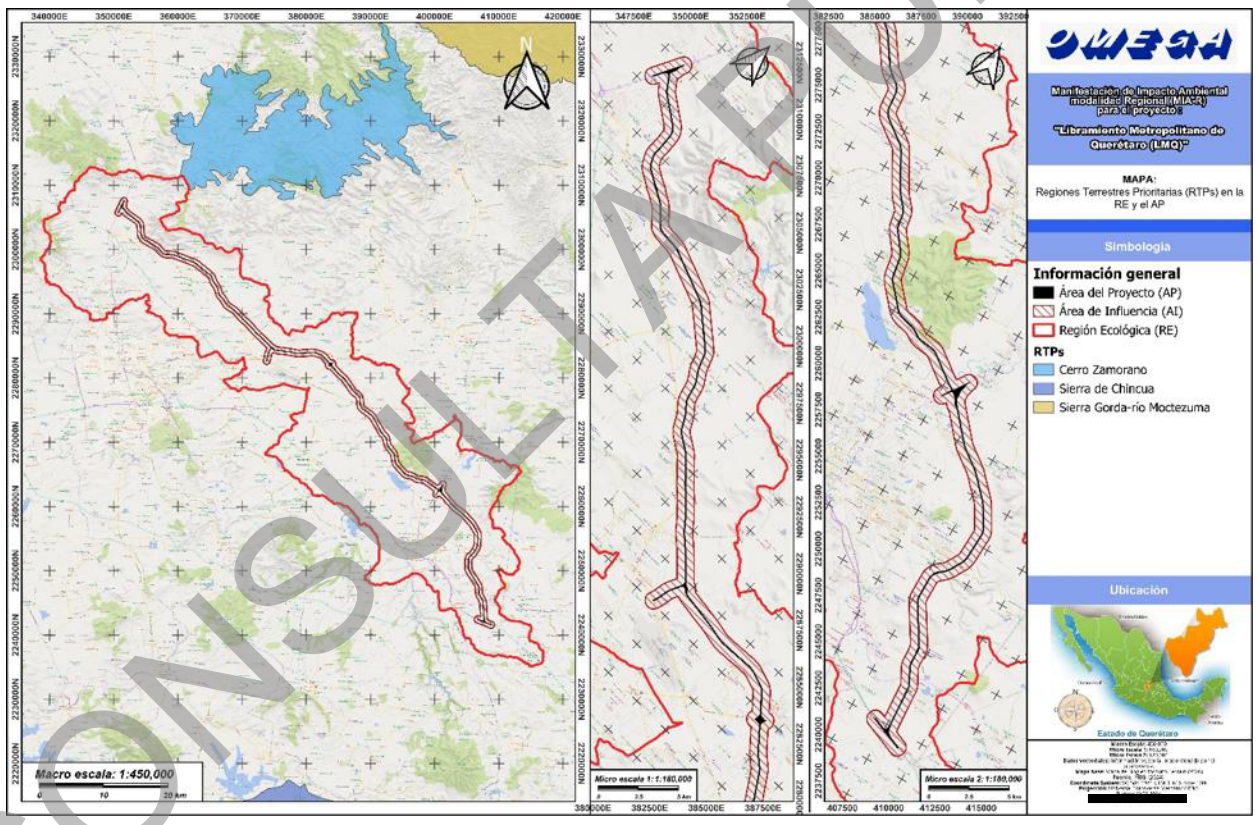


Figura II.14. Mapa de incidencia de RTPs por el proyecto. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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.

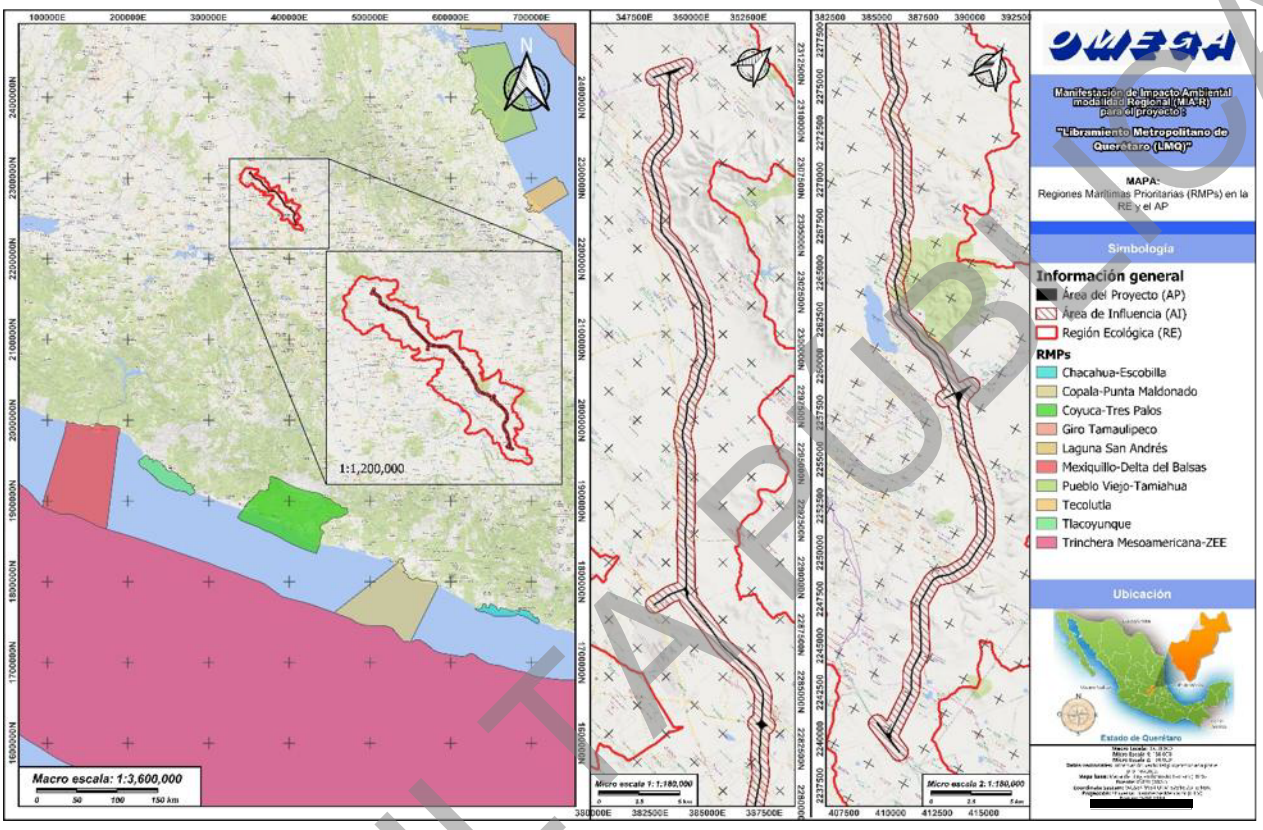


Figura II.15. Mapa de incidencia de RMPs por el proyecto. Elaboración propia.

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

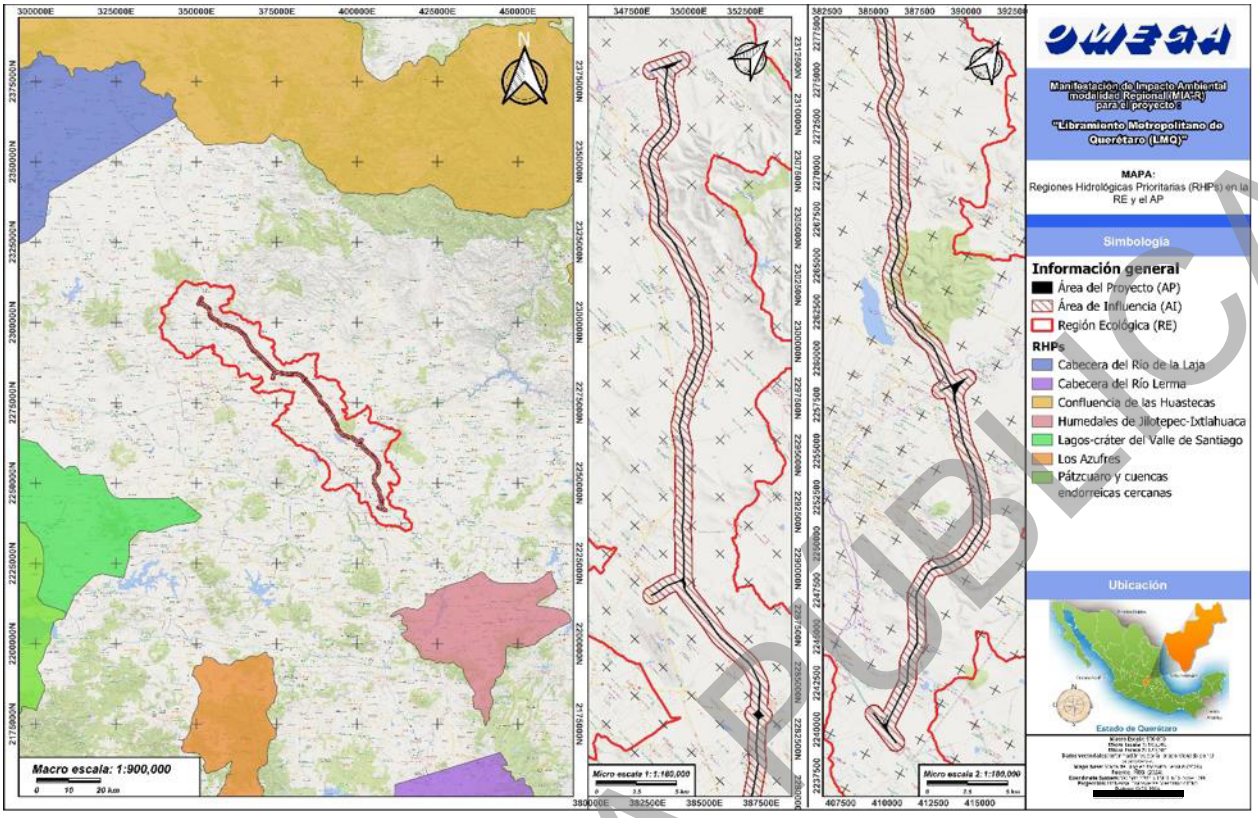


Figura II.16. Mapa de incidencia de RHPs por el proyecto. Elaboración propia.

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.

CONSULTA PÚBLICA

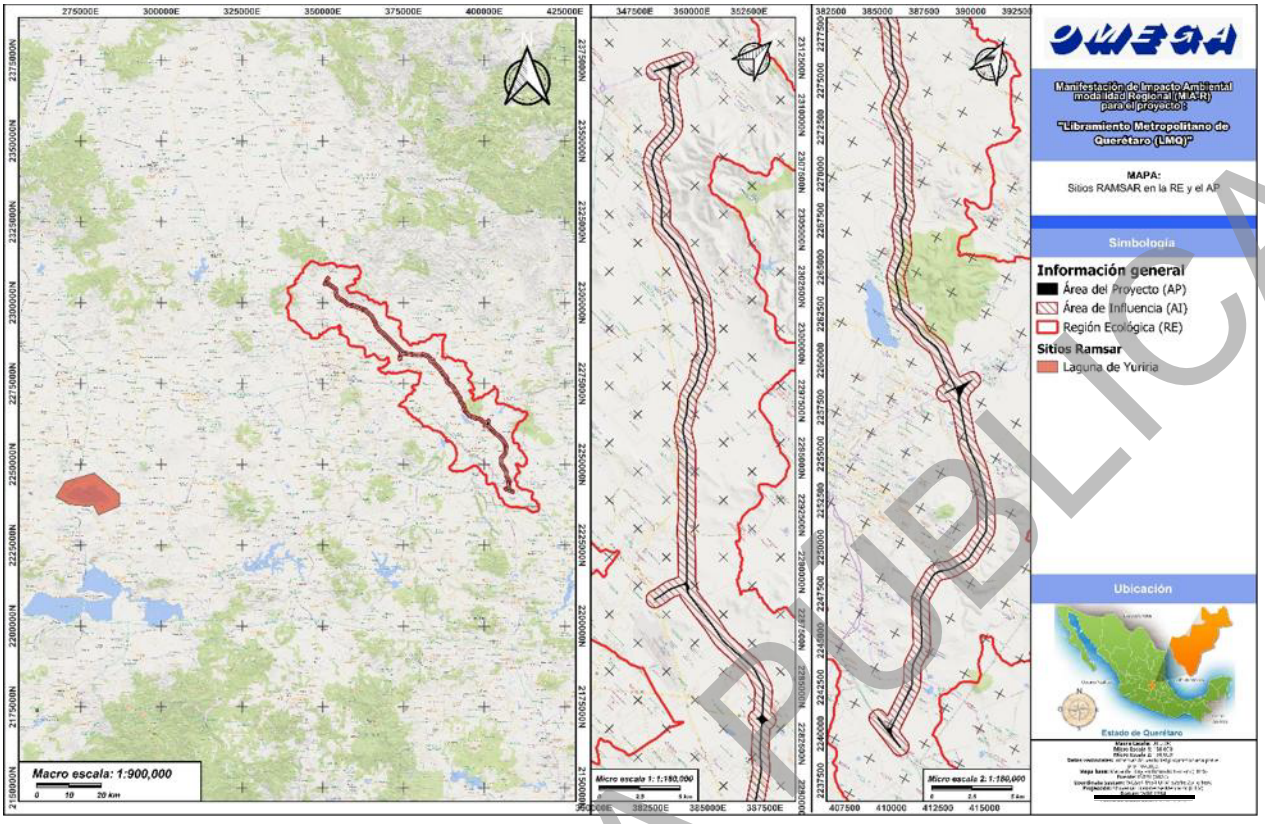


Figura II.17. Mapa de incidencia de Sitios RAMSAR por el proyecto. Elaboración propia.

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.

A continuación, se presenta la tabla relativa a dichas incidencias y su proximidad respecto al área del proyecto.

Tabla II.24. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
08 El Zamorano	-----	>10,000

CONSULTA PÚBLICA

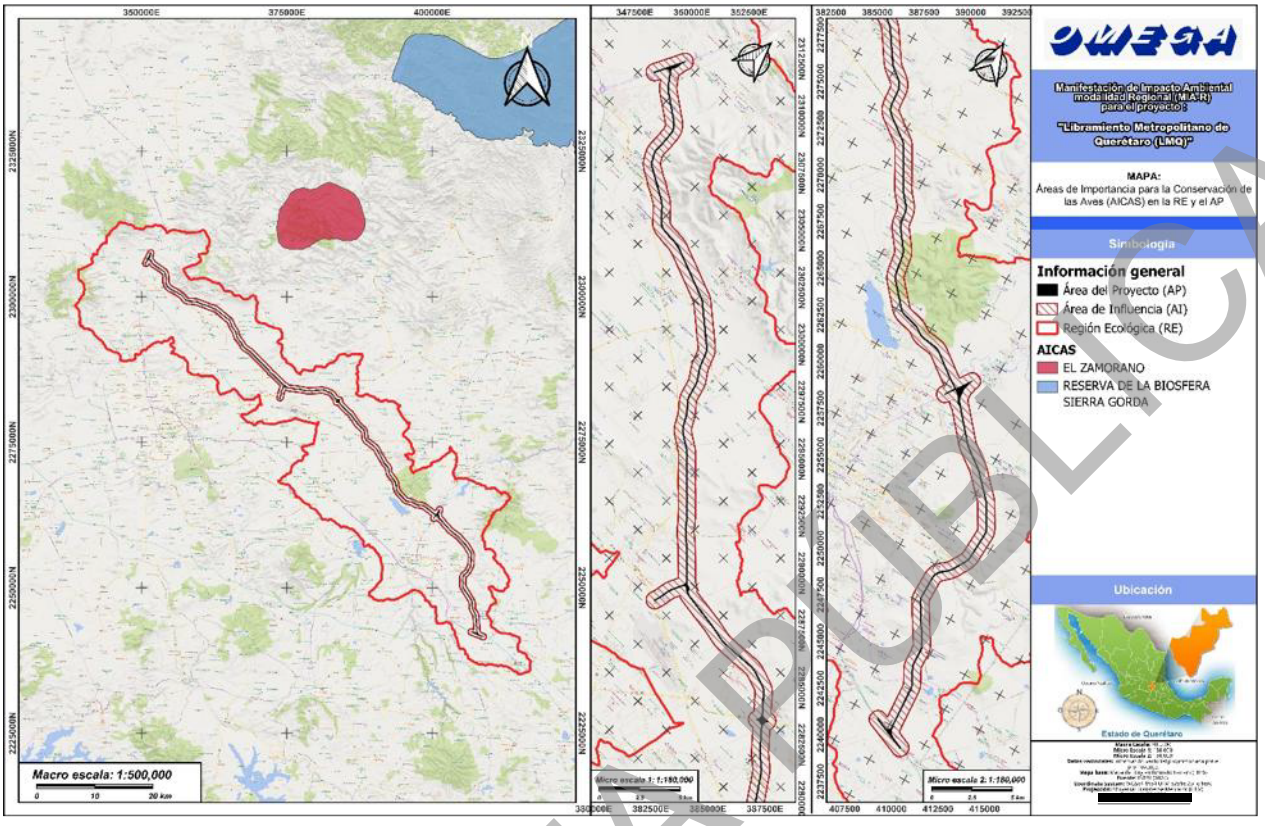


Figura II.18. Mapa de incidencia de AICAs por el proyecto. Elaboración propia.

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.

CONSULTA PÚBLICA

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 II.25. 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 transportadoras 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 preparación del sitio y construcción del proyecto.	**SUELO:** 14
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	Se requerirá que los vehículos que se utilizan dentro del Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.	**AIRE:** 26.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
	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.		**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 escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	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 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	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 solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares vigentes correspondientes.	**AIRE:** 26.
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.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
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 listados de los residuos peligrosos.	Los residuos producto de las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos (latas vacías con algún contenido de pintura, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejarán residuos peligrosos conforme a la norma.	Se implementarán acciones de manejo de residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal, identificación, etiquetado y 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.	**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-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.	**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.

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
		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.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.	La norma establece el listado de especies en alguna categoría de protección y los procedimientos para modificar el listado.	Se examinó la presencia o reporte de especies bajo protección en la fauna avistada o reportada para el 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.	**FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 39, 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 llevará 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	**SUELO:** 13,15

CONSULTA PÚBLICA

Norma Oficial Mexicana	Aplicación	Cumplimiento	Medidas específicas
		• 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 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 PÚBLICA

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

A) NIVEL FEDERAL

II.4.1 Ley de Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA) (DOF, 2025)

Fecha de expedición o reforma: 14 de noviembre de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto:

Tabla II.26. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y vinculación con el proyecto. Elaboración propia.

Artículos	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Art. 2.- Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por: … II. Criterio de equivalencia: Lineamiento obligatorio para orientar las medidas de reparación y compensación ambiental, que implica restablecer los elementos y recursos naturales o servicios ambientales por otros de las mismas características; III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6. de esta Ley; …	En la presente manifestación de impacto ambiental, tal como se describe a lo largo de los capítulos, I, II, III y IV considera y aplica los conceptos establecidos en esta Ley.	Informativo.
Art. 6.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	Se presentará ante la SEMARNAT este estudio en el cual se identifican, evalúan y se propone medidas de compensación y mitigación para los impactos ambientales; para solicitud de autorización en materia ambiental. Asimismo, se dará pleno cumplimiento a las condicionantes emitidas en el oficio resolutivo.	Informativo.

CONSULTA PÚBLICA

Artículos	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Art. 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	En caso fortuito que durante el desarrollo del proyecto se produzca alguna acción u omisión que ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, se adoptará la responsabilidad y la obligación a la reparación de los daños de acuerdo con lo establecido, así como a dar cumplimiento a lo establecido por la autoridad ambiental.	Informativo.
Art. 24.- Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas. Las personas que se valgan de un tercero lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría. No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.		Informativo.

II.4.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2025)

Fecha de expedición o reforma: 19 de enero de 2025.
Fuente de consulta y publicación:
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.27. Artículos de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 5. Son facultades de la Federación: **X.-** La evaluación del impacto ambiental de las obras o Actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.	Informativo
Artículo 28. La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente.	En cumplimiento a este artículo y toda vez que el Proyecto se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; X.- Obras o actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el cado de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo.	En ese sentido, el presente proyecto se encuadra dentro de las siguientes fracciones: - Fracción I al tratarse de una vía general de comunicación. - Fracción VII al requerirse el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) en una superficie de 298.9301 ha distribuida en los siguientes tipos de vegetación: fueron Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). - Fracción X por la incidencia sobre 20 cuerpos y corrientes superficiales consideradas como zonas federales a expensas de la opinión técnica que pudiera emitir la CONAGUA.	Informativo
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la Manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente. El presente documento, demuestra que el Proyecto da cabal cumplimiento a lo dispuesto por la LGEEPA, ya que uno de los principales propósitos de ésta, es el de normar la operatividad de los giros de su competencia, para que exista un verdadero desarrollo ambiental programado y fundado en un proceso reglamentado mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social, que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el ambiente, a prevenir y controlar su deterioro.		
Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Durante las etapas de preparación y construcción se implementan acciones orientadas a limitar la emisión de contaminantes atmosféricos derivados del uso de maquinaria y equipo, optimizando ciclos de trabajo, restringiendo el tránsito a áreas autorizadas y evitando actividades que puedan generar dispersión innecesaria de materiales. Asimismo, se adoptan criterios de control en fuentes potenciales de emisiones lumínicas y energéticas asociadas a campamentos y frentes de obra, en apego a las disposiciones aplicables.	**SUELO:** 23 **AGUA:** 31 **AIRE:** 22, 46, 47 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 46, 47 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país. **Artículo 121.** No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. **Artículo 123.** Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.	El diseño del proyecto incorpora obras de drenaje mayor y menor con base en estudios hidrológicos, respetando los patrones naturales de escurrimiento. Se mantiene limpieza permanente en frentes de obra para evitar obstrucciones y arrastre de materiales. En materia de descargas, se prevé el uso de sanitarios portátiles operados por empresa autorizada, con disposición final acreditada; queda prohibido el vertido de aguas residuales, lechadas de concreto o cualquier sustancia contaminante en cauces o sobre el terreno natural. En caso de derrames accidentales, se aplican protocolos de contención y remediación conforme a los límites normativos vigentes.	**SUELO:** 17, 15 **AGUA:** 31, 32, 33 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 41 **PAISAJE:** 50
Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes; V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.	El proyecto contempla la prevención y reducción en la generación de residuos, su separación diferenciada, almacenamiento temporal bajo condiciones controladas y entrega a prestadores autorizados. Asimismo, se prevé el aprovechamiento de materiales producto de excavaciones y el resguardo de suelo orgánico para su reincorporación en actividades de restauración.	**SUELO:** 01, 02, 20 **AGUA:** 31 **FLORA:** 37 **FAUNA:** 42 **PAISAJE:** 50
Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;	Los residuos generados durante la preparación y construcción del proyecto se almacenan en contenedores adecuados, debidamente identificados y ubicados en áreas delimitadas, evitando su dispersión o infiltración en el suelo. Se prohíbe su abandono en sitios no autorizados y se implementan	**SUELO:** 06, 08, 11, 12, 16 **AGUA:** 31 **FLORA:** 40 **FAUNA:** 42 **PAISAJE:** 50

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y IV. Riesgos y problemas de salud.	acciones de supervisión y capacitación al personal.	
Artículo 152 BIS. Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones de este, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	En caso fortuito de que por alguna circunstancia se genere contaminación de suelo por derrame de sustancia o residuos peligrosos, la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar el suelo contaminado y restablecer las condiciones del suelo.	**SUELO:** 13, 15 **AGUA:** 31 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 42 **PAISAJE:** 50
Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Las actividades constructivas se desarrollan dentro del Derecho de Vía solicitado, limitando la alteración visual del entorno. Se controla la velocidad de tránsito interno, se optimizan tiempos de operación para reducir vibraciones y se implementan criterios de direccionamiento y acotación de iluminación artificial para evitar intrusión lumínica. La organización de materiales y equipo contribuye a mantener la calidad paisajística del área del proyecto.	**SUELO:** 22, 23 **AIRE:** 46, 47 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 43, 46, 47 **PAISAJE:** 49, 50

II.4.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (R-LGEEPA, 2014)

Fecha de expedición o reforma: 31 de octubre de 2014.
Fuente de consulta y publicación:
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.28. Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de Impacto Ambiental: … B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales…	El proyecto consiste en la construcción de una autopista federal, por lo que se ubica dentro del supuesto de vías generales de comunicación que requieren autorización previa en materia de impacto ambiental. Asimismo, contempla cambio de uso del suelo en terrenos con vegetación forestal para el establecimiento de infraestructura vial y la ejecución de obras asociadas a cruces de escurrimientos y cauces, actualizando también los supuestos relativos a cambio de uso del suelo en áreas forestales y a obras en cuerpos de agua.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 23 **AGUA:** 31, 32, 33 **AIRE:** 22 **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 39 **FAUNA:** 41, 42, 43 **PAISAJE:** 49, 50

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables. R) OBRAS O ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier obra civil con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	En la Manifestación se integra la caracterización de los componentes ambientales presentes en el área del proyecto, incluyendo suelo, cobertura vegetal, hábitat de fauna y red hidrológica. Se delimita el proyecto estrictamente el Derecho de Vía solicitado, se prevé la remoción gradual de vegetación, el rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna con estatus de protección, la estabilización de taludes, el manejo controlado de materiales y residuos, así como el diseño y mantenimiento de obras de drenaje acordes con estudios hidrológicos, evitando afectaciones fuera de la superficie solicitada y alteraciones al régimen natural de escurrimientos.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 23 **AGUA:** 31, 32, 33 **AIRE:** 22 **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 39 **FAUNA:** 41, 42, 43 **PAISAJE:** 49, 50
Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular. **Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en su modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos de la Secretaría en términos previstos por el artículo 22 de este Reglamento; II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este Reglamento. III. Conjunto de proyectos de obras y actividades que presentan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en su modalidad particular.	La presente solicitud de evaluación de impacto ambiental se enmarca en una modalidad regional puesto que se trata de: - Fracción I: se trata de una carretera (libramiento). - Fracción IV: proyectos que se pretenden desarrollar en sitios que… pudieran ocasionar la destrucción, aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.	**Informativo**

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 14. Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.	Dado que la ejecución de la autopista implica tanto la construcción de una vía general de comunicación como el cambio de uso del suelo en áreas forestales, se presenta una sola Manifestación de Impacto Ambiental que integra la información técnica, ambiental correspondiente, incluyendo la caracterización de la vegetación, el análisis de afectaciones y las medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables en el área del proyecto.	**SUELO:** 01, 02, 20 **AGUA:** 31, 32 **AIRE:** 22 **FLORA:** 34, 35, 36, 37 **FAUNA:** 41, 42 **PAISAJE:** 49, 50

II.4.4 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS, 2024)

Fecha de expedición o reforma: 01 de abril de 2024.
Fuente de consulta y publicación:
https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.29. Artículos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 97. También prevé como condición para el otorgamiento de las autorizaciones de cambio de uso de suelo que los terrenos materia del cambio de uso de suelo no hayan sido incendiados recientemente. Si lo fueron, para que sea procedente a autorización se requiere que hayan transcurrido más de 20 años desde el evento y que se demuestre que el ecosistema se ha regenerado totalmente. Al respecto, es importante mencionar que los terrenos en los que se construirá el proyecto no han sido incendiados, por lo que no se cumple este criterio de improcedencia.	El promovente presentará ante esta secretaría, el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo del Proyecto. En dicho ETJ, se solicitará la superficie de 298.9301 ha de vegetación forestal repartidas en 4 tipos de vegetación conforme a lo siguiente: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). En tanto, como parte de las medidas de mitigación y compensación dentro de este ETJ, se desarrollará una propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como un programa de reforestación (compensación).	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	No se realizará cambio de uso de suelo en el área donde se pretende desarrollar el proyecto hasta obtener la autorización del CUSTF ante la DGGFSOE. En cumplimiento a lo previsto en este artículo, en su momento el promovente acreditará la realización del pago o depósito ante el Fondo Forestal Nacional, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento y la propia SEMARNAT.	Informativo

II.4.5 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (R-LGDFS, 2020)

Fecha de expedición o reforma: 09 de diciembre de 2020.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.30. Artículos del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento	Medidas específicas
Artículo 138. Los Terrenos forestales seguirán considerándose como tales, aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, Plagas, Enfermedades, Incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa.	El promovente presentará ante esta secretaría, el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo del Proyecto. En dicho ETJ, se solicitará la superficie de 298.9301 ha de vegetación forestal repartidas en 4 tipos de vegetación conforme a lo siguiente: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). En tanto, como parte de las medidas de mitigación y compensación dentro de este ETJ, se desarrollará una propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como un programa de reforestación (compensación).	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento	Medidas específicas
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. A la solicitud a que se refiere el párrafo anterior, se deberá anexar lo siguiente: I. Copia simple de la identificación oficial del solicitante; II. Original o copia certificada del instrumento con el cual se acredite la personalidad del representante legal o de quien solicite el Cambio de uso de suelo a nombre del propietario o poseedor del predio, así como copia simple para su cotejo; III. Original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo; IV. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea de conformidad con la Ley Agraria en la que conste el acuerdo de Cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, y V. El estudio técnico justificativo, en formato impreso y electrónico o digital.	El promovente presentará ante esta secretaría, el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo del Proyecto. En dicho ETJ, se solicitará la superficie de 298.9301 ha de vegetación forestal repartidas en 4 tipos de vegetación conforme a lo siguiente: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). En tanto, como parte de las medidas de mitigación y compensación dentro de este ETJ, se desarrollará una propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como un programa de reforestación (compensación).	Informativo
Artículo 141. Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente: I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno; II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM; III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentra ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos desuelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos; IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que	El promovente presentará ante esta secretaría, el Estudio Técnico Justificativo para Cambio de Uso de Suelo del Proyecto. En dicho ETJ, se solicitará la superficie de 298.9301 ha de vegetación forestal repartidas en 4 tipos de vegetación conforme a lo siguiente: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %).	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento	Medidas específicas
incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna; V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales; VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrían después de la remoción de la Vegetación forestal; VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso del suelo; VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo; IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo; X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el suelo, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del Cambio de uso de suelo; XI. Servicios ambientales que serán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto; XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga; XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo; XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas. La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.	En tanto, como parte de las medidas de mitigación y compensación dentro de este ETJ, se desarrollará una propuesta de Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, así como un programa de reforestación (compensación).	

CONSULTA PÚBLICA

II.4.6 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2026)

Fecha de expedición o reforma: 19 de enero de 2026.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.31. Artículos de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	El Proyecto es congruente con este precepto, en virtud de que los residuos que se generen de las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la Ley, cumpliendo con la legislación y las normas oficiales mexicanas vigentes, de la siguiente forma: 1. Minimización -Se evitarán excesos de materiales residuales con la planeación y estimación adecuada de las actividades y materiales requeridos para estas actividades. -Se concientizará y/o capacitar a trabajadores, empleados y residentes para el manejo de residuos. 2. Separación -Se separarán los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en reciclables (preferentemente por tipo de residuo) y no reciclables. -Se separarán los residuos peligrosos con base en sus características de riesgo. -Se evitará mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos urbanos o de manejo especial. 3. Acopio y almacenamiento temporal -Dentro del Almacén Temporal de Residuos se usarán contenedores adecuados para el acopio de los diversos tipos de residuos debidamente señalados y herméticos. -Se establecerán áreas de almacenamiento de residuos. Dichas áreas estarán señalizadas y se ubicarán en áreas separadas de las áreas de trabajo y almacenamiento de materiales minimizando los riesgos en caso de accidentes o derrames. - Los residuos especiales provenientes de derrames y trituración, se acamellonarán en sitios específicos señalizados previamente y se les proporcionará un riego periódico para evitar su dispersión. Estará estrictamente prohibido acamellonar o almacenar residuos cercanos a cuerpos o corrientes de agua.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33. **SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
	-Se desalojarán periódicamente los residuos almacenados, para su tratamiento o disposición final de forma adecuada. -Se llevará un control de entradas y salidas de los residuos mediante el uso de bitácoras. -Se inspeccionarán continuamente las áreas de almacenamiento. 4. Transporte, tratamiento y disposición final -Se contratarán empresas autorizadas para el almacenamiento, transporte, tratamiento, reciclaje y disposición final de los residuos.	
Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	Durante la operación del proyecto el promovente, y en su caso la empresa contratista para llevar a cabo la preparación del sitio, deberá dar atención a esta Ley, responsabilizándose por el manejo integral de los residuos que se generen durante el desarrollo de estas actividades. La empresa contratista se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 42. Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	El Proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para la recolección, transporte y disposición final de los residuos peligrosos. Los residuos que se generen por las actividades preparación, construcción, operación y mantenimiento se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en esta Ley, su Reglamento y en las normas oficiales mexicanas vigentes aplicables en la materia.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 43. Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	El Promovente notificará a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y/o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos conforme a lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	Informativo
Artículo 44. Generación de los Residuos Peligrosos. Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: I. Grandes generadores; II. Pequeños generadores, y III. Microgeneradores.	El promovente y en su caso la empresa constructora aplicará el correcto manejo, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo de las actividades de preparación y construcción, así como durante la operación del proyecto. En este sentido, el Proyecto generará residuos catalogados en el numeral I Grandes generadores de este artículo, pues debido a las actividades inherentes para llevar a cabo la preparación, construcción y durante la operación y mantenimiento del Proyecto, el volumen de los residuos a generarse entra en este nivel.	Informativo
Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	El Promovente en atención a esta Ley se responsabilizará por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo de las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. Identificará, clasificará y manejará los residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. El proyecto no considera la etapa de abandono, sin embargo, la promovente se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente, en caso de realizar el cierre o abandono del sitio del proyecto.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 48. Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las	La promovente y en su caso la empresa contratista será, responsables en dar la atención a esta Ley, para el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante el desarrollo de las obras y operación del proyecto. Asimismo, la empresa contratista estará registrada ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda, y someterá a su consideración las acciones de manejo integral de residuos sólidos y peligrosos, también generará una bitácora y presentará el informe correspondiente según lo especifique la autoridad correspondiente.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.		**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Durante las actividades necesarias para la construcción del proyecto, se les proporcionará un manejo y gestión integral a los residuos, a fin de evitar la contaminación del ambiente. El Promovente y en su caso la empresa contratista, en atención a esta Ley deberá responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo del Proyecto.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

II.4.7 Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR, 2014)

Fecha de expedición o reforma: 31 de octubre de 2014.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.32. Artículos del Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera. Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente deberán de caracterizase y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo con su peligrosidad. Los residuos peligrosos generados por las actividades	Durante las actividades inherentes a la preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se contempla la implementación las acciones para evitar derrames o fugas de residuos peligrosos. Sin embargo, para el caso de que por accidente se mezclará alguna sustancia potencialmente peligrosa con el suelo, se manejará como se establece en este y otros preceptos normativos aplicables en la materia.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo con las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan. Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.		**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 43. Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información: a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;) Nombre del representante legal, en su caso;) Fecha de inicio de operaciones; d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada. En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.	De acuerdo con el presente artículo, la empresa contratista se registrará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales como generador de residuos peligrosos, conforme a la clasificación establecida en el reglamento. Con lo anterior se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto.	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 65. Los generadores o prestadores de servicios que soliciten prórroga de seis meses adicionales para el almacenamiento de residuos peligrosos presentarán ante la Secretaría una solicitud con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado por la Ley para el almacenamiento, la cual contendrá la siguiente información: I. Nombre, denominación o razón social y número de registro o autorización, según corresponda, y Justificación de la situación de tipo técnico, económico o administrativo por la que es necesario extender el plazo de almacenamiento. La Secretaría dará respuesta a la solicitud en un plazo máximo de diez días hábiles, de no darse respuesta en dicho plazo se considerará que la prórroga ha sido autorizada.	Los residuos que se generen como resultado de las actividades preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, serán depositados temporalmente en contenedores, previamente etiquetados para después ser puestos a disposición de una empresa contratada por el Promovente o la contratista, según se presente el caso, en donde dicha empresa se encargará de su tratamiento, manejo y disposición final en conformidad con las disposiciones aplicables de la LGPGIR y de este Reglamento.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 68. Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y II. Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos proporcionarán: a) La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos; b) La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación; c) El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo; d) El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores. Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la	Se dará cumplimiento a este precepto, pues una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o exista la suspensión de la actividad generadora de sus residuos, se notificará a la autoridad tal determinación.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
información proporcionada es correcta. e) Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.		
Artículo 71. Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: a) Nombre del residuo y cantidad generada;) Características de peligrosidad;) Área o proceso donde se generó; d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.	Para dar cumplimiento a este precepto, se elaborará una bitácora para el registro de los residuos peligrosos generados durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los generados se manejarán en conformidad a como lo establece la LGPGIR y este Reglamento mediante la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos. Asimismo, se cumplirá en todo momento con los requisitos señalados en este artículo para la integración de datos en las bitácoras de registro de residuos.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.
Artículo 83. El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; en lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.	El almacenamiento de los residuos peligrosos que se generarán durante las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se realizará de conformidad por este precepto, pues estos serán separados y dispuestos en contenedores previamente etiquetados de acuerdo con su naturaleza, evitando fugas, derrames que contaminen el suelo y así garantizando la seguridad de las personas, los trabajadores y los recursos naturales aún presentes en el ecosistema.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 84. Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses. No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a seis meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.	No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a seis meses; sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa contratista o el Promovente tramitarán la prórroga ante la autoridad.	**SUELO:** 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28. **AGUA:** 31, 32, 33.

II.4.8 Ley General de Vida Silvestre (LGVS, 2025)

Fecha de expedición o reforma: 16 de julio de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.33. Artículos del Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Articulo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El desarrollo del proyecto considera la obligación de conservar la vida silvestre presente en el área de influencia, evitando actos que impliquen destrucción, daño o perturbación indebida de ejemplares o sus hábitats. Durante las etapas de preparación y construcción se implementarán medidas para prevenir afectaciones directas a fauna silvestre, tales como delimitación de áreas de trabajo, supervisión ambiental, rescate previo a desmonte y restricción de actividades fuera del polígono solicitado.	**AGUA:** 31 **AIRE:** 46 **FLORA:** 35, 37 **FAUNA:** 41, 42, 43, 44 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

Articulo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 27 Bis. - No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	En la ejecución del proyecto no se contempla la introducción ni liberación de especies exóticas invasoras en el área del proyecto. Las acciones de reforestación se realizarán exclusivamente con especies nativas de la región, compatibles con el ecosistema local, evitando alteraciones en la estructura y dinámica ecológica. Asimismo, se vigilará que la maquinaria, materiales y suelos de préstamo no introduzcan organismos invasores de manera accidental.	**SUELO:** 23 **AGUA:** 31 **FLORA:** 34, 36, 38 **FAUNA:** 41, 42 **PAISAJE:** 49
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	En caso de realizarse rescate y traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre previo al desmonte o durante actividades constructivas, dichas acciones se llevarán a cabo por personal capacitado, aplicando técnicas que minimicen tensión, daño o mortalidad, considerando las características biológicas de cada especie. El traslado se efectuará hacia sitios con condiciones ecológicas equivalentes dentro del mismo ecosistema, priorizando áreas contiguas al polígono del proyecto y garantizando su adecuada liberación.	**FAUNA:** 41, 42, 43, 45 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

II.4.9 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (R-LGVS, 2014)

Fecha de expedición o reforma: 09 de mayo de 2014.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.34. Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 56. La importación, exportación y reexportación de material biológico de especies incluidas en los apéndices de CITES, se sujetará a lo señalado en dicha Convención.	El proyecto no contempla actividades de importación, exportación o reexportación de material biológico de especies incluidas en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).	**FLORA:** 35 **FAUNA:** 41, 42
Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo con el orden de prelación que se indica: **I.** La captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, actividades de repoblación y reintroducción; **II.** La captura o colecta para actividades de investigación o educación ambiental; **III.** La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación; **IV.** La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de estos; **V.** La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y **VI.** Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.	Si durante el desarrollo del proyecto se presentan ejemplares o poblaciones que generen riesgo o conflicto, las medidas de manejo se aplicarán conforme al orden de prelación establecido en el Reglamento	**FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

II.4.10 Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2025)

Fecha de expedición o reforma: 11 de diciembre de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.35. Artículos de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.	El proyecto atravesará por cuerpos de agua federales, por lo que se realizará la delimitación y posteriormente llevar a cabo la concesión por medio de la CONAGUA, una vez llevado a cabo sus disposiciones serán de orden público e interés social y se regulará la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. De manera preliminar, se prevé el cruce con 20 cuerpos y corrientes de agua superficiales que pudieran considerarse como zonas federales (a reserva de la opinión técnica de la CONAGUA), por lo que como solución constructiva se construirán 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con la finalidad de no provocar un desequilibrio dentro de la hidrología superficial.	Informativo
Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas. (…) Las concesiones y asignaciones crearán derechos y obligaciones a favor de los beneficiarios en los términos de la presente Ley		
Artículo 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	Durante la preparación del sitio, construcción y operación, se implementan mecanismos para impedir el depósito o arrastre de residuos, materiales de excavación, lodos o sustancias peligrosas hacia cauces, zonas federales o cuerpos receptores. Se mantiene la limpieza continua de frentes de obra, la adecuada gestión de residuos conforme a su clasificación y la atención inmediata de derrames, incluyendo su caracterización y remediación cuando proceda, evitando descargas o vertimientos no autorizados en el área del proyecto.	**AGUA:** 31 **SUELO:** 02, 06, 11, 12, 13, 15, 17

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión": IV. Las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional, en los términos previstos por el Artículo 3 de esta Ley;	No afectarán las riberas o zonas federales. Sin embargo, en caso de ser necesario, se solicitará la concesión para uso u ocupaciones de bienes administrados por la Comisión Nacional del Agua. De manera preliminar, se prevé el cruce con 20 cuerpos y corrientes de agua superficiales que pudieran considerarse como zonas federales (a reserva de la opinión técnica de la CONAGUA), por lo que como solución constructiva se construirán 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con la finalidad de no provocar un desequilibrio dentro de la hidrología superficial.	Informativo

II.4.11 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN, 2014)

Fecha de expedición o reforma: 25 de agosto de 2014.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.36. Artículos del Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
ARTICULO 1o.- El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley de Aguas Nacionales. Cuando en el mismo se expresen los vocablos "Ley", "Reglamento", "La Comisión" y "Registro", se entenderá que se refiere a la Ley de Aguas Nacionales, al presente Reglamento, a la Comisión Nacional del Agua y al Registro Público de Derechos de Agua, respectivamente	El proyecto reconoce que cualquier gestión relacionada con el uso o aprovechamiento de aguas nacionales se rige por la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, así como por las disposiciones emitidas por la Comisión Nacional del Agua. En caso de requerirse algún trámite ante la autoridad hídrica o inscripción en el Registro correspondiente, se atenderá conforme al marco reglamentario aplicable. De manera preliminar, se prevé el cruce con 20 cuerpos y corrientes de agua superficiales que pudieran considerarse como zonas federales (a reserva de la opinión técnica de la CONAGUA), por lo que como solución constructiva se construirán 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con la finalidad de no provocar un desequilibrio dentro de la hidrología superficial.	**AGUA:** 32

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas.	En las etapas de preparación, construcción y operación, el proyecto contempla acciones para prevenir la contaminación del recurso hídrico dentro del área de influencia. Se implementan controles para el manejo de combustibles y sustancias potencialmente contaminantes, atención inmediata de derrames con su posterior manejo adecuado, mantenimiento de obras de drenaje y limpieza de frentes de trabajo, evitando que escurrimientos pluviales arrastren residuos hacia cauces o cuerpos receptores. De manera preliminar, se prevé el cruce con 20 cuerpos y corrientes de agua superficiales que pudieran considerarse como zonas federales (a reserva de la opinión técnica de la CONAGUA), por lo que como solución constructiva se construirán 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con la finalidad de no provocar un desequilibrio dentro de la hidrología superficial.	**AGUA:** 31, 33 **SUELO:** 06, 07, 13, 15
Artículo 151.- Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas.	Durante el desarrollo del proyecto se prohíbe el depósito de residuos, materiales de construcción, lodos o sustancias peligrosas en cuerpos receptores y zonas federales. Se mantiene una gestión diferenciada de residuos conforme a su clasificación, con almacenamiento temporal en sitios adecuados, recolección periódica por empresas autorizadas y restricción expresa de vertidos o lavados de equipo en cauces o terreno natural. De manera preliminar, se prevé el cruce con 20 cuerpos y corrientes de agua superficiales que pudieran considerarse como zonas federales (a reserva de la opinión técnica de la CONAGUA), por lo que como solución constructiva se construirán 158 obras de drenaje transversal (ODTs) con la finalidad de no provocar un desequilibrio dentro de la hidrología superficial.	**AGUA:** 31 **SUELO:** 08, 09, 11, 12, 16, 17

CONSULTA PÚBLICA

II.4.12 Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2025)

Fecha de expedición o reforma: 14 de noviembre de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFMZAAH.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.37. Artículos la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 6. (…) Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento.	No se prevén afectaciones a alguna zona arqueológica en los terrenos adquiridos para el Proyecto. En caso de que se llegaran a encontrar vestigios arqueológicos en el área del Proyecto, el promovente obtendrá el Permiso para la realización de obras y la liberación del sitio Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Por ello, se suspenderá de manera inmediata la obra, se delimitará dicha zona del hallazgo y se dará aviso al INAH, el cual ejecutará las acciones conducentes hasta su liberación.	Informativo

II.4.13 Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH, 2018)

Fecha de expedición o reforma: 03 de diciembre de 2020.
Fuente de consulta y publicación: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFMZAAH_031220.pdf

A continuación, se vinculan los artículos aplicables con el proyecto.

Tabla II.38. Artículos del Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos aplicables durante el desarrollo del Proyecto. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 42.- Toda obra en zona o monumento, inclusive la colocación de anuncios, avisos, carteles, templetes, instalaciones diversas o cualesquiera otras, únicamente podrá realizarse previa autorización otorgada por el Instituto correspondiente, para lo cual el interesado habrá de presentar una solicitud…	El promovente en caso de requerirlo obtendrá el Permiso correspondiente para la realización de obras y la liberación del sitio Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).	Informativo

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 44.- Cualquier obra que se realice en predios colindantes a un monumento arqueológico, artístico o históricos, deberá contar previamente con el permiso del Instituto competente.	El promovente en caso de requerirlo obtendrá el Permiso correspondiente para la realización de obras y la liberación del sitio Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Por ello, se suspenderá de manera inmediata la obra, se delimitará dicha zona del hallazgo y se dará aviso al INAH, el cual ejecutará las acciones conducentes hasta su liberación.	Informativo

Conclusiones:

Con base en la revisión y vinculación de las leyes y reglamentos federales aplicables, se determinó que las obras y actividades del proyecto no se contraponen a los artículos señalados, toda vez que se incorporan regulaciones y medidas específicas de prevención, mitigación y compensación para cada etapa y tipo de obra.

Asimismo, mediante el *Programa de Vigilancia Ambiental* se ejecutarán las acciones descritas en el Capítulo IV de la presente MIA-R, a fin de asegurar el cumplimiento de la normativa aplicable durante el desarrollo del proyecto.

CONSULTA PÚBLICA

II.5 ESTATAL Y MUNICIPAL

II.5.1 Código para la Biodiversidad del Estado de México

Fecha de expedición o reforma: 03 de mayo de 2006.
Fuente de consulta y publicación: https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/cod/vig/codvig009.pdf

Tabla II.39. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables con el Código para la Biodiversidad del Estado de México. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 2.83. Toda zona del territorio del Estado será considerada objeto de preservación, restauración y protección particularmente aquellas áreas naturales protegidas en las que los ambientes originales no hayan sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o aquellas que a pesar de haber sido ya afectadas requieran por su especial relevancia para la Entidad o su población el ser sometidas a programas de preservación, conservación, remediación, recuperación, rehabilitación o restauración. Para tal efecto las autoridades emitirán las declaratorias de protección correspondientes para el área de que se trate en las que no podrá permitirse la realización de actividades, usos o aprovechamientos distintos de aquellos que se encuentren expresamente contemplados en el programa de manejo que para el efecto se emita de conformidad con el decreto correspondiente y de acuerdo con lo establecido en el presente Libro. **Artículo 2.95.** En las áreas naturales protegidas del Estado quedará expresamente prohibido: I. Verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante en la que no se internalicen los costos ambientales y no se aprueben programas de restauración específicos a cada actividad; II. Interrumpir, rellenar, desecar o desviar los flujos hidráulicos; III. Realizar actividades cinegéticas o de explotación y aprovechamiento de especies de flora y fauna silvestres sin la autorización correspondiente; y IV. Ejecutar acciones que contravengan lo dispuesto por el presente Libro, la declaratoria respectiva y las demás disposiciones que de ellas se deriven y demás ordenamientos aplicables.	El proyecto incide parcialmente dentro del Área Natural Protegida estatal *Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango*, por lo que su ejecución se restringe al polígono solicitado y a las actividades compatibles con el instrumento de manejo aplicable. En el área de proyecto se prevén acciones orientadas a evitar la alteración adicional de las condiciones ambientales, mediante la delimitación estricta del Derecho de Vía, la prevención de descargas o infiltraciones contaminantes al suelo y cuerpos de agua, la conservación de los flujos hidráulicos naturales mediante obras de drenaje diseñadas conforme a estudios técnicos, así como la prohibición de aprovechamiento, caza o colecta de especies silvestres. Asimismo, se contemplan medidas de rescate, reubicación y restauración que atienden la necesidad de recuperación en zonas intervenidas, en congruencia con los principios de preservación y protección establecidos para el territorio estatal y particularmente para áreas naturales protegidas.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 06, 07, 13, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **AGUA:** 31, 32, 33 **FLORA:** 34, 35, 36, 37, 38, 39 **FAUNA:** 41, 42, 43 **PAISAJE:** 49
Artículo 2.125. Queda prohibido en la Entidad el tráfico de especies silvestres de flora y fauna terrestres o acuáticas, de conformidad con lo dispuesto por las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables.	Dentro del área del proyecto se prohíbe expresamente cualquier acto de colecta, comercio o tráfico de especies silvestres, tanto de flora como de fauna, incluyendo aquellas bajo categoría de riesgo o protección especial conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Se implementan acciones de supervisión, señalización y capacitación al personal para prevenir conductas que impliquen extracción, traslado o afectación indebida de ejemplares, asegurando que las actividades constructivas no se traduzcan en aprovechamientos ilegales de recursos biológicos.	**FLORA:** 34, 40 **FAUNA:** 42, 44, 45

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 2.130. Para la preservación y aprovechamiento sostenible del suelo se considerarán los siguientes criterios: I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar la biodiversidad ni el equilibrio de los ecosistemas; II. El uso de suelo debe hacerse de manera que éste mantenga su integridad física y su capacidad productiva; III. El uso productivo del suelo debe evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación, desertificación o modificación de las características topográficas con efectos ecológicos adversos; IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sostenible del suelo deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, desertificación o deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas de éste y la pérdida duradera de la vegetación natural; V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias con el fin de restaurarlas; VI. La realización de las obras públicas o privadas que puedan provocar deterioro severo de los suelos deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación, rehabilitación, restauración y restablecimiento de su vocación natural; y VII. Las normas oficiales mexicanas, criterios y normas técnicas estatales.	El desarrollo del proyecto contempla criterios de compatibilidad del uso del suelo con sus características físicas y ambientales, evitando intervenciones fuera de las áreas solicitadas y limitando la circulación de maquinaria para prevenir compactación y degradación. Se incorporan prácticas para estabilización de taludes, control de erosión, manejo adecuado del material producto de cortes y excavaciones, protección de suelos frágiles, reincorporación de material con aptitud técnica y resguardo de suelo orgánico para su posterior utilización en restauración. Asimismo, se prevén acciones de revegetación y compensación ambiental cuando la obra implique remoción de cobertura vegetal, integrando medidas de regeneración equivalentes a la magnitud de la intervención.	**SUELO:** 01, 02, 03, 05, 19, 20, 21, 22, 23, 24 **FLORA:** 35, 36, 37, 38
Artículo 2.133. Estarán obligados a restaurar el suelo, subsuelo, mantos acuíferos y demás elementos y recursos naturales afectados quienes por cualquiera que sea la causa los contaminen o deterioren. Dicha restauración deberá llevarse al cabo de acuerdo con este Libro, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas, las normas técnicas estatales, los criterios ecológicos y demás disposiciones aplicables.	En el área del proyecto se establecen mecanismos preventivos y correctivos para evitar la contaminación o deterioro del suelo, subsuelo y recursos hídricos, incluyendo protocolos de contención inmediata ante derrames, caracterización y remediación conforme a límites normativos, así como el manejo diferenciado y trazable de residuos peligrosos mediante almacenamiento temporal controlado y disposición final autorizada. Estas acciones permiten atender de manera directa cualquier afectación que pudiera generarse durante las etapas de construcción u operación, conforme a las disposiciones aplicables en materia de restauración ambiental.	**SUELO:** 06, 07, 08, 09, 13, 15 **AGUA:** 31 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 42

CONSULTA PÚBLICA

II.5.2 Código Ambiental del Estado de Querétaro

Fecha de expedición o reforma: 03 de diciembre de 2021.
Fuente de consulta y publicación: https://queretaro.gob.mx/documents/291166/1115817/CODIGO-AMBIENTAL-DEL-ESTADO-DE-QUERETARO.pdf

Tabla II.40. Vinculación jurídica del Proyecto con los artículos aplicables con el Código Ambiental del Estado de Querétaro. Elaboración propia.

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
Artículo 138. Para preservar, proteger, conservar y aprovechar la biodiversidad, las autoridades ambientales, con la participación de la sociedad, realizarán las siguientes acciones: I. Proteger las especies endémicas y las clasificadas en las Normas Oficiales Mexicanas; II. Promover la investigación y desarrollo tecnológico para la preservación, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestres que existen en el Estado; III. Fomentar proyectos para la preservación, protección, conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre, conforme a la normativa federal aplicable; IV. Promover la difusión del conocimiento de la biodiversidad del Estado, que fortalezca la conciencia y cultura ambiental a través de la educación ambiental formal y no formal; V. Prohibir la introducción de especies exóticas o invasoras que atenten contra la biodiversidad y procesos ecológicos de los ecosistemas locales en el Estado, así como impulsar y llevar a cabo las acciones necesarias para su control; VI. Fomentar la cultura de la denuncia popular ante el tráfico ilegal de especies; VII. Promover la conectividad de espacios de valor ecológico para asegurar su integridad y funcionalidad, por medio de acciones que disminuyan el riesgo inherente a los efectos generados por la fragmentación del paisaje; VIII. Impulsar, en zonas urbanas, la conservación y creación de áreas verdes que funcionen como corredores ecológicos y como hábitat para la fauna adaptada a las condiciones urbanas; IX. Dar prioridad a los programas que utilicen controles biológicos para el combate de plagas y enfermedades forestales en el Estado; X. Priorizar la transferencia de conocimientos y saberes, tecnológicos y tradicionales en el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, que mejoren la calidad de vida de las comunidades rurales y pueblos indígenas; XI. Promover el consumo de productos locales y cocina de proximidad a partir de la diversidad agroecológica del Estado y cultivos autóctonos, que genere impactos económicos en la cadena de proveeduría, difunda la cultura culinaria y las tradiciones indígenas, e incremente el atractivo gastronómico del Estado; XII. Fomentar el turismo sustentable que apoye a la economía de las comunidades locales; y XIII. Elaborar el Estudio de Estado y la Estrategia para la Conservación y Uso Sustentable de la Biodiversidad	En el área del proyecto se contemplan acciones dirigidas a la protección de especies endémicas y aquellas enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, mediante su identificación previa, rescate, reubicación y supervisión durante las etapas de preparación del sitio y construcción. Se prevé la prohibición expresa de colecta, caza o tráfico de ejemplares, así como la implementación de señalización y capacitación ambiental para el personal, fortaleciendo la cultura de protección y denuncia. Asimismo, se consideran medidas para evitar la introducción o dispersión de especies exóticas invasoras, promoviendo su detección y remoción en caso de presentarse. La remoción gradual de vegetación, el establecimiento de zonas de exclusión en caso de nidos activos y la limitación de velocidades contribuyen a disminuir efectos de fragmentación y mantener funcionalidad ecológica en el entorno inmediato. Para dar un cumplimiento específico al criterio, se tiene prevista la colocación de 34 pasos de fauna a través de la adecuación de 29 Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre.	**FLORA:** 34, 35, 36, 37, 39, 40 **FAUNA:** 41, 42, 43, 44, 45 **SUELO:** 24 **PAISAJE:** 49

CONSULTA PÚBLICA

Artículo	Vinculación/ compatibilidad	Medidas específicas
del Estado de Querétaro, en coordinación con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.		
Artículo 226. Se prohíbe emitir a la atmósfera cualquier contaminante. Se consideran contaminantes, entre otros, los humos, polvos, gases, vapores, partículas y olores que rebasen los límites máximos permisibles contenidos en las normas oficiales mexicanas o en las normas técnicas ambientales estatales y demás disposiciones vigentes, o bien, cuando ocasionen molestia manifiesta y generalizada entre la población de las áreas circundantes.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contempla la implementación de medidas para evitar la emisión de partículas, polvos o vapores que excedan los límites permisibles, incluyendo el mantenimiento preventivo de maquinaria, la restricción de actividades fuera del área autorizada y la correcta gestión de materiales y residuos. Se limita la exposición innecesaria del suelo, se estabilizan taludes y se organizan frentes de trabajo para reducir dispersión de partículas y molestias en áreas circundantes.	**SUELO:** 05, 19, 22, 23 **FLORA:** 38 **FAUNA:** 46, 47 **PAISAJE:** 50
Artículo 268. Las obras públicas o privadas y las actividades que se desarrollen en el territorio del Estado, que pudieran afectar la protección, recuperación o restablecimiento de elementos naturales en hábitat críticos, declarados bajo ese régimen por las autoridades federales competentes, se sujetarán estrictamente a las condiciones que se establezcan como medidas especiales de manejo y conservación en los planes de manejo respectivo.	En caso de que el desarrollo del proyecto implique la afectación de elementos naturales en hábitats críticos, se dará cumplimiento a las disposiciones específicas de manejo y conservación aplicables	**SUELO:** 01, 02, 03, 24 **AGUA:** 31, 32, 33 **FLORA:** 35, 37, 38 **FAUNA:** 41, 42 **PAISAJE:** 49

Conclusiones:

Derivado de la revisión y análisis de los artículos aplicables del Código para la Biodiversidad del Estado de México y del Código Ambiental del Estado de Querétaro, en relación con el proyecto, se determinó que las obras y actividades previstas se ajustan a los principios de preservación, protección, conservación y restauración ambiental establecidos en ambos instrumentos normativos.

La planeación, construcción y operación del proyecto incorporan criterios preventivos, de mitigación y, en su caso, de restauración, orientados a la protección de la biodiversidad, el manejo adecuado de los recursos naturales y el cumplimiento de las disposiciones aplicables en materia de áreas naturales protegidas, suelo, agua y vida silvestre. En consecuencia, la vinculación realizada permite concluir que el proyecto se encuentra alineado con la normativa ambiental estatal vigente.

CONSULTA PÚBLICA

II.6 TRATADOS INTERNACIONALES

II.6.1. Acuerdo de París sobre Cambio Climático (2015)

El Acuerdo de París es un tratado internacional que establece compromisos jurídicos para enfrentar el cambio climático. Fue adoptado por 196 países durante la COP21, celebrada en París el 12 de diciembre de 2015, y entró en vigor el 4 de noviembre de 2016. Su propósito principal es mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2 grados centígrados, con la meta ideal de limitarlo a 1.5 grados en relación con los niveles preindustriales.

Para lograr este objetivo, las naciones buscan alcanzar el pico máximo de emisiones de gases de efecto invernadero lo más pronto posible y trabajar hacia un equilibrio climático para mediados del siglo XXI. Este compromiso implica una transformación profunda en los ámbitos económico y social, basada en evidencia científica actualizada.

El Acuerdo establece un ciclo de revisión quinquenal en el que los países actualizan y refuerzan sus estrategias climáticas. En 2020, presentaron sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), que son planes específicos en materia de acción climática.

En el caso de México, las acciones concretas incluyen:

- Lograr una tasa cero de deforestación.
- Incrementar la capacidad de adaptación en 160 municipios con alta vulnerabilidad.
- Proteger a la población frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos.
- Mejorar la resiliencia de la infraestructura estratégica y los ecosistemas.
- Desvincular el crecimiento económico de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Este enfoque fortalece el compromiso de México con las metas establecidas en el Acuerdo de París y con la lucha global contra el cambio climático. La instalación del proyecto representa una base fundamental para avanzar en estos objetivos, destacándose en términos de planificación ambiental y evaluación de impactos.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) está en sintonía con los objetivos del Acuerdo de París, ya que contribuirá a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) generadas por los automóviles, las cuales representan el 14% del total de estos gases liberados a la atmósfera. Este proyecto fomenta la dependencia de vehículos particulares, que son una fuente importante de emisiones puesto que abre una ruta de transporte como camiones de transporte público, además de que reducirá los tiempos de traslado. Al mismo tiempo, mejorará la calidad del aire y la sostenibilidad ecológica en México.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) contempla dentro de sus actividades la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental en el cual se evalúa el cumplimiento de todos los programas ambientales anexos, en estos se determina el manejo adecuado de la

CONSULTA PÚBLICA

maquinaría utilizada para de tal manera no generar contaminantes que impliquen la generación de gases de efecto invernadero, así como también se llevará el manejo adecuado de residuos considerando su disposición final con empresas autorizadas.

II.6.2. Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) es un acuerdo internacional clave que busca la conservación de la diversidad biológica, el uso sostenible de sus componentes y la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos, con la participación de 196 países ratificantes.

Su propósito principal es implementar acciones que conduzcan a un futuro sostenible, reconociendo que la conservación de la biodiversidad es un interés común para toda la humanidad. El CDB abarca todos los niveles de diversidad biológica, desde ecosistemas y especies hasta recursos genéticos. Además, incluye aspectos relacionados con la biotecnología, como lo establece el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, y abarca diversos ámbitos como la ciencia, la política, la educación, la agricultura, los negocios y la cultura, entre otros.

La creación de libramientos y rutas que reduzcan tiempos de traslado y recordé distancia, conlleva a la reducción de contaminantes, beneficiando la calidad del aire y del agua. Además, este enfoque incorpora una gestión responsable de los ecosistemas que puedan verse afectados por su desarrollo.

El Proyecto en comento se alinea directamente con los objetivos de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB), ya que, dentro del Capítulo IV de la MIA-R, se contemplan medidas concretas de prevención y mitigación destinadas a proteger a los organismos biológicos de cualquier posible afectación derivada de la implementación del proyecto. Entre estas medidas se incluye la implementación del Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre que ayudará a proteger y mantener la diversidad de organismos vivos y sus ecosistemas, reforzando así el compromiso con la sostenibilidad ecológica.

II.6.3. Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desperdicios Peligrosos y su Eliminación (1989)

El Convenio de Basilea tiene como finalidad principal minimizar la generación de desechos peligrosos y regular su movimiento transfronterizo para garantizar su gestión de manera ambientalmente adecuada. Para ello, fomenta la colaboración internacional y establece mecanismos de coordinación y supervisión.

Adoptado el 22 de marzo de 1989 durante la Conferencia de Plenipotenciarios, este convenio fue suscrito inicialmente por 116 países. México ratificó su compromiso el 22 de febrero de 1991 y lo oficializó mediante su publicación en el Diario Oficial de la Federación el 9 de agosto del mismo año. Las disposiciones generales entraron en vigor el 5 de mayo de 1992, marcando

CONSULTA PÚBLICA

el inicio de su implementación. Este tratado es reconocido como uno de los más antiguos en la regulación de residuos peligrosos y sustancias químicas a nivel global.

El proyecto está alineado con los objetivos del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desperdicios Peligrosos y su Eliminación. Dentro de las actividades del proyecto, se contempla la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental, en el cual se evalúa el cumplimiento de todos los programas ambientales anexos. Entre estos programas se incluye el manejo integral de residuos, enfocado en los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio. Estos residuos serán acumulados en contenedores y bolsas plásticas para evitar su dispersión, hasta su disposición final por empresas autorizadas. En cuanto a los residuos peligrosos, el proyecto se compromete a asegurar una gestión adecuada de los mismos, cumpliendo con la normatividad aplicable. Se garantizará el cumplimiento de las disposiciones correspondientes en cada uno de los tramos establecidos a lo largo de la implementación del proyecto.

II.6.4. CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres)

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) es un acuerdo global establecido para regular y controlar el comercio internacional de especies animales y vegetales con el fin de asegurar que este no ponga en peligro la supervivencia de dichas especies. Este acuerdo abarca una variedad de productos derivados de la vida silvestre, que incluyen tanto animales y plantas vivos como bienes manufacturados como cuero, madera, instrumentos musicales, productos alimenticios, recuerdos turísticos y medicinas. El comercio internacional de estas especies representa miles de millones de dólares anualmente y afecta a un gran número de ejemplares de fauna y flora.

La CITES cuenta con 183 países miembros que se comprometen a implementar sus disposiciones dentro de sus respectivas legislaciones nacionales. Estas naciones comparten una visión común sobre la importancia de proteger la biodiversidad, reconociendo su valor desde diversas perspectivas, como la estética, científica, cultural, recreativa y económica. Además, los países miembros reconocen que la protección de la fauna y flora silvestres es responsabilidad de cada nación, pero también subrayan la necesidad de cooperación internacional para evitar la sobreexplotación de ciertas especies a través del comercio transnacional.

En el marco del CITES, el Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) está directamente vinculado con el compromiso de proteger las especies de flora y fauna que puedan verse afectadas por su implementación. Este compromiso incluye la adopción de medidas específicas para la conservación de especies, asegurando que, en caso de identificar especies amenazadas o en peligro de extinción durante el levantamiento de flora y fauna o en las áreas de intervención del proyecto, se tomarán las acciones necesarias para su preservación. Además, se garantizará que no se fomente la explotación ilegal ni el desplazamiento de estas especies, alineándose con los principios del CITES.

CONSULTA PÚBLICA

Para ello, se implementarán programas específicos como el *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* y el *Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre* en donde se realizarán las acciones de rescate previo a las actividades de desmonte y despalme, además de que se capacitará al personal, en donde se les indicará la importancia de la conservación de la flora y fauna silvestre, así como las repercusión legales yprohibiciones del comercio con la flora y fauna silvestre. Estas acciones no solo ayudan a mantener la biodiversidad y el equilibrio ecológico, sino que también cumplen con los compromisos de conservación.

II.6.5. Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora para el desarrollo económico, social y ambiental de los 193 países que la respaldaron. Este acuerdo internacional se presenta como una hoja de ruta para las siguientes décadas, guiando los esfuerzos hacia un desarrollo inclusivo y sostenible. La Agenda abarca temas clave como la erradicación de la pobreza extrema, la lucha contra la desigualdad en sus diversas formas, el impulso de un crecimiento económico inclusivo, el fortalecimiento de las ciudades sostenibles y la acción contra el cambio climático. Esta visión colectiva es fundamental para medir el progreso de los países, especialmente en América Latina y el Caribe, que se beneficiarán de un enfoque prioritario en áreas críticas para la región.

México, al ser parte activa de las negociaciones de la Agenda 2030, contribuyó con sus propios enfoques prioritarios, tales como la pobreza multidimensional, la inclusión social y económica, la protección de los derechos de los migrantes independientemente de su estatus, la igualdad de género, la conservación de la biodiversidad, la lucha contra el cambio climático y el acceso al agua potable.

La AMEXCID (Agencia Mexicana de Cooperación Internacional para el Desarrollo), conforme a la Ley de Cooperación Internacional para el Desarrollo, es responsable de coordinar el seguimiento de la Agenda 2030 y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). En particular, se enfoca en el ODS 17, que busca fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Global para el Desarrollo Sostenible, asegurando que las políticas y programas de cooperación internacional de México sean consistentes con los ODS y otros acuerdos internacionales relevantes.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) se vincula de manera directa con los objetivos de la Agenda 2030, especialmente en aquellos enfocados en el cambio climático, la sostenibilidad y el bienestar social. A continuación, se detallan las principales contribuciones del proyecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

1. ODS 9. Industria, innovación e infraestructura: El proyecto fomenta el desarrollo de una infraestructura de transporte masivo sostenible, mejorando la conectividad interestatal y

CONSULTA PÚBLICA

contribuyendo al crecimiento económico regional. Además, promueve un transporte eficiente, accesible y con menores emisiones, alineándose con las metas de este objetivo.

2. ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles: Al impulsar el transporte público masivo, el proyecto contribuye a reducir el tráfico vehicular, mejora la calidad del aire y apoya el desarrollo de comunidades sostenibles. Facilita la conectividad entre ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, lo que refuerza la cohesión social y el bienestar.

3. ODS 13. Acción por el clima: El proyecto fomenta la lucha contra el cambio climático al promover un sistema de transporte más eficiente y sostenible, contribuyendo así a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, en el marco del proyecto se realizará el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, que incluye el manejo adecuado de los automotores para evitar la emisión de estos gases.

4. ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres: La implementación del proyecto está alineada con las estrategias de prevención de la deforestación, la desertificación y la conservación de la biodiversidad. Dentro del proyecto se establecen programas específicos, como el *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre*, el *Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre* y el *Programa de Compensación*. Estos programas tienen como objetivo promover la protección de la flora y fauna, y la restauración de los ecosistemas terrestres, evitando la deforestación y la degradación del suelo. Además, al rehabilitar una vía de comunicación ya existente, se minimiza la necesidad de nuevas infraestructuras que puedan afectar negativamente a los ecosistemas.

II.6.6. Convención sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CCNUCC) (1992)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue firmada por México el 13 de junio de 1992, y posteriormente aprobada por unanimidad por la Cámara de Senadores del Congreso de la Unión el 3 de diciembre del mismo año. La ratificación ante la ONU se formalizó el 11 de marzo de 1993, comprometiendo al Gobierno de México a cumplir con los lineamientos establecidos en dicho tratado.

El objetivo principal de la Convención se alcanzaría mediante compromisos diferenciados entre las partes firmantes. Bajo el principio de "Responsabilidades comunes pero diferenciadas", los países desarrollados (Anexo I) asumieron el compromiso de reducir sus emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a los niveles de 1990 para el año 2000 y mantener esos niveles en el futuro.

En cambio, los países en desarrollo, denominados no Anexo I, no están sujetos a compromisos cuantitativos de reducción de emisiones, pero deben participar en acciones comunes como la planificación, implementación de medidas y promover la educación y difusión de conocimiento sobre el cambio climático.

CONSULTA PÚBLICA

México ha llevado a cabo diversas acciones para cumplir con sus obligaciones en el marco de la CMNUCC, incluyendo la elaboración de documentos de planeación a nivel nacional y estatal, así como la preparación de sus comunicaciones nacionales que incluyen inventarios de emisiones.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) está alineado con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y contribuye de manera directa a la implementación de acciones para reducir el impacto ambiental. A través de las siguientes iniciativas, el proyecto promueve un sistema de transporte más eficiente y sostenible, con un enfoque particular en la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):

1. Reducción de Emisiones de GEI: Al fomentar el uso del tren sobre vehículos particulares y aeronaves, el proyecto contribuirá a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que apoya los compromisos de México bajo la CMNUCC para mitigar el cambio climático.

2. Transporte Sostenible: La ampliación y modernización del sistema de transporte público interestatal permitirá optimizar la infraestructura vial, promoviendo una movilidad más eficiente que reduce la necesidad de nuevas carreteras y mejora la conectividad regional.

3. Desarrollo Sostenible: Este proyecto se integra con los principios de desarrollo sostenible, ya que no solo mejora la infraestructura de transporte, sino que también ofrece soluciones para reducir las emisiones de gases contaminantes, apoyando las estrategias nacionales para combatir el cambio climático y avanzar hacia un futuro más sostenible.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) contempla dentro de sus actividades la implementación de un Programa de Vigilancia Ambiental en el cual se evalúa el cumplimiento de todos los programas ambientales anexos, en estos se determina el manejo adecuado de la maquinaría utilizada para de tal manera no generar contaminantes que impliquen la generación de gases de efecto invernadero, así como también se llevará el manejo adecuado de residuos considerando su disposición final con empresas autorizadas.

II.6.7. UNESCO (Convención del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural)

La Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, adoptada por la Conferencia General de la UNESCO el 16 de noviembre de 1972, ha sido uno de los acuerdos internacionales más relevantes para la preservación y protección del patrimonio cultural y natural a nivel mundial. Este instrumento legal ha sido ratificado por 191 países y su aplicación abarca la designación de sitios como patrimonio de la humanidad por su valor cultural, natural o mixto.

El patrimonio cultural incluye monumentos, conjuntos o lugares con valor universal en términos históricos, artísticos o científicos. En las últimas décadas, se ha ampliado la

CONSULTA PÚBLICA

identificación de categorías de patrimonio, incorporando aspectos como paisajes culturales, itinerarios culturales, patrimonio moderno e industrial.

Por otro lado, el patrimonio natural se refiere a monumentos naturales, formaciones geológicas y fisiográficas, así como hábitats de especies amenazadas de flora y fauna, que tienen un valor excepcional desde los puntos de vista científico, estético o de conservación. Esta Convención ha sido fundamental para resguardar sitios de gran relevancia para la humanidad, destacando la importancia de su preservación para las generaciones futuras.

El proyecto se alinea con los compromisos nacionales e internacionales en materia de protección del patrimonio cultural y natural, en cumplimiento de los artículos 4, 5 y 6 de la normativa correspondiente. Dichos artículos establecen la obligatoriedad de conservar, salvaguardar y transmitir este legado a las generaciones futuras.

Al realizarse sobre una superficie prospección sobre hallazgos arqueológicos , el proyecto minimiza el impacto en los sitios arqueológicos de tipo 1, 2 y 3 cercanos en la presente en la zona. En este marco, la conservación de estos bienes culturales y naturales se erige como un eje prioritario, garantizando no solo la integridad de los vestigios arqueológicos, sino también la protección de los ecosistemas, la flora y la fauna endémicas.

El Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ) contempla dentro de sus actividades la implementación los programas ambientales descritos a lo largo de la MIA-R, cada uno de ellos con sus indicadores de evaluación. Además de impulsar el desarrollo económico y social de la región, el proyecto integra un modelo de sostenibilidad ambiental y patrimonial. Al armonizar la modernización de la infraestructura con la preservación del patrimonio, se asegura que el progreso no comprometa los recursos naturales ni el valor histórico de la zona, cumpliendo así con el mandato de legar un entorno equilibrado y rico en identidad a las futuras generaciones.

CONSULTA PÚBLICA

II.7 PLANES DE DESARROLLO EN SUS DIFERENTES NIVELES

II.7.1 Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

Fecha de expedición o reforma: 28 de febrero de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.gob.mx/presidencia/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2030-391771

Vinculación: El proyecto *Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)* se alinea con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 al contribuir al fortalecimiento de la conectividad interregional y a la consolidación de infraestructura estratégica que favorece la integración económica y territorial del centro del país. La construcción y operación de una vialidad tipo A4 que enlaza la autopista federal MEX-057 en dos puntos estratégicos responde a los objetivos nacionales de modernización de la red carretera, optimización logística y mejora de la movilidad, impulsando el desarrollo regional en los estados de México y Querétaro bajo un enfoque de planeación ordenada del territorio.

En congruencia con el eje de desarrollo sustentable del Plan, el proyecto incorpora criterios de prevención, mitigación, restauración y compensación ambiental aplicables en el área intervenida, incluyendo la protección del suelo, manejo integral de residuos, control de escurrimientos, conservación de flora y fauna. Estas obras y actividades permiten que el proyecto se desarrolle bajo los parámetros del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.

II.7.2 Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2025-2030)

Fecha de expedición o reforma: 09 de septiembre de 2025.
Fuente de consulta y publicación: https://www.gob.mx/sict/documentos/programa-sectorial-de-infraestructura-comunicaciones-y-transportes-2025-2030

Vinculación: El proyecto *Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)* se encuentra alineado con los objetivos del Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes 2025-2030 al incidir directamente en el mejoramiento de la conectividad y la accesibilidad territorial mediante infraestructura carretera moderna, segura y eficiente, fortaleciendo la movilidad de personas y mercancías en el corredor central del país y favoreciendo la integración logística y competitividad regional. Esta línea de acción corresponde al objetivo de construir, modernizar y conservar caminos que promuevan la cohesión territorial y reduzcan brechas de desigualdad entre regiones, al tiempo que impulsa esquemas de movilidad con criterios de inclusión y sostenibilidad.

CONSULTA PÚBLICA

II.7.3 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, Estado de México

Fecha de última actualización: 21 de agosto de 2023.
Fuente de consulta y publicación: https://sedui.edomex.gob.mx/sites/sedui.edomex.gob.mx/files/files/planes_municipales/Polotitlan/PMDU%20COMPLETO%202.pdf

Vinculación: El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Polotitlán, Estado de México tiene entre sus directrices fortalecer la infraestructura vial y la accesibilidad dentro del municipio, mediante la consolidación de un sistema de vialidades que mejore la comunicación interna y con otras regiones. Asimismo, se busca orientar el uso del suelo de manera que el desarrollo urbano sea compatible con la funcionalidad de las actividades económicas y la calidad de vida de los habitantes del municipio.

El *Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)* se vincula con estos objetivos al integrar una vialidad de conexión regional que fortalece el acceso y conectividad del municipio dentro de una red mayor, contribuyendo a la integración territorial planteada en el plan urbano y dando respuesta a necesidades identificadas de infraestructura vial.

II.7.4 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Colón

Fecha de expedición o reforma: 15 de agosto de 2008.
Fuente de consulta y publicación: https://www.colon.gob.mx/include/pdf/informacion%20publica/XLV/REGLAMENTOS%20MUNICIPALES%20PAGINA/PROGRAMA%20MUNICIPAL%20DE%20DESARROLLO%20URBANO%20DE%20COLÓN.pdf?

Vinculación: El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Colón está diseñado para ordenar el crecimiento urbano del municipio de Colón de forma equilibrada e integral, integrando el desarrollo urbano, industrial y productivo dentro de criterios de protección del medio ambiente, y orientando la estructura urbana hacia las zonas aptas para cada uso del suelo con el fin de mejorar la calidad de vida de sus habitantes y fortalecer la conectividad territorial. El instrumento parte de un diagnóstico territorial que considera la red vial municipal como eje estructurante y la preservación del entorno natural como elemento clave del ordenamiento urbano, en coherencia con mandatos legales tanto estatales como federales relacionados con la planeación urbana y ecológica.

El *Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)* se vincula con este programa urbano al integrarse como infraestructura vial que mejora la conectividad regional en una zona con vocación de corredor logístico y acceso intermunicipal, lo que contribuye a la ordenación del territorio de Colón conforme a sus directrices. Paralelamente, las acciones ambientales planificadas para el proyecto, incluyendo manejo integrado de suelos y residuos, protección de recursos hídricos y medidas de conservación de la biodiversidad en el área de intervención, armonizándose con la orientación municipal hacia la preservación del medio ambiente natural dentro del desarrollo urbano.

CONSULTA PÚBLICA

II.7.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Marqués

Fecha de expedición o reforma: Julio 2024.
Fuente de consulta y publicación: https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2025/07/memoria_tecnica_PMDUEM_2025.pdf

Vinculación: El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de El Marqués, Querétaro 2025 plantea estructurar y regular el crecimiento del municipio, fortaleciendo la red vial y coordinación interinstitucional, promoviendo un desarrollo urbano ordenado y congruente con los usos de suelo establecidos y las necesidades de infraestructura pública. El instrumento enfatiza la planificación de movilidad y equipamiento urbano como componentes esenciales para la calidad de vida, así como la integración armónica de actividades productivas, residenciales y de servicios dentro de un marco normativo que incluye aspectos ambientales y de gestión territorial.

El *Libramiento Metropolitano de Querétaro* se vincula con estos objetivos al constituir una infraestructura vial estratégica que potencia la conectividad regional y mejora la accesibilidad dentro del municipio de El Marqués, respondiendo a la directriz municipal de articular redes de transporte fundamentales para el ordenamiento urbano.

.

II.7.6 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquiapan 2021–2052

Fuente de consulta y publicación: https://municipiodetequisquiapan.gob.mx/uploads/ARTICULO67/FRACCION%206%20PLANES%20DE%20DESARROLLO%20URBANO-ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL-ECOLOGICO%20Y%20USOS%20DE%20SUELO%20Y%20LIC/programa-municipal-de-desarrollo-urbano.pdf

Vinculación: El Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquiapan, Querétaro 2021-2052 está orientados al desarrollo urbano, la gestión de usos del suelo y la conservación ecológica, buscando orientar la evolución del crecimiento urbano y territorial bajo criterios de ordenamiento y gestión sostenible.

El *Libramiento Metropolitano de Querétaro* se vincula con esta visión al promover una infraestructura vial que favorece la articulación territorial y la conectividad entre Tequisquiapan y la región metropolitana, apoyando la estructuración de corredores de transporte que responden a la planificación urbana definida en el programa. Además, las medidas ambientales del proyecto tal como el manejo responsable del suelo, la gestión de residuos, la protección de recursos hídricos y la conservación de flora y fauna en las áreas de intervención, se alinean con los criterios de preservación ecológica y uso del suelo establecidos en el instrumento municipal.

CONSULTA PÚBLICA

II.8 LOCALIDADES INDÍGENAS

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).
Fuente de consulta y publicación: https://www.gob.mx/inpi

El proyecto “Libramiento Metropolitano de Querétaro” no solo busca prever, mitigar y compensar los impactos ambientales generados, sino también respetar y valorar los aspectos culturales y tradicionales de las comunidades indígenas presentes en su área de influencia.

De acuerdo con el análisis de incidencia y cercanía del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), a continuación, se presenta dicho análisis.

Tabla II.41. Incidencias y cercanías del proyecto respecto a las Localidades Indígenas conforme al análisis SIGEIA. Elaboración propia.

Localidades indígenas	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
La Fuente	-----	855
San Agustín el Cuervo	-----	1,315
San Nicolás	-----	1,576
San Antonio Escobedo Norte	-----	1,972
El Tesoro	-----	2,485
Celayita (San José Celayita)	-----	3,321
Rancho la Magdalena	-----	4,037
Barrio Lázaro Cárdenas (San Rafael)	-----	4,512
Urecho	-----	4,586

Por lo tanto, con base en la información contenida en el Catálogo Nacional de Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas del Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas y el análisis SIGEIA, **NO SE PRESENTA INCIDENCIA** sobre localidades indígenas, estando las más cercanas a 855 m (La Fuente), 1315 m (San Agustín el Cuervo), 1576 m (San Nicolás), 1972 m (San Nicolás) y a >2,485 m (El Tesoro, Celayita (San José Celayita), Rancho la Magdalena, Barrio Lázaro Cárdenas (San Rafael) y Urecho).

El proyecto acatará las medidas necesarias para garantizar el respeto a los derechos de las comunidades indígenas presentes en su área de influencia atendiendo la consulta indígena, en caso de que las autoridades correspondientes lo consideren pertinente.

CONSULTA PÚBLICA

II.9 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.

II.10 BIBLIOGRAFÍA

(A)

Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ). 2022. https://lasombradearteaga.segobqueretaro.gob.mx

Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México (POETEM). 2023. https://dgts.edomex.gob.mx/actualizacion_programa

(C)

Código para la Biodiversidad del Estado de México. 2006. **https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/cod/vig/codvig009.pdf**

Código Ambiental del Estado de Querétaro. 2021. **https://queretaro.gob.mx/documents/291166/1115817/CODIGO-AMBIENTAL-DEL-ESTADO-DE-QUERETARO.pdf**

(L)

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA). 2025. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFRA.pdf

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS). 2024. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf**

Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). 2026. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf**

CONSULTA PÚBLICA

Ley de Aguas Nacionales (LAN). 2025. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf**

Ley General de Vida Silvestre (LGVS). 2025. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGVS.pdf**

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos (LFMZAAH). 2025. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFMZAAH.pdf**

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). 2025. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf**

Localidades indígenas. 2026. https://www.gob.mx/inpi

(P)

Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Polotitlán, Estado de México. 2023. https://sedui.edomex.gob.mx/sites/sedui.edomex.gob.mx/files/files/planes_municipales/Polotitlan/PMDU%20COMPLETO%202.pdf

Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. 2025. https://www.gob.mx/presidencia/documentos/plan-nacional-de-desarrollo-2025-2030-391771

Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tequisquipan 2021-2052. https://municipiodetequisquiapan.gob.mx/uploads/ARTICULO67/FRACCION%206%20PLANES%20DE%20DESARROLLO%20URBANO-ORDENAMIENTO%20TERRITORIAL-ECOLOGICO%20Y%20USOS%20DE%20SUELO%20Y%20LIC/programa-municipal-de-desarrollo-urbano.pdf

Programa Sectorial de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (2025-2030). https://www.gob.mx/sict/documentos/programa-sectorial-de-infraestructura-comunicaciones-y-transportes-2025-2030

Programa Municipal de Desarrollo Urbano El Marqués. 2024. https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2025/07/memoria_tecnica_PMDUEM_2025.pdf

Programa de Manejo del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango. 2018. https://legislacion.edomex.gob.mx/sites/legislacion.edomex.gob.mx/files/files/pdf/gct/2018/abr163.pdf

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro. 2014. https://municipiodequeretaro.gob.mx/wp-content/uploads/2021/11/PROGRAMA-DE-ORDENAMIENTO-ECOLOGICO.docx-1.pdf

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro. 2015. http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/datos/portal/poet/2020/decreto_tequis_151030.pdf

CONSULTA PÚBLICA

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Colón, Qro. 2018. 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

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 2012. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro. 2018. https://elmarques.gob.mx/wp-content/uploads/2020/11/Gaceta_73_TOMO_02_2015-2018.pdf

(R)

Reglamento de la Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (R-LGPGIR). 2014. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf**

Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artístico e Históricos (R-LFMZAAH). 2018. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LFMZAAH_031220.pdf**

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales (R-LAN). 2014. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN_250814.pdf**

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (R-LGVS). 2014. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf**

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (R-LGDFS). 2020. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf**

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (R-LGEEPA). 2014. **https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf**

CONSULTA PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional (MIA-R)

Del proyecto:

"LIBRAMIENTO METROPOLITANO DE QUERÉTARO (LMQ)"

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

Promovente:

CONSULTA PÚBLICA

ÍNDICE

III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 17

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE) 19

III.1.1. Argumentos básicos para la delimitación 19

III.1.2. Metodología de la delimitación del Área de Influencia (AI) 23

III.2. CLIMA 26

III.2.1. Unidades climatológicas 26

III.2.2. Riesgos climatológicos y eventos extremos 29

III.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA 36

III.3.1. Geología 36

III.3.2. Provincias geológicas 37

III.3.3. Fisiografía 38

III.3.4. Sistema de topoformas 40

III.3.5. Riesgos geológicos y geomorfológicos 41

III.4. SUELO 44

III.4.1. Grupos edafológicos 44

III.4.2. Degradación del suelo 47

III.4.3. Erosión del suelo 48

III.5. Agua 50

III.5.1. Regionalización hidrológica 50

III.5.2. Cuerpos de agua superficiales 52

III.5.3. Corrientes de agua superficiales 53

III.5.4. Hidrología subterránea (acuíferos) 60

III.5.5. Riesgos y peligros 61

III.5.6. Calidad del agua 63

III.6. AIRE 64

III.6.1. Dirección del viento 64

III.6.2. Calidad del aire 65

III.7. BIODIVERSIDAD 66

III.7.1. Flora y vegetación terrestre 66

III.7.2. Fauna 137

III.8. ANÁLISIS RESPECTO A LA INCIDENCIA DEL SISTEMA AMBIENTAL CON ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA), ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, MANGLARES, SITIOS RAMSAR, REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIAS, REGIÓN MARÍTIMA PRIORITARIA 193

CONSULTA PÚBLICA

III.8.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) 193
III.8.2. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter federales 194
III.8.3. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter estatal 195
III.8.4. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter municipal 196
III.8.5. Humedales 197
III.8.6. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs) 197
III.8.7. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) 199
III.8.8. Distritos de riego 200
III.8.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs) 201
III.8.10. Regiones Marinas Prioritarias (RMPs) 202
III.8.11. Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) 203
III.8.12. Sitios RAMSAR 204
III.8.13. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad (CBC) 205
III.8.14. Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad (SAP) 206
III.8.15. Sitios prioritarios acuáticos y epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPEC) 207
III.8.16. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPT) 208
III.8.17. Sitios prioritarios para la restauración (SPR) 209
III.8.18. Conclusiones 210

III.9. IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS DENTRO DE LA REGIÓN ECOLÓGICA 211

III.9.1. Metodología para la identificación de los corredores biológicos 211
III.9.2. Especies clave para la identificación de los corredores biológicos 217
III.9.3. Distribución potencial conocida de las especies 218
III.9.4. Análisis del paisaje para la identificación de los corredores biológicos 227
III.9.5. Adecuación de obras para la construcción de pasos de fauna 231

III.10. MEDIO SOCIOECONÓMICO 234

III.10.1 Municipio de Polotitlán, Estado de México 234
III.10.2 Municipio de Colón, Querétaro 237
III.10.3 Municipio de El Marqués, Querétaro 239
III.10.4 Municipio de Pedro Escobedo, Querétaro 242
III.10.5 Municipio de Querétaro, Querétaro 245
III.10.6 Municipio de San Juan del Río, Querétaro 247
III.10.7 Municipio de Tequisquiapan, Querétaro 250
III.10.8 Municipio de San José Iturbide, Guanajuato 253
III.10.9 Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato 256
III.10.10 Municipio de Huichapan, Hidalgo 258

CONSULTA PÚBLICA

III.10.11 Municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo 261
III.10.12 Municipio de Tecozautla, Hidalgo 264
III.10.13 Consideraciones finales del medio socioeconómico 267
III.11. PAISAJE 269
III.11.1. Calidad paisajística 269
III.12. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 275
III.12.1. Análisis satelital de la calidad ecosistémica 286
III.13. CONCLUSIONES 289
III.13. BIBLIOGRAFÍA 290

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1. Microcuencas empleadas para la delimitación de la RE. Elaboración propia. 20
Tabla III.2. Impactos ambientales identificados y empleados para la delimitación del Área de Influencia (AI). Elaboración propia. 24
Tabla III.3. Incidencia de climas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia..... 26
Tabla III.4. Incidencia de climas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia..... 27
Tabla III.5. Temperatura media normal promedio de las estaciones climatológicas 22022 Peñamiller, 22025 Querétaro y 22045 Tolimán. Elaboración propia. 28
Tabla III.6. Precipitación promedio (mm) de las estaciones climatológicas 22022 Peñamiller, 22025 Querétaro y 22045 Tolimán. Elaboración propia. 28
Tabla III.7. Incidencia del riesgo y peligro por sequía dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 29
Tabla III.8. Incidencia del riesgo y peligro por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 30
Tabla III.9. Incidencia del riesgo y peligro por ciclones tropicales dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 32
Tabla III.10. Incidencia del riesgo y peligro por tormentas eléctricas dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 33
Tabla III.11. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 36
Tabla III.12. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 36
Tabla III.13. Incidencia de las provincias geológicas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 37
Tabla III.14. Incidencia de las provincias geológicas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 37
Tabla III.15. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 38
Tabla III.16. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 38
Tabla III.17. Incidencia del sistema de topoformas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 40

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.18. Incidencia del sistema de topoformas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 40
Tabla III.19. Incidencia del riesgo y peligro por inestabilidad de laderas dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 43
Tabla III.20. Incidencia del riesgo y peligro por eventos sísmicos dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia. 43
Tabla III.21. Incidencia de los grupos edafológicos dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 44
Tabla III.22. Incidencia de los grupos edafológicos dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 45
Tabla III.23. Incidencia de tipos y causas de degradación del suelo dentro de la RE. Elaboración propia. 47
Tabla III.24. Incidencia de tipos y causas de degradación del suelo dentro del AP. Elaboración propia. 47
Tabla III.25. Incidencia del tipo de erosión del suelo dentro de la RE. Elaboración propia. 48
Tabla III.26. Incidencia del tipo de erosión del suelo dentro del AP. Elaboración propia. 48
Tabla III.27. Incidencia de las regionalizaciones hídricas dentro de la RE conforme al SIGEIA. Elaboración propia. 50
Tabla III.28. Incidencia de cuerpos de agua superficiales dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 52
Tabla III.29. Incidencia de corrientes de agua superficiales dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 53
Tabla III.30. Incidencia de corrientes de agua superficiales dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 58
Tabla III.31. Corrientes y cuerpos de agua con incidencia dentro del AP y que posiblemente correspondan a zonas federales. Elaboración propia. 59
Tabla III.32. Incidencia de acuíferos dentro de la RE de acuerdo con el SIGACUA. Elaboración propia. 60
Tabla III.33. Incidencia de acuíferos dentro del AP de acuerdo con el SIGACUA. Elaboración propia. 61
Tabla III.34. Riesgos y peligros por inundaciones dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 61
Tabla III.35. Calidad del agua superficial dentro de la RE. Elaboración propia. 63
Tabla III.36. Calidad del agua subterránea dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 63
Tabla III.37. Estación Meteorológica Automatizada “Huimilpan” dentro de la RE. Elaboración propia. 64
Tabla III.38. Inventario de emisiones de la ZM de Querétaro-San Juan del Río por subsector, año base 2008 (Valores en toneladas de contaminantes) 65
Tabla III.39. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 66
Tabla III.40. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia. 67
Tabla III.41. Tipos de vegetación dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 68
Tabla III.42. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE). Elaboración propia. 80
Tabla III.43. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE). Elaboración propia. 82
Tabla III.44 Flora potencial en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia. 90
Tabla III.45. Riqueza de especies de la SBC dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 92

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.46. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia. 93
Tabla III.47. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 94
Tabla III.48. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 94
Tabla III.49. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 94
Tabla III.50. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas y epífitas dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 95
Tabla III.51. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas y/o rosetófilas dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 95
Tabla III.52. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro de la SBC del AP. Elaboración propia. 95
Tabla III.53. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia. 95
Tabla III.54. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro de la SBC del AP. Elaboración propia. 96
Tabla III.55. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas y epífitas dentro de la SBC del AP. Elaboración propia. 96
Tabla III.56. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas y/o rosetófilas dentro de la SBC del AP. Elaboración propia. 96
Tabla III.57. Listado florístico de la SBC de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia. 98
Tabla III.58. Riqueza de especies de MC dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 101
Tabla III.59. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo de la vegetación MC en la RE y AP. Elaboración propia. 102
Tabla III.60. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 103
Tabla III.61. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 103
Tabla III.62. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 104
Tabla III.63. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas/epífitas dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 104
Tabla III.64. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 104
Tabla III.65. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MC del AP. Elaboración propia. 105
Tabla III.66. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MC del AP. Elaboración propia. 105
Tabla III.67. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MC de la RE. Elaboración propia. 106
Tabla III.68. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas/epífitas dentro del MC del AP. Elaboración propia. 106
Tabla III.69. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del MC del AP. Elaboración propia. 106

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.70. Listado florístico del MC de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia. 109
Tabla III.71. Riqueza de especies dentro de la RE y el AP-M. Elaboración propia. 113
Tabla III.72. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia. 114
Tabla III.73. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 115
Tabla III.74. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 115
Tabla III.75. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 115
Tabla III.76. Abundancias y densidades del estrato de epífitas o enredaderas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 116
Tabla III.77. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas/rosetófilas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 116
Tabla III.78. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MKX del AP. Elaboración propia. 116
Tabla III.79. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MKX del AP. Elaboración propia. 117
Tabla III.80. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MKX del AP. Elaboración propia. 117
Tabla III.81. Abundancias y densidades del estrato de epífitas o enredaderas dentro del MKX del AP. Elaboración propia. 117
Tabla III.82. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas/rosetófilas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia. 118
Tabla III.83. Listado florístico del MKX de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia. 120
Tabla III.84. Riqueza de especies del BG dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 124
Tabla III.85. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia. 125
Tabla III.86. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 126
Tabla III.87. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 126
Tabla III.88. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 126
Tabla III.89. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas o epífitas dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 127
Tabla III.90. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 127
Tabla III.91. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del BG del AP. Elaboración propia. 127
Tabla III.92. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del BG del AP. Elaboración propia. 127
Tabla III.93. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del BG de la RE. Elaboración propia. 128

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.94. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas o epífitas dentro del BG del AP. Elaboración propia. 128
Tabla III.95. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del BG del AP. Elaboración propia. 128
Tabla III.96. Listado florístico del BG de las especies presentes de los muestreos de la RE y el AP. Elaboración propia. 130
Tabla III.97. Índices de biodiversidad dentro del BG de la RE y el AP. Elaboración propia. 132
Tabla III.98. Listado de especies prioritarias para la conservación en el estado de Querétaro. Elaboración propia. 133
Tabla III.99. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia. 134
Tabla III.100. Listado de especies catalogadas como endémicas dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 134
Tabla III.101. Listado de especies de flora exótica y exótica-invasora dentro de la RE y AP. 135
Tabla III.102. Métodos empleados para el registro de la fauna. Elaboración propia. 139
Tabla III.103. Puntos de conteo de aves dentro de la RE y AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia. 140
Tabla III.104. Vértices de los transectos de muestreo de la RE y AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia. 140
Tabla III.105. Ubicación de Trampas Tomahawk dentro de la RE y el AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia. 141
Tabla III.106. Ubicación de Trampas Sherman dentro de la RE y el AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia. 141
Tabla III.107. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE) para la RE. Elaboración propia. 153
Tabla III.108. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE) para el AP. Elaboración propia. 154
Tabla III.109. Anfibios potenciales en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia. 162
Tabla III.110. Aves potenciales en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia. 164
Tabla III.111. Mamíferos potenciales en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia. 166
Tabla III.112. Reptiles potenciales en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia. 166
Tabla III.113. Estacionalidad de las aves en el listado potencial de la RE. Elaboración propia. 169
Tabla III.114. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y el AP. Elaboración propia. 171
Tabla III.115. Especies de fauna registradas como endémicas dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 173
Tabla III.116. Listado de especies de fauna registradas dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 174
Tabla III.117. Especies de fauna registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 176
Tabla III.118. Índices de diversidad de la RE y el AP. Elaboración propia. 178
Tabla III.119. Murciélagos registrados en la RE 179
Tabla III.120. Índices de diversidad de quirópteros. Elaboración propia. 180

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.121. Listado de anfibios en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia. 181
Tabla III.122. Listado de aves en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia. Elaboración propia. 181
Tabla III.123. Listado de mamíferos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). 182
Tabla III.124. Listado de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). 182
Tabla III.125. Listado de especies catalogadas como endémicas. Elaboración propia. 183
Tabla III.126. Listado de especies exóticas y exóticas-invasoras potenciales y registradas para el Área del Proyecto (AP). Elaboración propia. 184
Tabla III.127. Listado de especies ferales y domésticas identificadas. Elaboración propia. 185
Tabla III.128. Listado de especies polinizadoras registradas de manera potencial dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 185
Tabla III.129. Listado de especies migratorias presentes en la RE y el AP. Elaboración propia. 186
Tabla III.130. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026). 193
Tabla III.131. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026). 194
Tabla III.132. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026). 195
Tabla III.133. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Municipales conforme al análisis SIGEIA (2026). 196
Tabla III.134. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a humedales conforme al análisis SIGEIA (2026). 197
Tabla III.135. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a UMAs conforme al análisis SIGEIA (2026). 199
Tabla III.136. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los distritos de riego conforme al análisis SIGEIA (2026). 200
Tabla III.137. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a RTPs conforme al análisis SIGEIA (2026). 203
Tabla III.138. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los Corredores Bioclimáticos conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia. 205
Tabla III.139. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SAP conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia. 206
Tabla III.140. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPEC conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia. 207
Tabla III.141. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPT conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia. 208
Tabla III.142. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPR conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia. 209
Tabla III.143. Análisis de las especies clave para el empleo de los pasos de fauna. Elaboración propia. 217
Tabla III.144. Lista de especies clave para la revisión de distribución potencial. Elaboración propia. 218
Tabla III.145. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N. 232

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.146. Clases y descripción de las unidades paisajísticas. Elaboración propia. 271
Tabla III.147. Unidades paisajísticas y su fragilidad en el marco del proyecto. Elaboración propia. 274
Tabla III.148. Posibles impactos ambientales detectados por el diagnóstico ambiental que pudiera provocar el proyecto. Elaboración propia. 285
Tabla III.149. Relación de la información temática para la regionalización de la calidad ecológica. Elaboración propia. 287
Tabla III.150. Clases de calidad ecosistémica determinadas para la Región Ecológica (RE). Elaboración propia. 288

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Microcuencas para la delimitación de RE. Elaboración propia. 21
Figura III.2. Delimitación de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia. 22
Figura III.3. Representación esquemática de las interacciones consideradas para la delimitación del Área de Influencia (AI). (Tomado de Milne et al. 1996). 23
Figura III.4. Polígono del Área de Influencia (AI). Elaboración propia. 25
Figura III.5. Mapa de incidencia de las unidades climáticas dentro de la RE. Elaboración propia. ... 27
Figura III.6. Climograma para las variables de temperatura media mensual (ºC) y precipitación total mensual (mm) dentro de la RE. Elaboración propi 28
Figura III.7. Mapa de incidencia del riesgo por sequía dentro de la RE. Elaboración propia. 29
Figura III.8. Mapa de incidencia del peligro por sequía dentro de la RE. Elaboración propia. 30
Figura III.9. Mapa de incidencia del riesgo por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE. Elaboración propia. 31
Figura III.10. Mapa de incidencia del peligro por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE. Elaboración propia. 31
Figura III.11. Mapa de incidencia de riesgo por ciclones tropicales dentro de la RE. Elaboración propia. 32
Figura III.12. Mapa de incidencia de peligro por ciclones tropicales dentro de la RE. Elaboración propia. 33
Figura III.13. Mapa de incidencia de riesgo por tormentas eléctricas dentro de la RE. Elaboración propia. 34
Figura III.14. Mapa de incidencia de peligro por tormentas eléctricas dentro de la RE. Elaboración propia. 34
Figura III.15. Mapa de incidencia de la vulnerabilidad ante el cambio climático dentro de la RE. Elaboración propia. 35
Figura III.16. Mapa de incidencia de las unidades geológicas dentro de la RE. Elaboración propia. 37
Figura III.17. Mapa de incidencia de provincias fisiográficas dentro de la RE. Elaboración propia. .. 39
Figura III.18. Mapa de incidencia de subprovincias fisiográficas dentro de la RE. Elaboración propia. 39
Figura III.19. Mapa de incidencia de los sistemas de topoformas dentro de la RE. Elaboración propia. 41
Figura III.20. Mapa de fallas y fracturas en la RE y AP. Elaboración propia. 42
Figura III.21. Mapa riesgo por hundimiento en el RE y AP (tomado de SIGEIA, 2026). 42
Figura III.22. Mapa de incidencia de unidades edafológicas dentro de la RE. Elaboración propia.... 46
Figura III.23. Mapa de incidencia degradación del suelo dentro de la RE. Elaboración propia. 49
Figura III.24. Mapa de incidencia de erosión del suelo dentro de la RE. Elaboración propia 49

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.25. Mapa de incidencia de las Regiones Hidrológicas-Administrativas dentro de la RE. Elaboración propia. 50
Figura III.26. Mapa de incidencia de las Regiones Hidrológicas (RH) dentro de la RE. Elaboración propia. 51
Figura III.27. Mapa de incidencia de las Cuencas Hidrológicas (CH) dentro de la RE. Elaboración propia. 51
Figura III.28. Mapa de incidencia de las Microcuencas Hidrológicas (MCH) dentro de la RE. Elaboración propia. 52
Figura III.29. Cuerpos de agua superficiales de acuerdo con SIGEIA (2025). Elaboración propia. 53
Figura III.30. Corrientes de agua superficiales dentro de la RE y AP de acuerdo con SIGEIA (2025). Elaboración propia. 58
Figura III.31. Intersección con cuerpos de agua superficiales que pudieran coincidir sobre zonas federales Elaboración propia. 60
Figura III.32. Mapa de incidencia de los acuíferos dentro de la RE. Elaboración propia. 61
Figura III.33. Mapa de incidencia de riesgo por inundación dentro de la RE. Elaboración propia. 62
Figura III.34. Mapa de incidencia de peligro por inundación dentro de la RE. Elaboración propia. 62
Figura III.35. Rosa de vientos de la estación meteorológica de Automatizada Huimilpan a 30 años. 64
Figura III.36. Mapa de incidencias de los Usos de Suelo y Vegetación. Elaboración propia. 67
Figura III.37. Paisaje de la vegetación dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 69
Figura III.38. Paisaje de la vegetación dentro de la RE y AP. Elaboración propia. 70
Figura III.39. Transectos para el levantamiento de datos de las formas de vida de árboles, cactáceas o rosetófilas, y enredaderas o epífitas. Elaboración propia. 71
Figura III.40. Transectos para el levantamiento de datos de las formas de vida de arbustos. Elaboración propia. 71
Figura III.41. Transectos para el levantamiento de datos de las formas hierbas. Elaboración propia. 71
Figura III.42. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia. 76
Figura III.43. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia. 77
Figura III.44. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia. 78
Figura III.45. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia. 79
Figura III.46. CAE por estrato y tipo de vegetación de la RE. Elaboración propia. 81
Figura III.47. CAE por estrato y tipo de vegetación del AP. Elaboración propia. 83
Figura III.48. Registro de abundancias de flora por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 89
Figura III.49. Riqueza de especies de flora por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 90
Figura III.50. Distribución de individuos de flora bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. 91
Figura III. 51. Riqueza de flora potencial bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 91
Figura III.52. Riqueza de la SBC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 92
Figura III.53. Abundancias de la SBC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 93
Figura III.54. NOM-059 de las especies registradas mediante los muestreos en laSBC en la RE y el AP. Elaboración propia. 97
Figura III.55. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos en la SBC en la RE y el AP. Elaboración propia. 97

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.56. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES en la SBC de la RE y el AP. Elaboración propia. 97
Figura III.57. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la SBC de la RE y el AP. Elaboración propia. 97
Figura III.58. Índice de Shannon-Wiener (H´) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia. 100
Figura III.59. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia. 100
Figura III.60. Índice de Pielou (J´) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia. 100
Figura III.61. Serie de Números de Hill del SBC de la RE y AP. Elaboración propia. 100
Figura III.62. Riqueza del MC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 101
Figura III.63. Abundancias del MC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 102
Figura III.64. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia. 108
Figura III.65. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia. 108
Figura III.66. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES en la MC de la RE y el AP. Elaboración propia. 108
Figura III.67. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia. 108
Figura III.68. Índice de Shannon-Wiener (H´) del MC de la RE y AP. Elaboración propia. 112
Figura III.69. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) del MC de la RE y AP. Elaboración propia. 112
Figura III.70. Índice de Pielou (J´) del MC de la RE y AP. Elaboración propia. 112
Figura III.71. Serie de Números de Hill del MC de la RE y AP. Elaboración propia. 112
Figura III.72. Riqueza del MKX por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 113
Figura III.73. Abundancias del MKX por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 114
Figura III.74. NOM-059 de las especies registradas mediante los muestreos del MKX en la RE y el AP. Elaboración propia. 119
Figura III.75. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos del MKX en la RE y el AP. Elaboración propia. 119
Figura III.76. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES del MKX de la RE y el AP. Elaboración propia. 119
Figura III.77. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro MKX de la RE y el AP. Elaboración propia. 119
Figura III.78. Índice de Shannon-Wiener (H´) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia. 123
Figura III.79. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia. 123
Figura III.80. Índice de Pielou (J´) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia. 123
Figura III.81. Serie de Números de Hill del MKX de la RE y AP. Elaboración propia. 123
Figura III.82. Riqueza por estrato dentro del BG de la RE y el AP. Elaboración propia. 124
Figura III.83. Abundancias del BG por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia. 125
Figura III.84. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia. 129
Figura III.85. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos en la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia. 129
Figura III.86. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia. 129

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.87. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia. 129
Figura III.88. Índice de Shannon-Wiener (H´) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia. 132
Figura III.89. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia. 132
Figura III.90. Índice de Pielou (J´) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia. 132
Figura III.91. Serie de Números de Hill de la BG de la RE y AP. Elaboración propia. 132
Figura 92. Mapa de incidencia con Provincias Biogeográficas en la RE. Elaboración propia 137
Figura 93. Mapa de incidencia con Provincias herpetográficas en la RE. Elaboración propia. 138
Figura 94. Mapa de incidencia con Provincias Masrozoológicas en la RE. Elaboración propia. 138
Figura III.95. Colocación de trampas Sherman y Tomahawk para el registro de mamíferos medianos y pequeños. Elaboración propia. 142
Figura III.96. Registro de anfibios y reptiles. Elaboración propia. 143
Figura III.97. Registro visual y fotográfico de las aves. Elaboración propia. 144
Figura III.98. Registro fotográfico de algunas especies de aves Elaboración propia. 149
Figura III.99. Registro fotográfico de algunas especies de mamíferos. Elaboración propia. 151
Figura III.100. Registro fotográfico de algunas especies de anfibios y reptiles. Elaboración propia. 152
Figura III 101. CAEs de RE y AP. Elaboración propia. 154
Figura III.102. Registro de abundancias de fauna por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 159
Figura III.103. Registro de abundancias por grupo faunístico por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 160
Figura III.104. Registro de riqueza de fauna por hexágonos de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 161
Figura III.105. Riqueza de los grupos faunísticos por hexágonos de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia. 161
Figura III.106. Distribución de individuos de anfibios bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 163
Figura III.107. Riqueza de anfibios bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 163
Figura III.108. Distribución de individuos de aves bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 165
Figura III.109. Riqueza de aves bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 165
Figura III.110. Distribución de individuos de mamíferos bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 167
Figura III.111. Riqueza de mamíferos bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 167
Figura III.112. Distribución de individuos de reptiles bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 168
Figura III.113. Riqueza de reptiles bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia. 168
Figura III.114. Estacionalidad de las aves registradas en el listado potencial de la RE. Elaboración propia. 170
Figura III.115. Comparación de la riqueza por grupo faunístico en la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 172

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.116. Comparación de abundancias por grupo faunístico en la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 172
Figura III.117. Comparación de las especies de fauna registradas dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 173
Figura III.118. Comparación de especies identificadas con riesgo nacional conforme al NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo IIII dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 176
Figura III.119. Comparación de especies identificadas con riesgo internacional conforme a la Lista Roja de la IUCN dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 177
Figura III.120. Comparación de especies identificadas dentro de los apéndices de la CITES dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia. 177
Figura III.121. Índice de Shannon-Wiener (H’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia. 179
Figura III.122. Máximo de índice de Shannon-Wiener (H’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia. 179
Figura III.123. Índice de Equitatividad de Pielou (J’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia. 179
Figura III.124. Índice de Simpson (λ) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia. 179
Figura III.125. Abundancia y riqueza de quirópteros en la RE. Elaboración propia. 180
Figura 126. Distribución de las especies migratorias. Elaboración propia 192
Figura 127. Mapa de incidencia de las AICAs en la RE y AP. Elaboración propia 193
Figura 128. Mapa de incidencia de las ANPs federales en la RE y AP. Elaboración propia 194
Figura 129. Mapa de incidencia de las ANPs estatales en la RE y AP. Elaboración propia 195
Figura 130. Mapa de incidencia de las ANPs municipales en la RE y AP. Elaboración propia 196
Figura 131. Mapa de incidencia de humedales en la RE y AP. Elaboración propia. 197
Figura 132. Mapa de incidencia de las ADVCs en la RE y AP. Elaboración propia. 198
Figura 133. Mapa de incidencia de las UMAs en la RE y AP. Elaboración propia 199
Figura 134. Mapa de incidencia de los distritos de riego en la RE y AP. Elaboración propia 200
Figura 135. Mapa de incidencia de las RHPs en la RE y AP. Elaboración propia 201
Figura 136. Mapa de incidencia de las RMPs en la RE y AP. Elaboración propia 202
Figura 137. Mapa de incidencia de las RTPs en la RE y AP. Elaboración propia 203
Figura 138. Mapa de incidencia de los Sitios RAMSAR en la RE y AP. Elaboración propia 204
Figura 139. Mapa de incidencia con Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad en la RE y AP. Elaboración propia 205
Figura 140. Mapa de incidencia con SAPs en la RE y AP. Elaboración propia. 206
Figura 141. Mapa de incidencia con SPEC en la RE y AP. Elaboración propia. 207
Figura 142. Mapa de incidencia con SPT en la RE y AP. Elaboración propia 208
Figura 143. Mapa de incidencia con SPRs en la RE y AP. Elaboración propia 209
Figura III.144. Objetivos, estrategias y principios de la UICN para la conectividad. Fuente: Elaboración propia con base en la información de (Hilty, y otros, Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas, 2021). 213
Figura III.145. Elementos clave para la conectividad de la UICN. Fuente: Elaboración propia con información de Hilty et al. (2021). 214
Figura III146. Ejemplo de una Red Verde y Azul (RVA). Fuente: Adaptado de (Amsallem, Deshayes, & Bonevialle, 2010). 215

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.147. Distribución potencial del Coyote (*Canis latrans*). Elaboración propia. 219
Figura III.148. Distribución potencial del Zorrillo Listado Sureño (*Mephitis macroura*). Elaboración propia. 220
Figura III.149. Distribución potencial de la Comadreja (*Neogale frenata*). Elaboración propia..... 221
Figura III.150. Distribución potencial del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Elaboración propia. 222
Figura III.151. Distribución potencial del Mapache (*Procyon lotor*). Elaboración propia. 223
Figura III.152. Distribución potencial del Lince (*Lynx rufus*). Elaboración propia..... 224
Figura III.153. Distribución potencial *Urocyon cinereoargenteus*). Elaboración propia..... 225
Figura III.154. Distribución potencial del Tlacuache (*Didelphis virginiana*). Elaboración propia. 226
Figura III.155. Idoneidad ecológica para la conectividad. Elaboración propia. 229
Figura III.156. Corredores biológicos y parches de hábitat dentro de la RE. Elaboración propia. ... 230
Figura III.157. Pirámide poblacional de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO..... 234
Figura III.158. Condición de pobreza en el municipio de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO. 236
Figura III.159. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO..... 236
Figura III.160. Pirámide poblacional de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 237
Figura III.161. Condición de pobreza en el municipio de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 238
Figura III.162. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 239
Figura III.163. Pirámide poblacional de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO..... 240
Figura III.164. Condición de pobreza en el municipio de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 241
Figura III.165. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 242
Figura III.166. Pirámide poblacional de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 242
Figura 167. Condición de pobreza en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 244
Figura III.168. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 244
Figura III.169. Pirámide poblacional del municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 245
Figura III.170. Condición de pobreza en el municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 246
Figura III.171. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 247
Figura III.172. Pirámide poblacional del municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 248
Figura III.173. Condición de pobreza en el municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 249
Figura III.174. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 250
Figura III.175. Pirámide poblacional de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 251
Figura III.176. Condición de pobreza en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 252

CONSULTA PÚBLICA

Figura III.177. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO. 253
Figura III.178. Pirámide poblacional de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 253
Figura III.179. Condición de pobreza en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 255
Figura III.180. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 255
Figura III.181. Pirámide poblacional de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 256
Figura III.182. Condición de pobreza en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 257
Figura 183. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO. 258
Figura III.184. Pirámide poblacional del municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 259
Figura III.185. Condición de pobreza en el municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 260
Figura III.186. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 261
Figura III.187. Pirámide poblacional de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 262
Figura III.188. Condición de pobreza en el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 263
Figura III.189. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 264
Figura III.190. Pirámide poblacional de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 265
Figura III.191. Condición de pobreza en el municipio de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 266
Figura III.192. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO. 267
Figura III.193. Calidad y unidades paisajísticas de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia. 272
Figura III.194. Calidad ecosistémica regionalizada dentro de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia. 289

CONSULTA PÚBLICA

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.

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

De las obras mencionadas anteriormente, 34 de ellas serán ajustadas para su funcionalidad como pasos de fauna, de los cuales 29 corresponden a adecuaciones de Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre. Esta estrategia evita incrementos en superficie de ocupación y no implica modificaciones a la infraestructura proyectada, salvo en un paso de fauna que se describe más adelante.

Del total de estructuras que cumplen una función mixta se identifican:

- 5 Puentes Hidráulicos que funcionan también como pasos de fauna.
- 29 Obras de Drenaje Transversal (ODT) que pueden operar como pasos de fauna.
    - 13 Cajón Concreto.
    - 5 Tubos de Concreto.
    - 2 Tubos de Metal Corrugado.

Adicionalmente, se ha identificado la incidencia con 298.9301 ha de superficie cubierta con vegetación forestal repartida de la siguiente manera: Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %).

A continuación, se presenta la caracterización de la Región Ecológica (RE) en donde se encuentra inmersa el Área del Proyecto (AP), además de la caracterización de sus componentes como clima, geología y geomorfología, suelo, agua, aire, flora y vegetación, fauna, paisaje, estado socioeconómico y diagnóstico ambiental. Dicha información será útil para la identificación de los posibles impactos ambientales que pudiera provocarse, así como el diseño de las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar un desequilibrio ecológico, y así demostrar la factibilidad del **Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ).**

CONSULTA PÚBLICA

III.1. DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA (RE)

De acuerdo con la Fracción XXXI del Artículo 3o la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se define como Región Ecológica (RE) como la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes, por lo que en Materia de Impacto Ambiental (MIA), su delimitación es fundamental para conocer las problemáticas ambientales dentro de esta unidad dada, y figura de análisis que ha sido instaurada dentro del ACUERDO por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental (DOF - Diario Oficial de la Federación) del 01 de abril de 2026. No obstante, elementos como la fisiografía, hidrología, uso de suelo, ordenamientos ecológicos en todas sus escalas, así como aspectos biológicos y biogeográficos son indispensables para generar una unidad discreta de análisis ambiental.

III.1.1. Argumentos básicos para la delimitación

La delimitación de esta RE SE realizó con base en los lineamientos establecidos por las autoridades ambientales competentes. Para ello, se revisaron insumos cartográficos provenientes de fuentes oficiales, entre las que destacan:

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (**INEGI**).

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (**SEMARNAT**).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**).

Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio (**POET**).

Los insumos utilizados se presentaron en formato **Shapefile (.shp)** y fueron procesados mediante el software **QGis® 4.0.** Tras revisar los límites y coberturas de diversas capas temáticas publicadas por las instituciones antes mencionadas, se estableció la unidad de análisis de la RE conforme al siguiente procedimiento y criterios:

Microcuencas. Para la delimitación de la Región Ecológica (RE) de la presente modificación del proyecto (AP-M), se adoptó un enfoque hidrográfico con base en el principio de gestión integrada del territorio, priorizando el análisis de unidades ambientales funcionales. En ese sentido, se retomaron los **parteaguas de microcuencas** identificadas y delimitadas por el **Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO)**, debido a que representan unidades espaciales que integran de manera coherente los procesos ecológicos, hidrológicos, sociales y económicos del entorno regional.

Las microcuencas constituyen un criterio clave para la evaluación ambiental a escala regional, ya que permiten analizar la conectividad de los ecosistemas, la dinámica del agua, el uso del suelo y las interacciones entre actividades humanas y recursos naturales. Este enfoque es congruente con los lineamientos metodológicos de la SEMARNAT (2022), que sugieren emplear unidades

CONSULTA PÚBLICA

funcionales del paisaje para identificar impactos sinérgicos y acumulativos en proyectos de infraestructura lineal.

El área de proyecto (AP) se encuentra en 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, en las cuencas hidrológicas R. Laja y R. Moctezuma, en las subcuencas Drenaje Caracol, R. Apaseo, R. Arroyo Sarco y R. San Juan de acuerdo con la Red Hidrográfica 2.0 de INEGI y cotejado con el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental (SIGEIA). Con base en lo anterior, se identificaron las microcuencas de influencia directa las cuales se utilizaron como medio de delimitación de la región ecológica debido a que constituye el espacio geográfico donde los procesos bióticos y abióticos interactúan de manera integral, permitiendo una evaluación precisa de los efectos sinérgicos y residuales del proyecto. En ese sentido, se seleccionaron las siguientes 19 microcuencas.

Tabla III.1. Microcuencas empleadas para la delimitación de la RE. Elaboración propia.

Código de microcuenca	Nombre de la microcuenca
12-050-07-002	BUENAVISTA
12-050-07-003	LA GOTERA
12-050-07-009	LA ESTACADA
12-050-07-030	CHICHIMEQUILLAS
12-050-07-038	LA SOLANA
12-050-07-043	SANTA ROSA JAUREGUI
12-050-07-044	San Vicente Ferrer
12-050-07-048	AMAZCALA
12-050-07-113	GALERAS
12-050-07-129	LA GRIEGA
26-110-15-006	LA FUENTE
26-110-18-001	PEDRO ESCOBEDO
26-110-18-002	SAN NICOLAS
26-110-18-005	EL MIRADOR
26-110-18-006	SAN JUAN DEL RIO
26-110-18-008	SANTA CRUZ ESCANDON
26-110-18-010	CERRO GORDO
26-110-18-011	PASO DE MATA
26-110-24-001	POLOTITLAN DE LA ILUSTRACION

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.1. Microcuencas para la delimitación de RE. Elaboración propia.

Al conjuntar esta información, 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.***

CONSULTA PÚBLICA

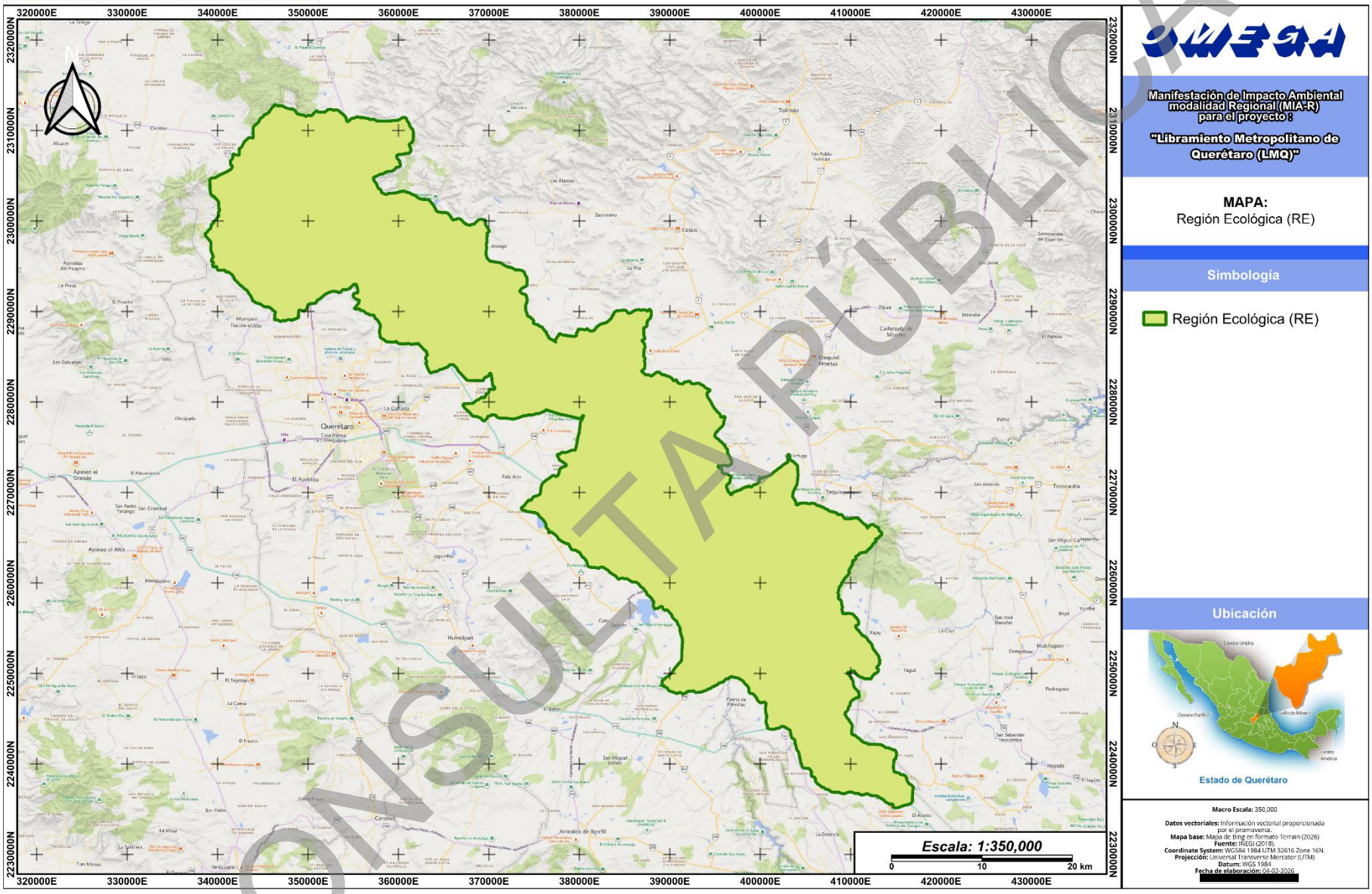


Figura III.2. Delimitación de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.1.2. Metodología de la delimitación del Área de Influencia (AI)

El Área de Influencia es el área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir el rango de afectación del proyecto, el cual dependerá de variables tanto ambientales, como del diseño de la infraestructura (Milne *et al*. 1996). Típicamente los efectos de una carretera sobre la ecología de un sistema ambientan se extienden viarias veces la amplitud del proyecto y abarcan un polígono asimétrico que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la carretera debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables. Dicho polígono es denominado Área de Influencia (AI), definiéndose como la extensión máxima de las afectaciones directamente provocadas por las actividades del proyecto, en donde la etapa de mayor afectación es la construcción de la infraestructura.



Figura III.3. Representación esquemática de las interacciones consideradas para la delimitación del Área de Influencia (AI). (Tomado de Milne et al. 1996).

La metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *Roads and Their Major Ecological Effects (Los Caminos Y Sus Principales Efectos Ecológicos)*: Esta unidad de análisis se delimitó tomando en cuenta las características del proyecto y los posibles impactos a generar por el desarrollo de este tipo de proyecto (Estación de Carga). El polígono preliminar de AI fue procesado en el sistema de información geográfica *QGis 3.24.0* en DATUM WGS84 y proyección UTM Zona 14, por medio de la generación de un polígono búfer de 500 m (siendo esta la distancia máxima arbitraria definida por los estudios de Forman *et al* (1998).

Posteriormente para definir el área de afectación tomando en consideración los antecedentes de la investigación de la ecología de caminos (*Road Ecology*) principalmente, es necesario definir las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considere la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados o ecosistemas frágiles que vayan a ser perturbados por el proyecto. En las zonas donde se tiene

CONSULTA PÚBLICA

un impacto humano previo de consideración como son amplias áreas agrícolas o ganaderas se considera la extensión de afectación posible. La mayoría de las distancias están basadas en estudios específicos. La distancia de la izquierda es arbitrariamente la mitad de la derecha. El símbolo E indica que el impacto es primordialmente en zonas específicas. (Adaptado y modificado de Forman *et al* 1998).

Con base en lo anterior, se definieron los siguientes impactos ambientales que pudieran ser causados por la ejecución del proyecto, los cuales fueron utilizados de manera auxiliar para la delimitación del Área de Influencia (AI). Estos impactos pueden revisarse con mayor detalle dentro del Capítulo IV.

Tabla III.2. Impactos ambientales identificados y empleados para la delimitación del Área de Influencia (AI). Elaboración propia.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO
Abiótico	Geomorfología	Relieve	Modificación del relieve o microrelieve
	Edafología	Calidad del suelo	Cambio en las características fisicoquímicas del suelo
		Erodabilidad (pérdida de suelo)	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)
		Inestabilidad	Formación de hundimientos o socavones del terreno natural
		Permeabilidad del suelo	Modificación de la infiltración de agua por compactación de suelo
		Composición del suelo	Pérdida de materia orgánica
	Aire	Calidad el aire	Aumento en la emisión de GYCEI y partículas suspendidas
		Temperatura	Modificación de la temperatura del aire
		Acústica	Modificación de los niveles de ruido
	Hidrología	Dinámica hidrológica	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua
		Calidad del agua	Cambio en las características fisicoquímicas del agua
		Nivel del agua subterránea	Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)	Afectación de especies e individuos de flora incluidos
		Especies protegidas	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la vegetación.	Afectación del número de individuos de cada especie
		Cobertura vegetal	Pérdida de la cobertura vegetal
		Captura de carbono	Cambio en la capacidad de captura de carbono
		Ecosistemas frágiles	Generación de Efecto de borde
	Fauna	Diversidad de la fauna	Afectación de especies e individuos de fauna
		Especies protegidas	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT
		Abundancia de la fauna	Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento
		Comportamiento	Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica
		Hábitat faunístico	Modificación, pérdida de hábitat y conectividad
		Patrones de distribución	Modificación de las rutas de desplazamiento
		Importancia biológica	Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad escénica	Modificación de la calidad del paisaje
		Fragilidad	Modificación de superficies de conservación
		Visibilidad	Modificación de la cuenca visual
Social	socioeconómico	Generación de empleo	Cambio en la tasa de empleos formales
		Economía local	Incremento del nivel socioeconómico
		Estructura urbana	Crecimiento urbano acelerado
		Conflictos sociales	Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación

El polígono es ajustado finalmente con las distancias definidas en el gráfico siguiente de acuerdo con la calidad ambiental principalmente, y de los criterios anteriormente mencionados, teniendo una mayor amplitud en las zonas de mayor rango de actividad de fauna y con mayor calidad ambiental. 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

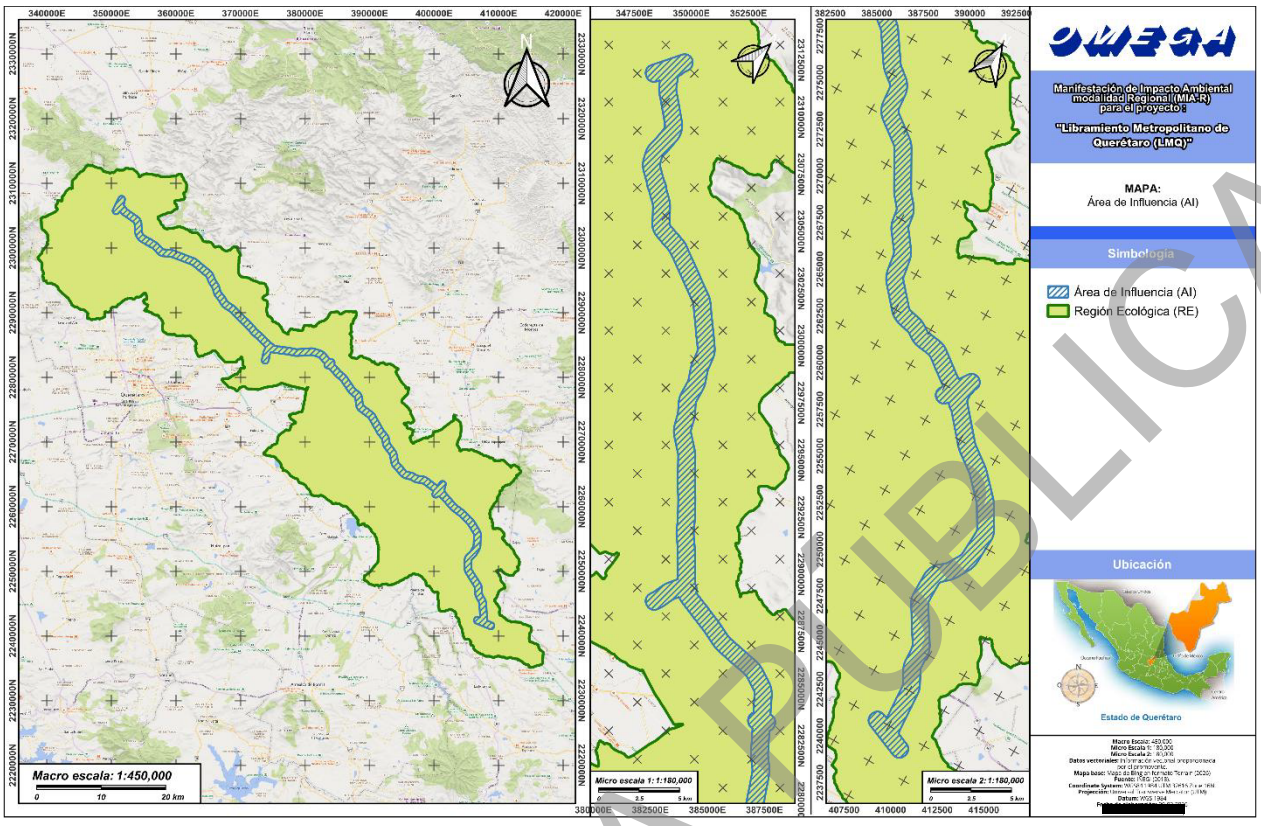


Figura III.4. Polígono del Área de Influencia (AI). Elaboración propia.

A continuación, se presenta el análisis de incidencia y caracterización de los componentes ***Clima, Aire, Agua, Suelo, Geología y Biodiversidad*** a través del análisis del Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

CONSULTA PÚBLICA

III.2. CLIMA

III.2.1. Unidades climatológicas

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: García, E. - Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.

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.

Tabla III.3. Incidencia de climas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Clima	Descripción	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
BS1hw	Semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frio menor de18C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	438,018,162	26.63
BS1kw	Semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	888,160,069	53.99
$C(w_1)$	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	49,635,271.6	3.02
$C(w_0)$	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	269,012,964	16.36
Total		**1,644,826,467**	**100.00**

En el caso del Área del Proyecto (AP), se presentó un patrón similar en el que se incide en las mismas 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 55.72 %, seguido del templado con clave BS_1hw (temperatura media anual mayor a 18°C) y con una incidencia del 35.46 %. El resto corresponde a unidades climáticas templadas.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.4. Incidencia de climas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Clima	Descripción	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
BS1hw	semiárido, semicálido, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de18C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,480,945	35.46
BS1kw	semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	3,897,764	55.72
C(w_1)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	42,444	0.61
C(w_0)	Templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.	574,698	8.21
Total		**6,995,851**	**100.00**

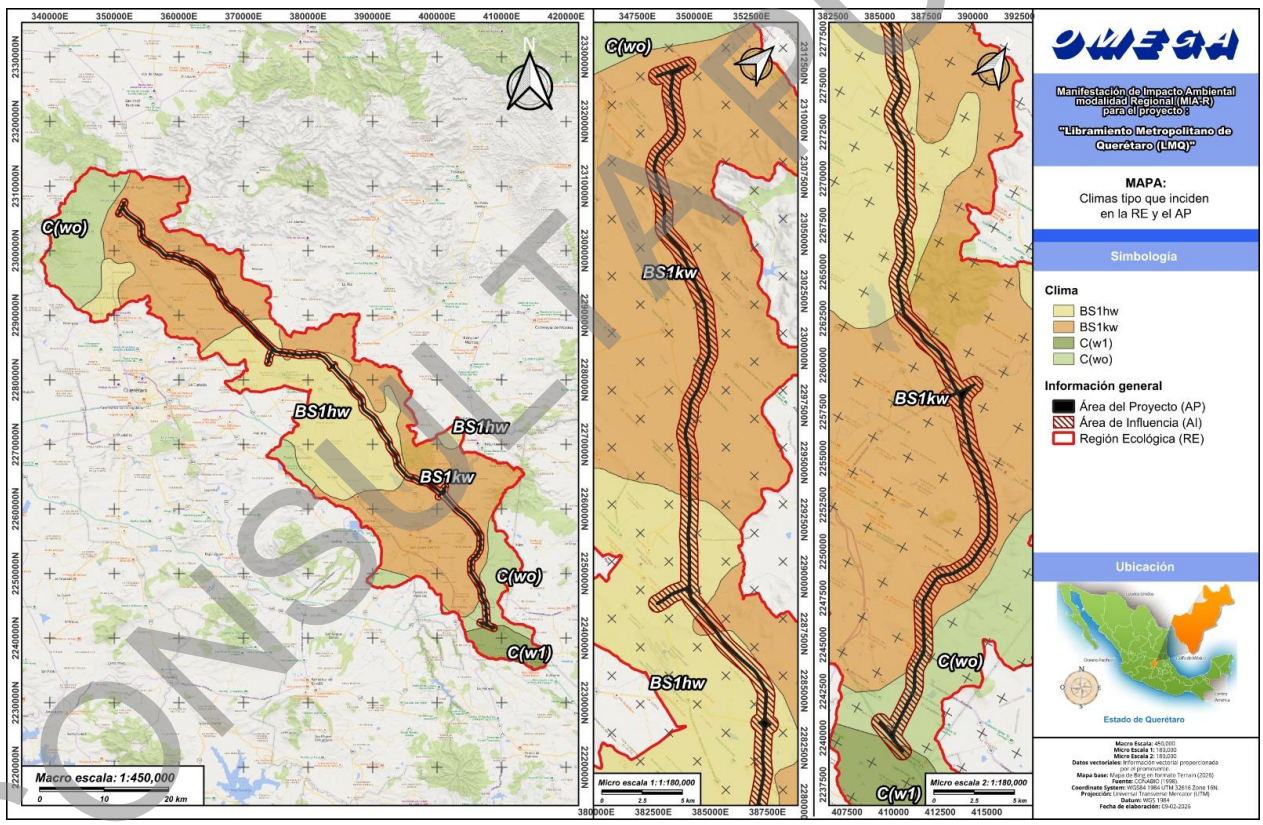


Figura III.5. Mapa de incidencia de las unidades climáticas dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

a) Temperatura

De acuerdo con los datos históricos correspondientes a los años 1991-2020 en caso de la estación climatológica Peñamiler, 1971-2000 para la estación de Querétaro y los datos mensuales actualizados de la estación de Tolimán para la Región Ecológica (RE) la temperatura correspondiente a la media normal anual es de 18.2 °C. El mes más frío corresponde al mes de enero, mientras que los más cálidos corresponden a abril, mayo y junio.

Tabla III.5. Temperatura media normal promedio de las estaciones climatológicas 22022 Peñamiller, 22025 Querétaro y 22045 Tolimán. Elaboración propia.

	Estación	Nombre	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura Media	22022	Peñamiller (1991-2020)	14.5	16	18.3	20.5	21.7	21.2	19.9	19.9	19.2	17.8	16.5	15.1	**18.4**
	22025	Querétaro (DGE) (1971-2000)	13.5	15	17.8	20.1	21.7	21.1	20.1	20	19.1	17.2	15.6	14	**17.9**
	22045	Tolimán (Actualizada 2026)	14.4	15.9	18	20.1	21.8	21.4	20.3	20.4	19.8	18.3	16.6	14.9	**18.3**

b) Precipitación

La temporada de lluvias se presenta entre los meses de junio a septiembre, mientras que la precipitación acumulada normal es de 512 mm en promedio para las estaciones analizadas. El mes de Julio presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, por el contrario, el mes más seco es diciembre.

Tabla III.6. Precipitación promedio (mm) de las estaciones climatológicas 22022 Peñamiller, 22025 Querétaro y 22045 Tolimán. Elaboración propia.

	Estación	Nombre	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL ACUMULADA
Precipitación (mm)	22022	Peñamiller (1991-2020)	10.1	12.2	5.1	20.5	32.4	75.9	105.1	93.3	81.5	45.7	9.5	3.6	**494.9**
	22025	Querétaro (DGE) (1971-2000)	11.8	5.6	7.5	16.6	39	83.1	100	82.3	75.4	34.3	8.5	7.2	**471.3**
	22045	Tolimán (Actualizada 2026)	10	12	8.6	17.6	41.3	103.7	129.4	104.9	84.3	34.7	16.1	7.6	**570.2***

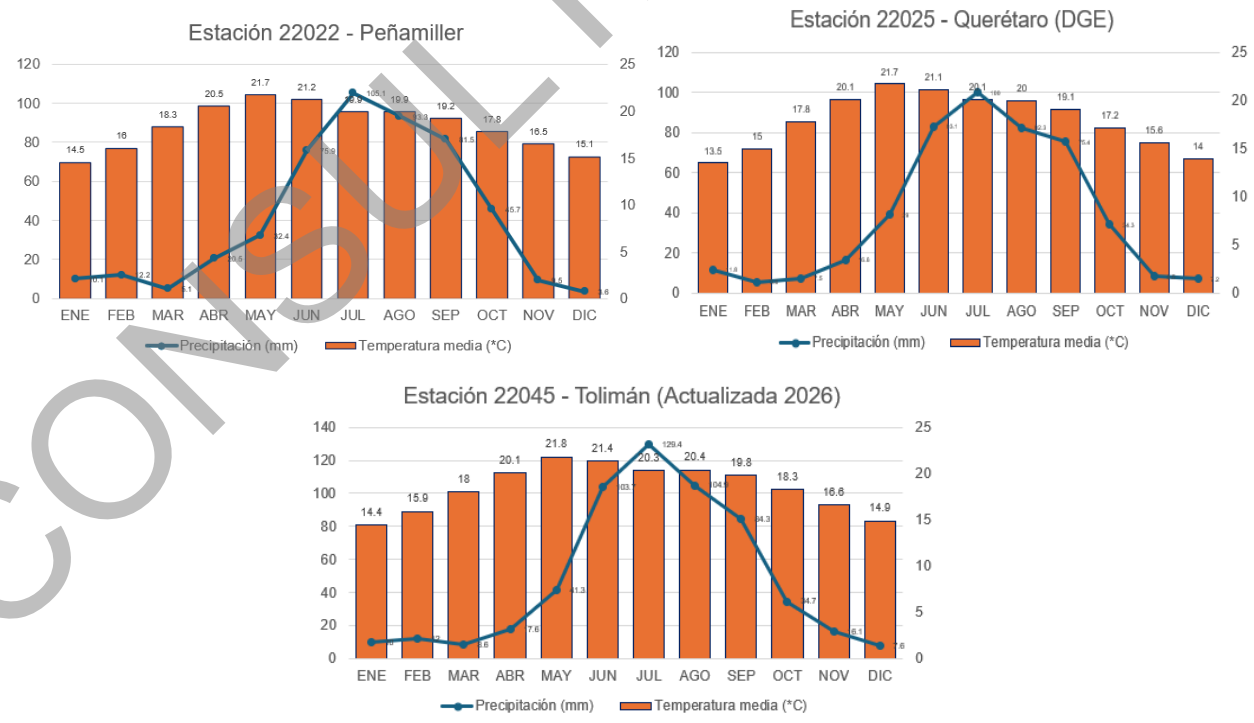


Figura III.6. Climograma para las variables de temperatura media mensual (°C) y precipitación total mensual (mm) dentro de la RE. Elaboración propi

CONSULTA PÚBLICA

III.2.2. Riesgos climatológicos y eventos extremos

Análisis de incidencia: Sistema Nacional de Información Sobre Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2026).

Vector de origen: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

a) Sequía

Dentro de la Región Ecológica (RE) se identificó que el riesgo por sequía es predominante bajo puesto que la mayoría de su superficie presenta patrones de precipitación baja, por lo que los ecosistemas presentan una adaptación ante esta situación. Sin embargo, este incrementa a medio y alto en la pequeña porción noroeste y muy bajo en una porción sureste. En tanto, el peligro es de que este tipo de evento meteorológico ocurra es medio, con una pequeña porción sureste como alto y un una noreste como muy alto. Para el caso del Área del Proyecto (AP), tanto el riesgo como el peligro por sequía se considera medio.

Tabla III.7. Incidencia del riesgo y peligro por sequía dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por sequía	Peligro por sequía
Riesgo en la RE: predominantemente **BAJO** (**MEDIO** a **ALTO** en una pequeña porción de la parte noroeste y **MUY BAJO** en una pequeña porción de la parte Sureste).	**Peligro en el RE:** predominantemente **MEDIO,** (**MUY ALTO** en una pequeña porción de la parte noroeste y **ALTO** en una pequeña porción de la parte Sureste).
Riesgo en el AP: MEDIO.	**Peligro en el AP: MEDIO.**

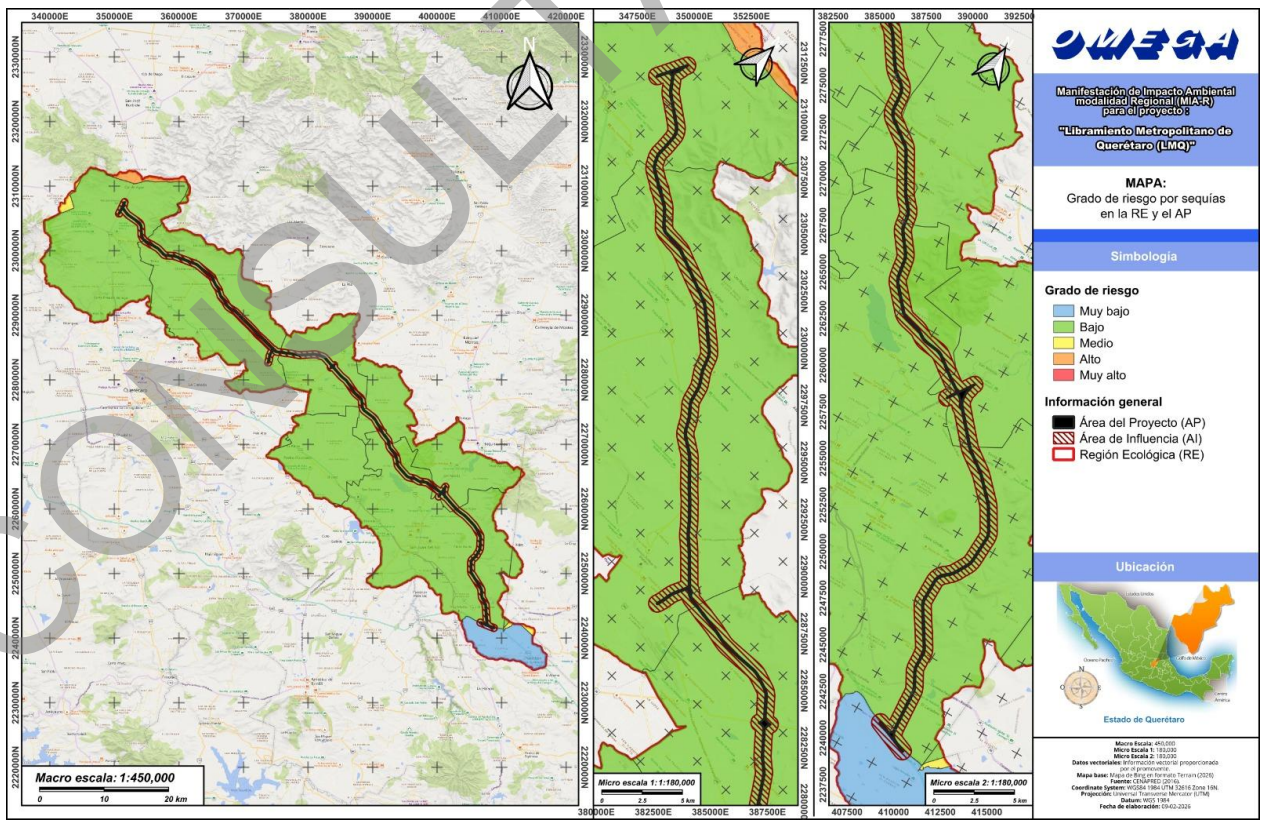


Figura III.7. Mapa de incidencia del riesgo por sequía dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

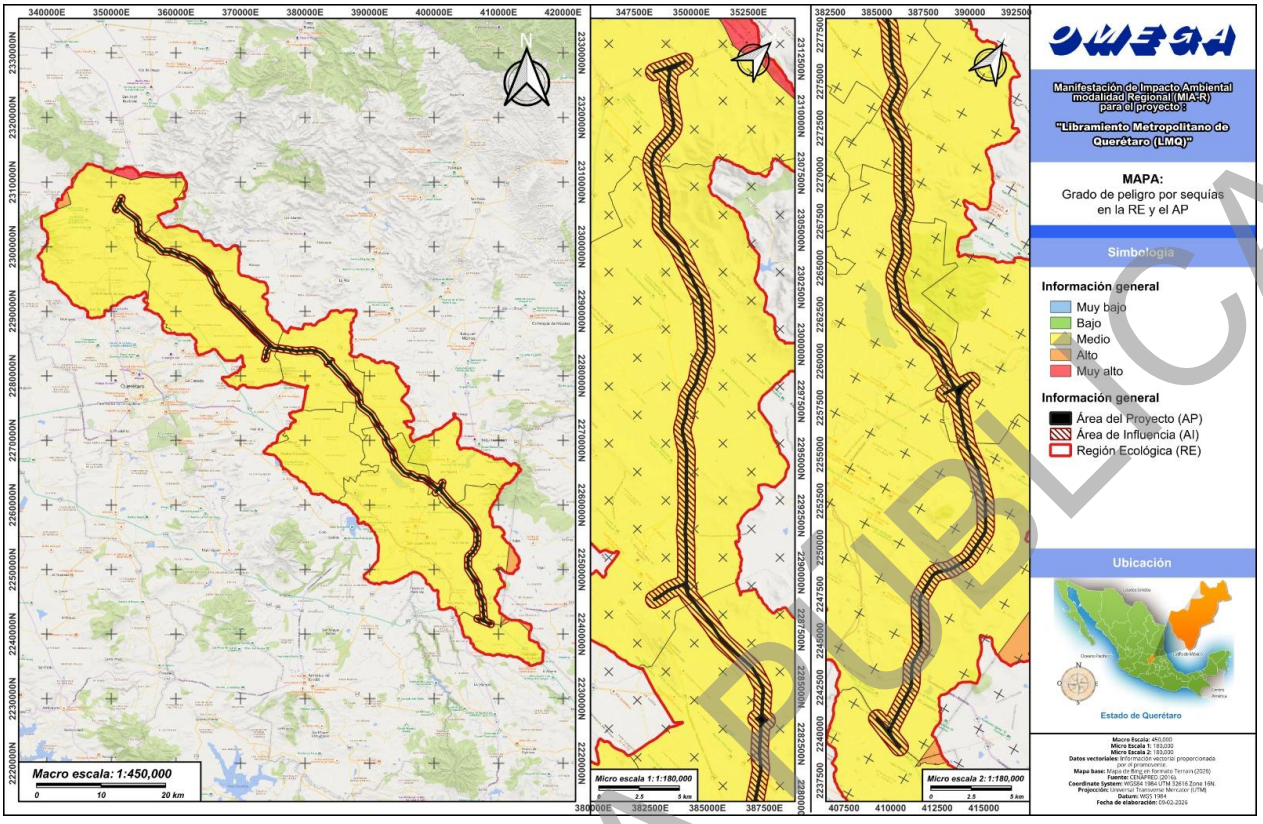


Figura III.8. Mapa de incidencia del peligro por sequía dentro de la RE. Elaboración propia.

b) Bajas temperaturas (heladas)

El riesgo por helada dentro de la Región Ecológica (RE) se determinó como predominantemente bajo, y en la parte noroeste como medio. Este mismo patrón de riesgo se definió para el Área del Proyecto (AP). En el caso del peligro, tanto en la RE como en el AP, se determinó como bajo.

Tabla III.8. Incidencia del riesgo y peligro por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por bajas temperaturas (heladas)	Peligro por bajas temperaturas (heladas)
Riesgo en la RE: predominantemente **BAJO**, y sólo **MEDIO** en la parte noroeste.	**Peligro en el RE: BAJO.**
Riesgo en el AP: BAJO.	**Peligro en el AP: BAJO.**

CONSULTA PÚBLICA

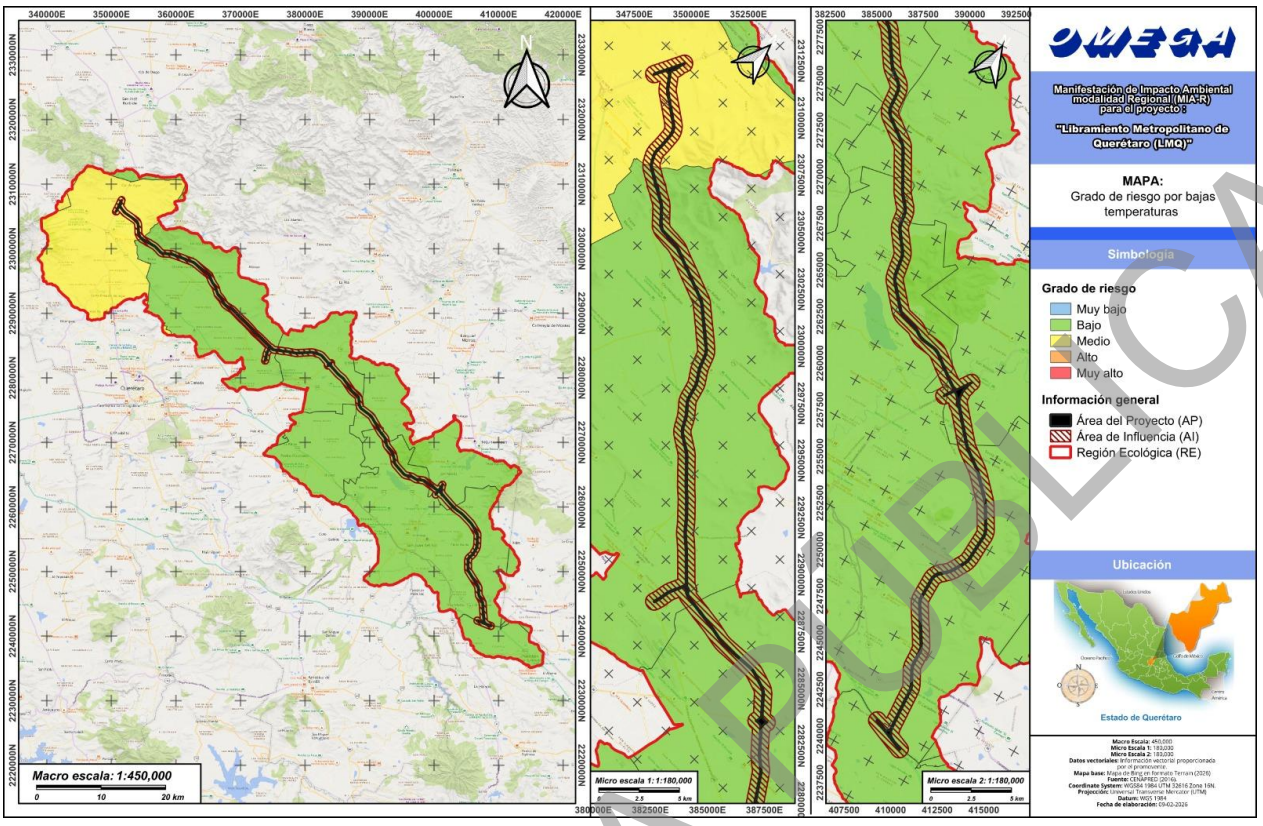


Figura III.9. Mapa de incidencia del riesgo por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE. Elaboración propia.

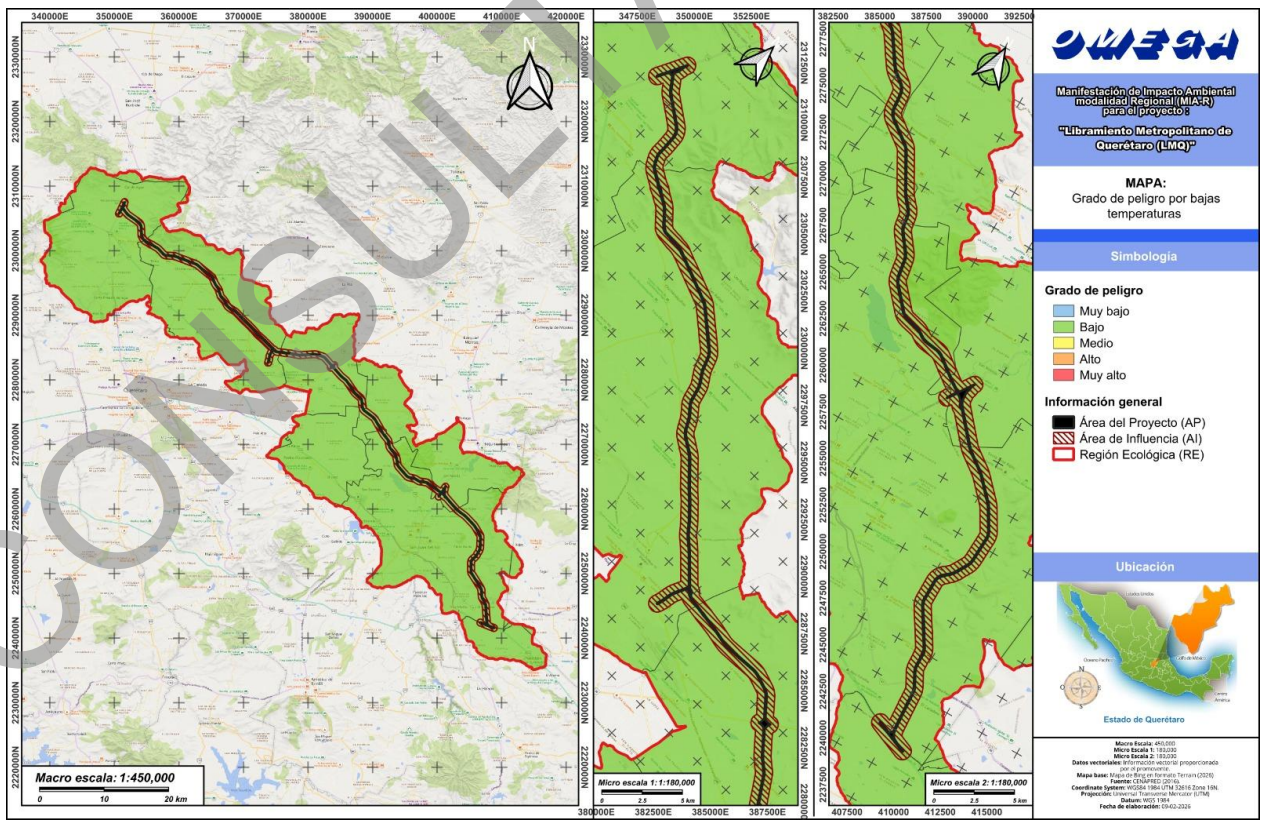


Figura III.10. Mapa de incidencia del peligro por bajas temperaturas (heladas) dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

c) Ciclones tropicales

Referente al riesgo por ciclones tropicales, dentro de la RE el riesgo es bajo en la parte norte, y muy bajo en la parte sur. Este mismo patrón se determinó para el AP. En el caso del peligro, tanto en la RE como en el AP, es bajo en la parte norte y muy bajo en la parte sur.

Tabla III.9. Incidencia del riesgo y peligro por ciclones tropicales dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por ciclones tropicales	Peligro por ciclones tropicales
Riesgo en la RE: : BAJO y MUY BAJO.	**Peligro en el RE: BAJO y MUY BAJO.**
Riesgo en el AP: : BAJO y MUY BAJO.	**Peligro en el AP: BAJO y MUY BAJO.**

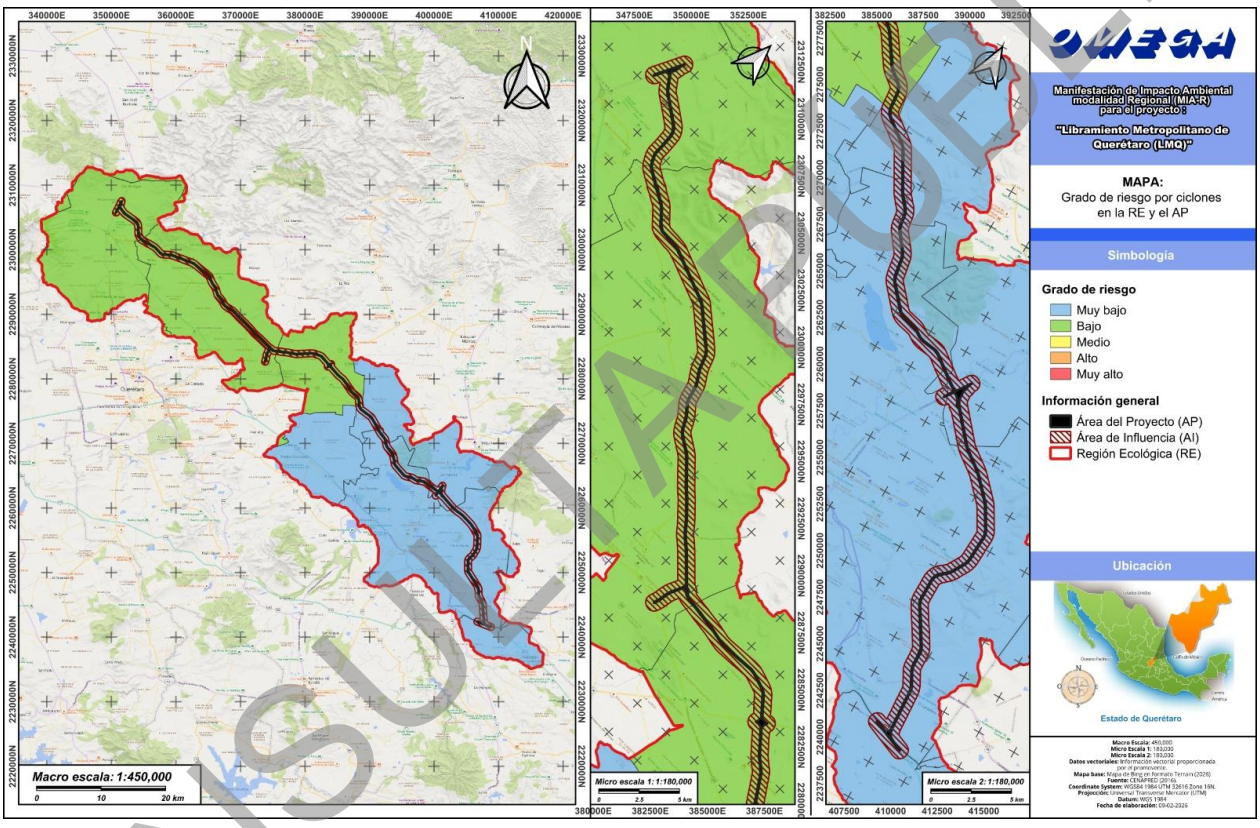


Figura III.11. Mapa de incidencia de riesgo por ciclones tropicales dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

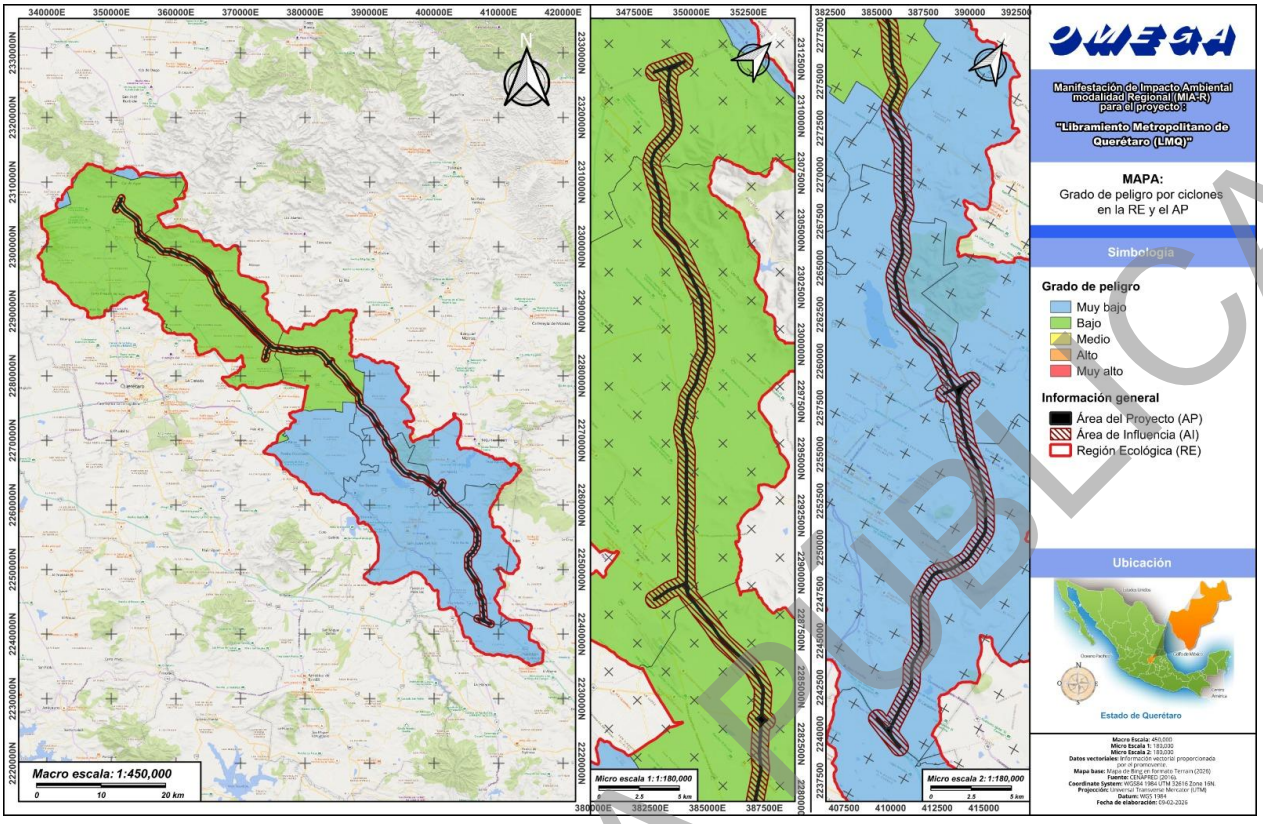


Figura III.12. Mapa de incidencia de peligro por ciclones tropicales dentro de la RE. Elaboración propia.

d) Tormentas eléctricas

El riesgo por tormentas eléctricas dentro de la RE se considera predominantemente bajo, con una zona de riesgo medio en la parte norte, y otra con riesgo muy bajo en la parte sur. En tanto, el AP también presenta una distribución similar en cuanto al riesgo. Por parte del peligro ante estos eventos climatológicos, dentro de la RE se considera predominantemente alto y medio, y con una zona al sur donde se le considera bajo, y al igual que con el riesgo, el AP mantiene los mismos patrones de distribución.

Tabla III.10. Incidencia del riesgo y peligro por tormentas eléctricas dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por tormentas eléctricas	Peligro por tormentas eléctricas
Riesgo en la RE: predominantemente **BAJO**. En la parte Norte **MEDIO** y **MUY BAJO** en una pequeña porción de la parte sur.	**Peligro en el RE: ALTO, MEDIO** y **BAJO** en una pequeña porción de la parte sur.
Riesgo en el AP: predominantemente **BAJO**. En la parte Norte **MEDIO** y **MUY BAJO** en una pequeña porción de la parte sur.	**Peligro en el AP: ALTO, MEDIO** y **BAJO** en una pequeña porción de la parte sur.

CONSULTA PÚBLICA

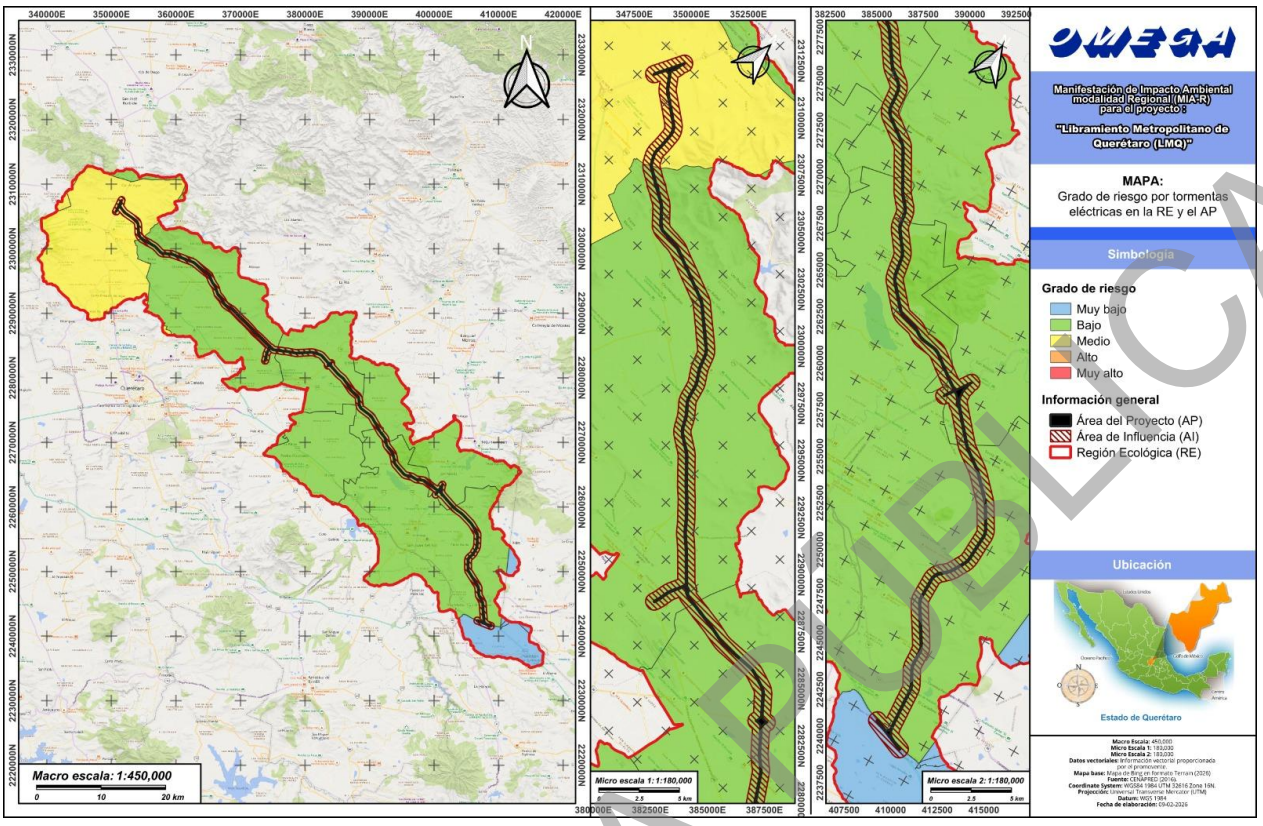


Figura III.13. Mapa de incidencia de riesgo por tormentas eléctricas dentro de la RE. Elaboración propia.

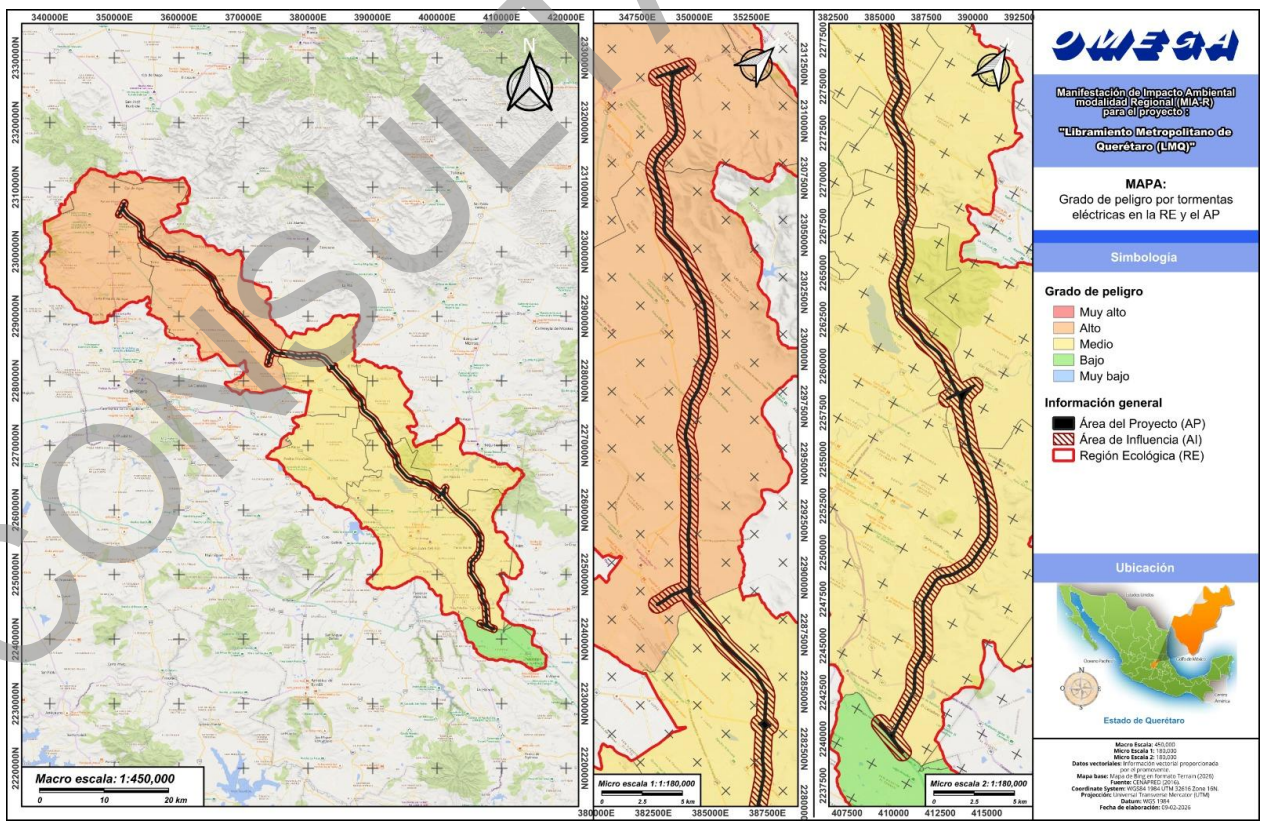


Figura III.14. Mapa de incidencia de peligro por tormentas eléctricas dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

e) Vulnerabilidad ante el cambio climático

Para realizar el análisis de vulnerabilidad actual y futura, el INECC usa la metodología propuesta por el IPCC (2007), que se retoma en la **Ley General de Cambio Climático (2012)** y que considera que la vulnerabilidad está en función de la exposición, la sensibilidad y la capacidad adaptativa. Conforme a la información de los riesgos climáticos y la vulnerabilidad al cambio climático presentada dentro de la RE y área del proyecto, se identificó el nivel de priorización ante la vulnerabilidad al cambio climático que presenta en la actualidad, los cuales se clasifican primer nivel, segundo nivel y tercer nivel de priorización: por ello, ***se determinó que tanto la RE como el AP presentaron un grado de vulnerabilidad de primer nivel ante el cambio climático en gran parte de su extensión, salvo por la parte sur.***

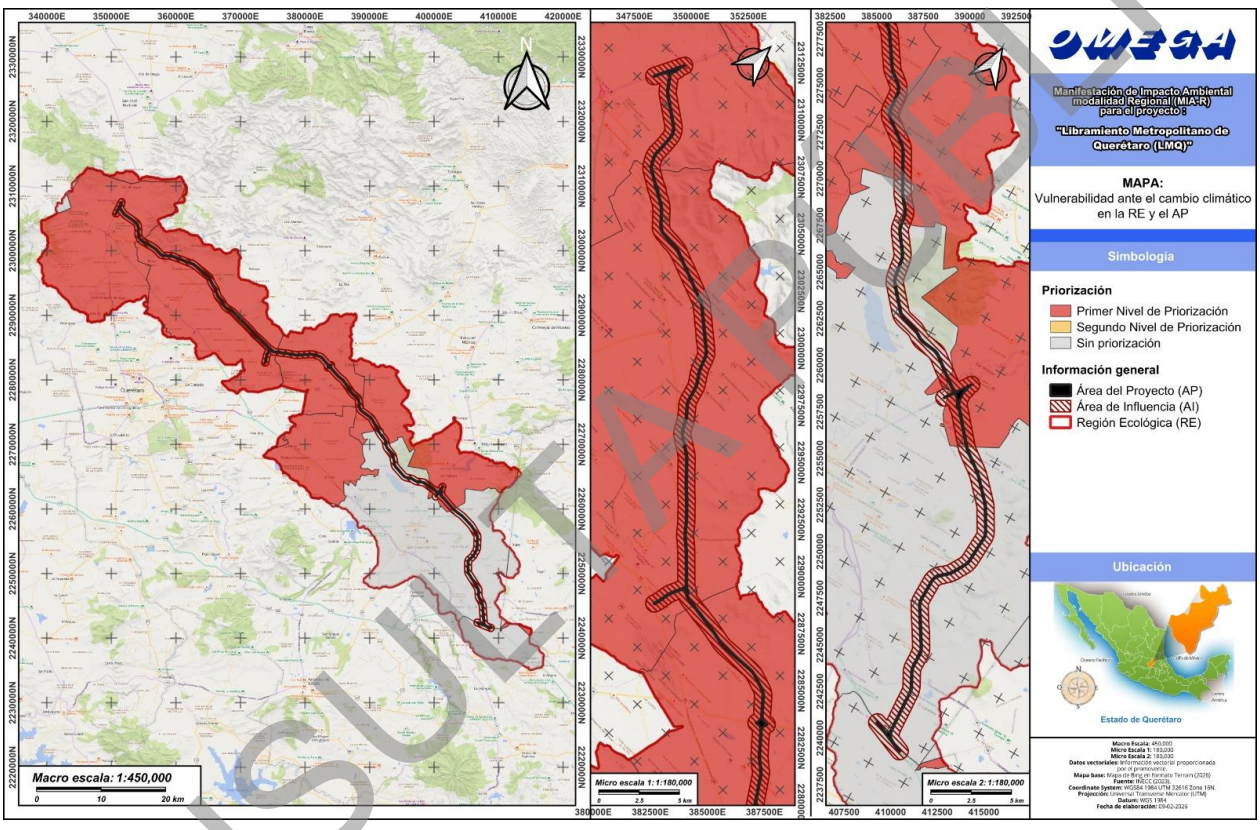


Figura III.15. Mapa de incidencia de la vulnerabilidad ante el cambio climático dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

III.3.1. Geología

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Continuo Nacional Geológico – INEGI–SGM (Escala 1:250 000).

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%.

Tabla III.11. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Litología	Era	Perido	Clave SGM	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia %
Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	Qhoal	66,531,164	4.04
Andesita-Basalto		Neógeno	TplA-B	68,607,295	4.17
		Terciario	TmA-B	266,907,127	16.23
Arenisca-Conglomerado poligénico		Neógeno	TplAr-Cgp	135,720,728	8.25
		Neógeno-Cuaternario	TplQptAr-Cgp	597,736,320	36.34
Basalto		Neógeno-Cuaternario	TplQptB	1,237,228	0.08
Caliza-Limolita	Mesozoico	Cretácico	KiCz-Lm	10,426,580	0.63
Caliza-Lutita		Cretácico	Kbet(?)Cz-Lu	2,025,765	0.12
Conglomerado poligénico-Arenisca	Cenozoico	Neógeno-Cuaternario	TplQptCgp-Ar	182,667,541	11.11
No aplicable	No aplicable	No aplicable	H2O	7,757,089	0.47
Piroclástico	Cenozoico	Cuaternario	QptPc	532,954	0.03
Pórfido riolítico		Terciario	ToPR	1,746,859	0.11
Riolita-Toba riolítica		Neógeno	TplR-TR	71,464,960	4.34
		Paleógeno	ToR-TR	131,967,159	8.02
Toba riolítica-Toba dacítica		Neógeno	TplTR-TDa	99,494,894	6.05
Volcanosedimentaria	Mesozoico	Cretácico	Kbet(?)Vs	2,804	0.0001705
TOTAL				**1,644,826,467**	**100.00**

En tanto en lo que respecta al AP, se incide en 6 unidades geológicas (todas del cenozoico) y un cuerpo de agua, siendo la Arenisca-Conglomerado poligénico del Neógeno-Cuaternario (TplQptAr-Cgp) fue la que tiene una mayor representatividad con el 44.55% de la superficie total, seguida del Conglomerado poligénico-Arenisca del Neógeno-Cuaternario (TplQptCgp-Ar) con el 14.86%.

Tabla III.12. Incidencia de tipos de roca (geología) dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Litología	Era	Período	Clave	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Aluvial	Cenozoico	Cuaternario	Qhoal	257,256	3.68
Andesita-Basalto		Neógeno	TplA-B	572,524	8.18
		Terciario	TmA-B	669,411	9.57
Arenisca-Conglomerado poligénico		Neógeno	TplAr-Cgp	577,469	8.25
		Neógeno-Cuaternario	TplQptAr-Cgp	3,116,690	44.55
Conglomerado poligénico-Arenisca		Neógeno-Cuaternario	TplQptCgp-Ar	1,039,372	14.86
No aplicable	No aplicable	No aplicable	H2O	2,908	0.04
Riolita-Toba riolítica	Cenozoico	Neógeno	TplR-TR	465,799	6.66
		Paleógeno	ToR-TR	168,391	2.41
Toba riolítica-Toba dacítica		Neógeno	TplTR-TDa	126,033	1.8
Total				**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

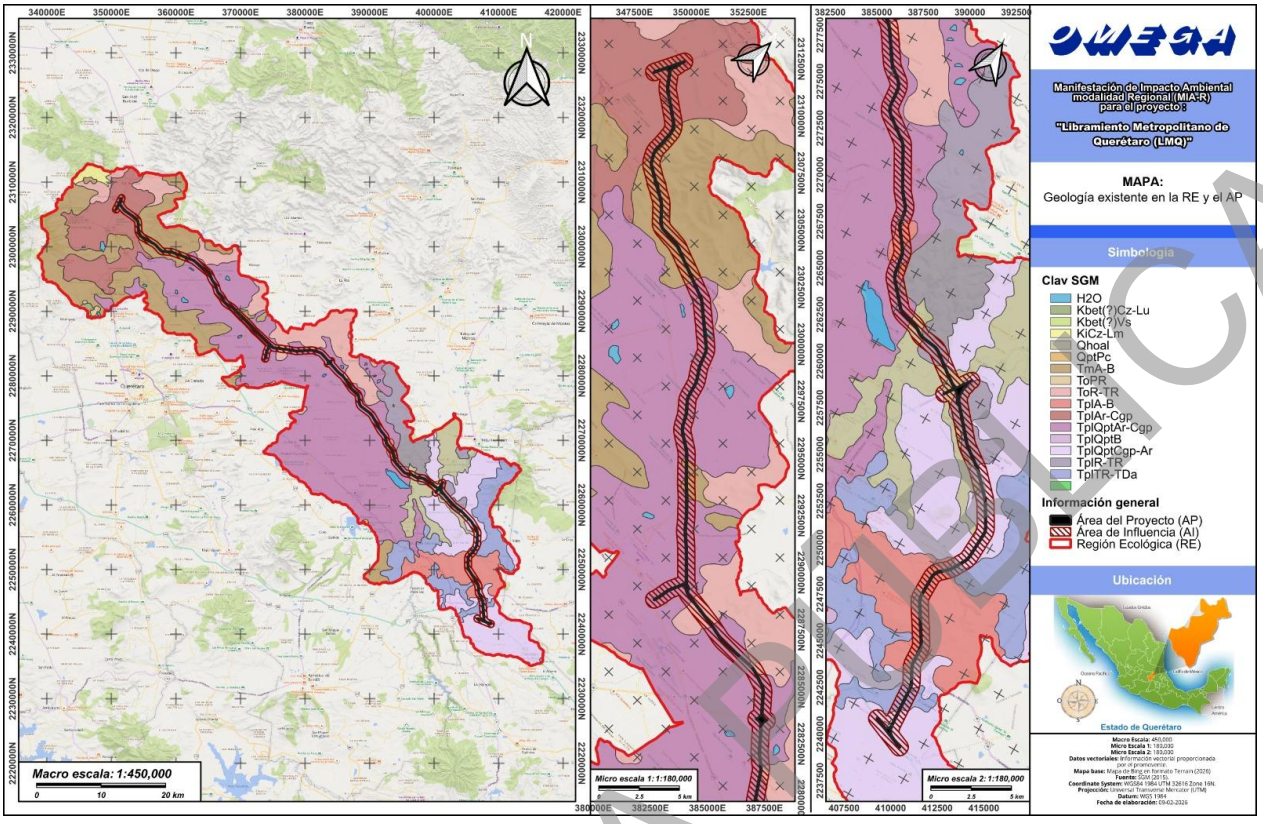


Figura III.16. Mapa de incidencia de las unidades geológicas dentro de la RE. Elaboración propia.

III.3.2. Provincias geológicas

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Continuo Nacional Geológico – INEGI–SGM (Escala 1:250 000).

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.

Tabla III.13. Incidencia de las provincias geológicas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia geológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Complejo Orogénico Zacatecano	1,173,290,461	71.33
Faja Volcánica Transmexicana	471,536,006	28.67
Total	**1,644,826,467**	**100**

Tabla III.14. Incidencia de las provincias geológicas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia geológica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Complejo Orogénico Zacatecano	4,736,101	67.7
Faja Volcánica Transmexicana	2,259,750	32.3
Total	**6,995,851**	**100**

CONSULTA PÚBLICA

III.3.3. Fisiografía

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).
Vector de origen: Provincias y Subprovincias Fisiográficas. INEGI. 1:4,000,000.

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 %.

Tabla III.15. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Cuerpo de agua perenne	Cuerpo de agua perenne	2,272,634	0.14
Mesa del Centro	Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato	110255469.2	6.7
Eje Neovolcánico	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	1,532,298,363	93.16
Total		**1,644,826,467**	**100.00**

Tabla III.16. Incidencias de las provincias y subprovincias fisiográficas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Provincia fisiográfica	Subprovincia fisiográfica	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Eje Neovolcánico	Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo	6,729,308	96.19
Mesa del Centro	Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato	266,543	3.81
Total		**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

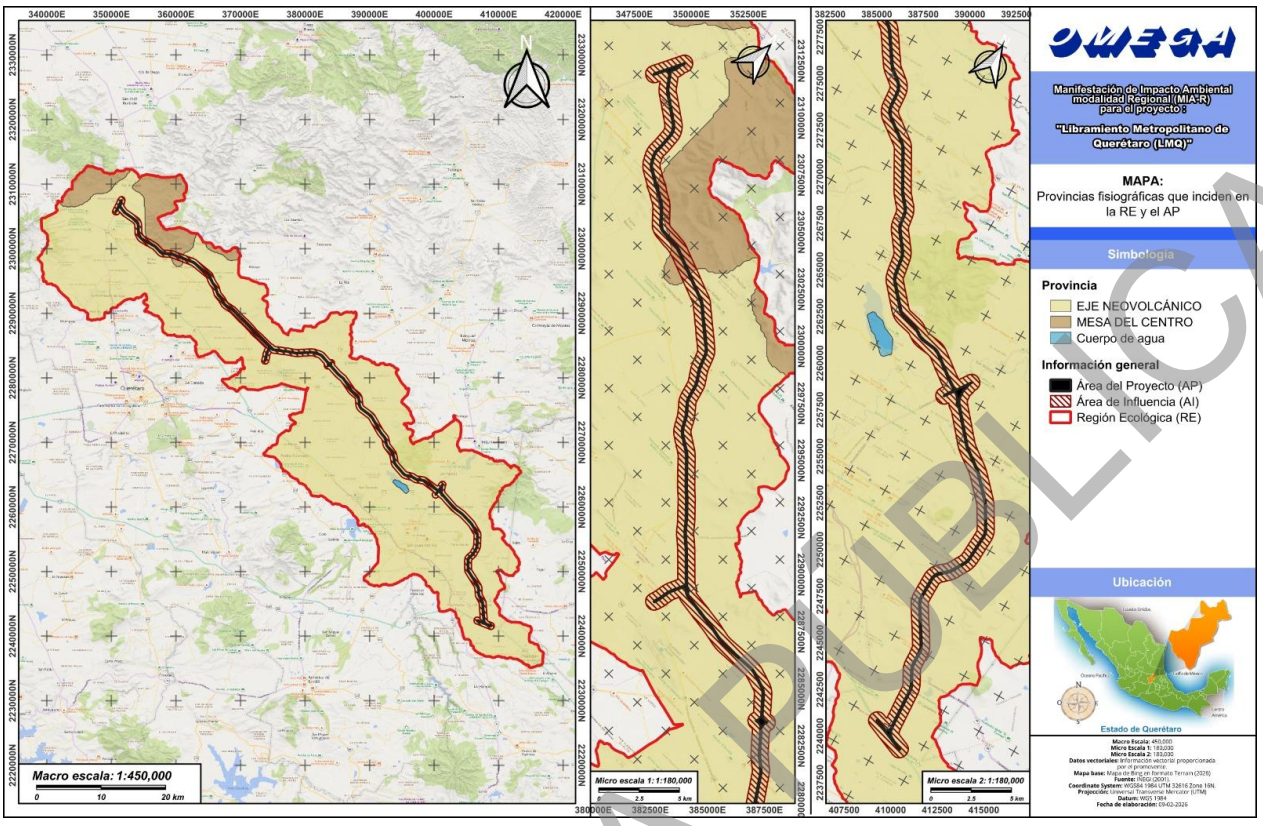


Figura III.17. Mapa de incidencia de provincias fisiográficas dentro de la RE. Elaboración propia.

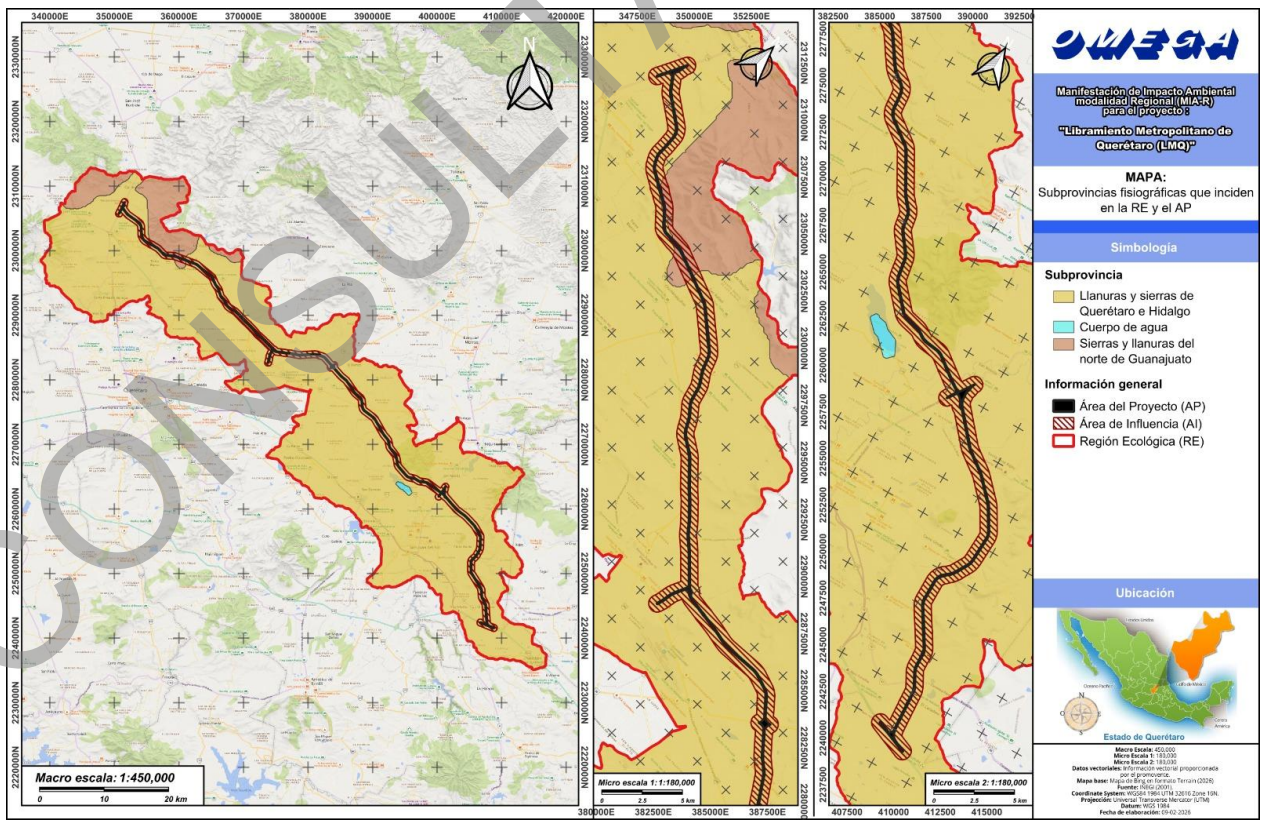


Figura III.18. Mapa de incidencia de subprovincias fisiográficas dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.3.4. Sistema de topoformas

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).
Vector de origen: Sistema de topoformas. INEGI. 1:4,000,000.

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 %.

Tabla III.17. Incidencia del sistema de topoformas dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Topoforma	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Escudo volcanes	25,468,309	1.55
Llanura aluvial	78,509,343	4.77
Llanura aluvial de piso rocoso o cementado	12,553,928	0.76
Llanura de piso rocoso o cementado	108,415,577	6.59
Lomerío de aluvión antiguo	162,656,000	9.89
Lomerío de basalto	438,047,551	26.63
Lomerío de basalto con llanuras	233,812,621	14.22
Meseta disectada	6,155,303	0.37
N/A	2,272,628	0.14
Sierra alta escarpada	104,078,494	6.33
Sierra compleja	98,653,472	6
Sierra volcánica de laderas tendidas	17,843,595	1.08
Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío	356,359,644	21.67
Total	**1,644,826,467**	**100**

**Los resultados tras el análisis en SIGEIA, evidenciaron la incidencia de 5 diferentes tipos de sistemas de topoformas en la Región Ecológica, siendo la Sierra alta compleja aquella que no fue incluida en la tabla anterior dado a que su incidencia con el área es menor a 1 m^2. La información correspondiente para corroborar este dato se encuentra en el ANX.3. Soportes de medio abiótico > b) Geología y geomorfología > 3. Topoformas.*

Tabla III.18. Incidencia del sistema de topoformas dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Topoforma	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Llanura aluvial	700,670	10.02
Llanura aluvial de piso rocoso o cementado	66,112	0.95
Llanura de piso rocoso o cementado	434,289	6.21
Lomerío de aluvión antiguo	911,264	13.03
Lomerío de basalto	842,221	12.04
Lomerío de basalto con llanuras	838,411	11.98
Sierra alta escarpada	266,543	3.81
Sierra compleja	745,575	10.66
Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío	2,190,765	31.32
Total	**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

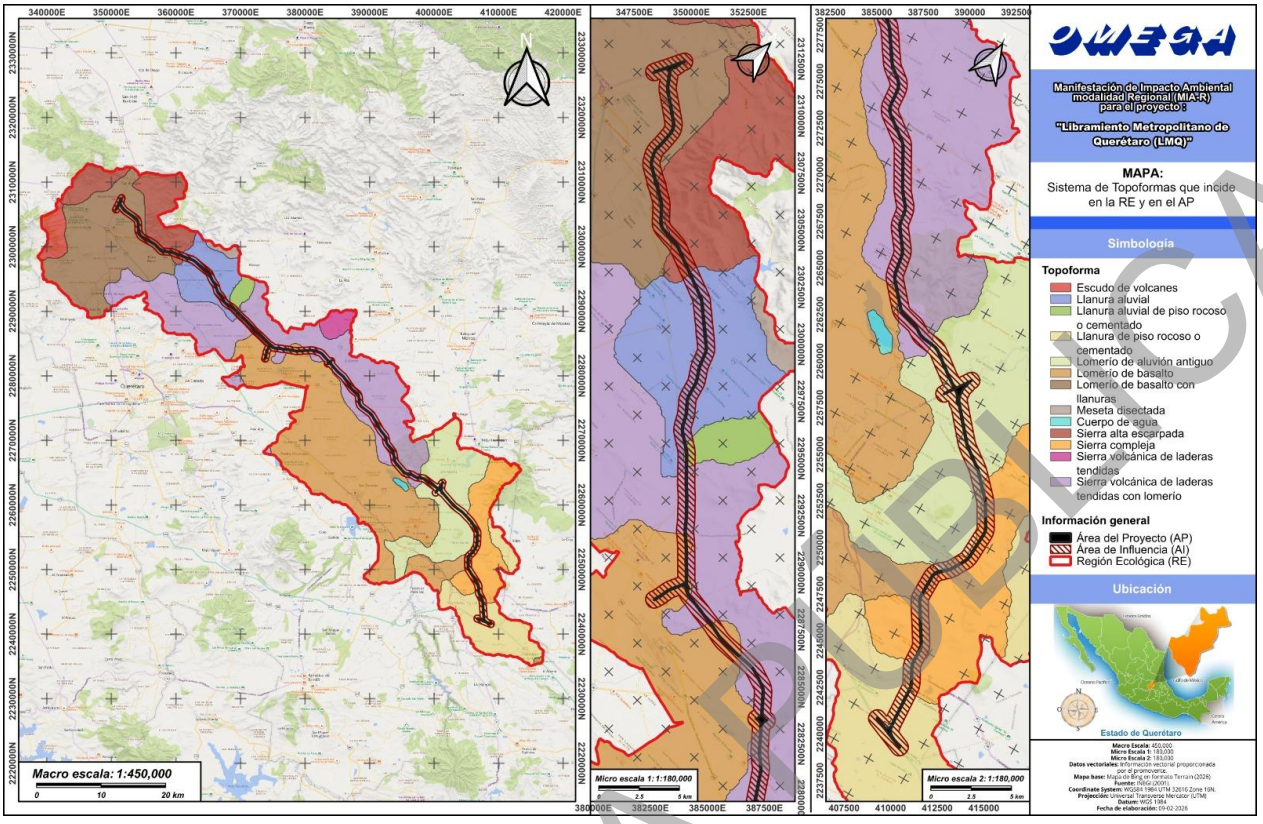


Figura III.19. Mapa de incidencia de los sistemas de topoformas dentro de la RE. Elaboración propia.

III.3.5. Riesgos geológicos y geomorfológicos

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Peligros Geomorfológicos. INEGI, SGM, UNAM (Instituto de Geología). 1:250,000.

a) Fallas y fracturas

Dentro de la Región Ecológica (RE) se localizan solamente 4 fracturas, de las cuales ninguna tiene incidencia dentro del área del proyecto (AP) ni del área de influencia (AI).

b) Riesgo por hundimiento

Se identificó que 323,669,734.2 m^2 presenta un riesgo de hundimiento por colapso o asentamiento superficial del terreno y movimiento tectónico diferencial lo cual corresponde a un 19.67 % de la totalidad de la RE. En tanto, el AP incide en 560,170 m^2 dentro de la zona de hundimiento por colapso o asentamiento superficial del terreno.

CONSULTA PÚBLICA

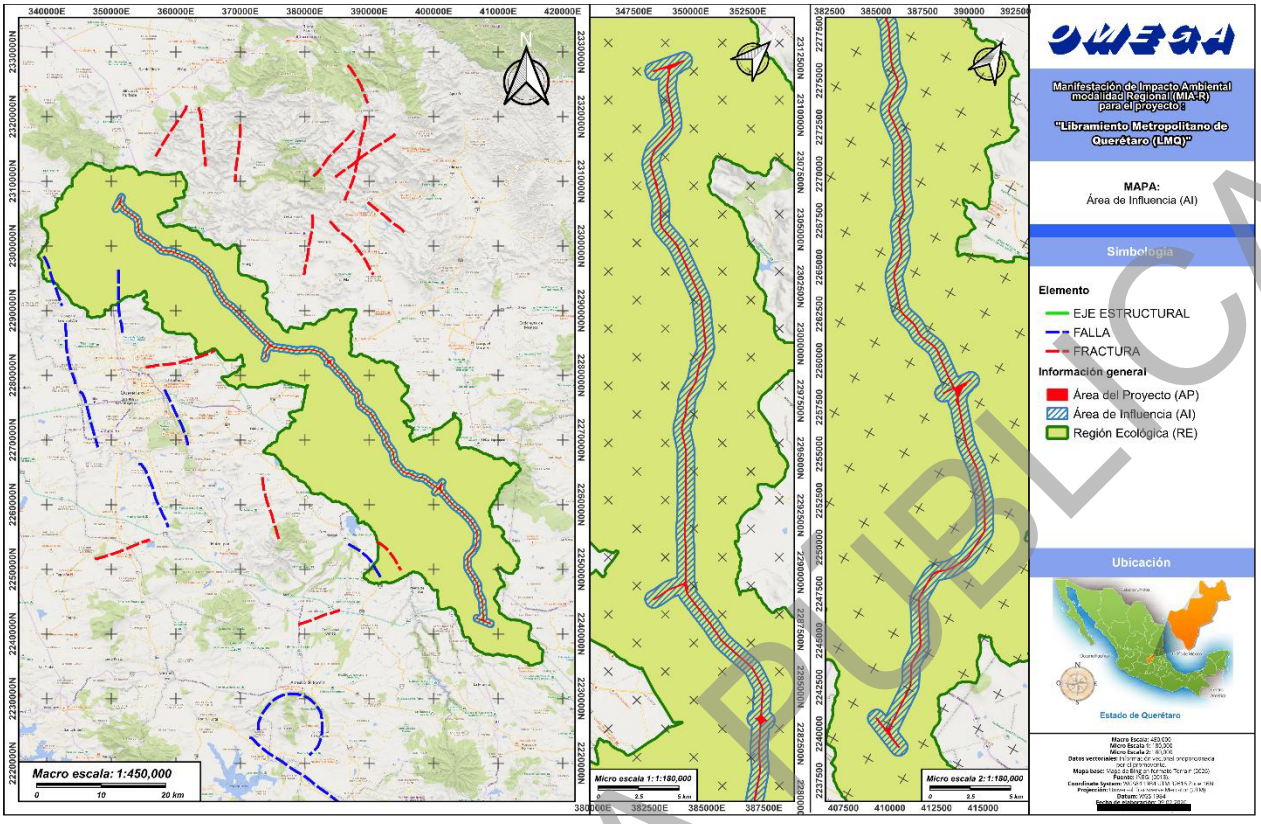


Figura III.20. Mapa de fallas y fracturas en la RE y AP. Elaboración propia.

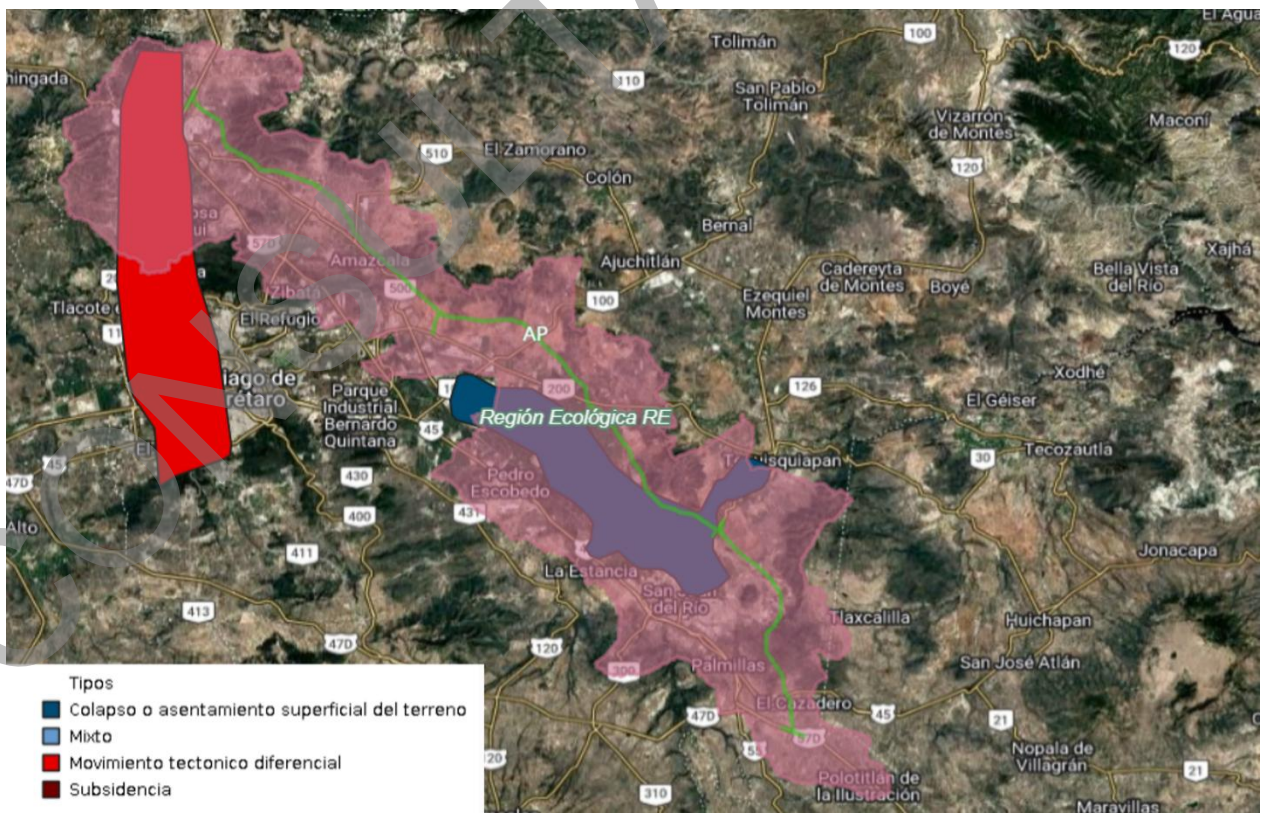


Figura III.21. Mapa riesgo por hundimiento en el RE y AP (tomado de SIGEIA, 2026).

COPIA PÚBLICA

c) Susceptibilidad por inestabilidad de laderas

Para el caso del riesgo por inestabilidad de laderas, en la mayoría de la superficie de la Región Ecológica (RE) se le consideró predominantemente muy bajo (y sólo de medio a alto dentro de las zonas serranas). Esta misma distribución del riesgo se identificó para el caso del Área del Proyecto (AP). Para El caso del peligro, se identificaron patrones en el que el oscila entre muy bajo a alto dependiendo de la zona.

Tabla III.19. Incidencia del riesgo y peligro por inestabilidad de laderas dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por inestabilidad de laderas	Peligro por inestabilidad de laderas
Riesgo en la RE: predominantemente **MUY BAJO** (**MEDIO** y **ALTO** en las zonas serranas).	**Peligro en el RE: MEDIO, ALTO y MUY BAJO.**
Riesgo en el AP: predominantemente **MUY BAJO** (con pequeñas incidencias en **MEDIO y ALTO**).	**Peligro en el AP: MEDIO, ALTO y MUY BAJO.**

d) Eventos sísmicos

Análisis de incidencia: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/portal/fenomenos/ y Atlas Nacional de Riesgos

El riesgo por sismos se estableció de acuerdo con la escala de Mercalli Modificada (MM), el cual es considerado entre predominantemente VI. Fuerte, mientras que el peligro es MEDIO.

Escala Sísmica Modificada de Mercalli	
I. Imperceptible	Microsismo, detectado por instrumentos
II. Muy Leve	Sentido por algunas personas (generalmente en reposo)
III. Leve	Sentido por algunas personas dentro de edificios
IV. Moderado	Sentido por algunas personas fuera de edificios
V. Poco Fuerte	Sentido por casi todos
VI. Fuerte	Sentido por todos
VII. Muy Fuerte	Las construcciones sufren daño moderado
VIII. Destructivo	Daños considerables en estructuras
IX. Muy Destructivo	Daños graves y pánico general.
X. Desastroso	Destrucción en edificios bien construidos
XI. Muy Desastroso	Casi nada queda en pie
XII. Catastrófico	Destrucción total

Tabla III.20. Incidencia del riesgo y peligro por eventos sísmicos dentro de la RE y con influencia dentro del AP. Elaboración propia.

Riesgo por eventos sísmicos	Peligro por eventos sísmicos
Riesgo en la RE: de **V Poco Fuerte** en la parte norte, al centro **VI Fuerte**, **siendo esta la de mayor incidencia** y **VII Muy Fuerte en la parte Sur**	**Peligro en el RE: MEDIO**
Riesgo en el AP: Predomina el riesgo VI Fuerte en la parte central, y una pequeña porción en V Poco Fuerte al norte y VII Muy Fuerte en la parte Sur	**Peligro en el AP: MEDIO**

CONSULTA PÚBLICA

III.4. SUELO

III.4.1. Grupos edafológicos

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto Nacional de Información Edafológica, escala 1:250 000 Serie III.

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 %.

Tabla III.21. Incidencia de los grupos edafológicos dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de suelo	Clave	Textura del suelo	Superficie de incidencia (m^2)	Total (m^2)	Superficie de incidencia (%)	Total (%)
Kastanozem	KSpcn-lo+VRpcn-pe/2	Media	39,869,146	39,869,146	2.42	2.42
Leptosol	LPsk-mo/2	Media	2,568,763	38,607,142	0.16	2.35
	LPsk-mo+LPli/3P	Fina	1,216,479		0.07	
	LPsk-qv+LVlep-vr/2P	Media	12,692,959		0.77	
	-	Media	22,128,941		1.35	
Phaeozem	PHha-qv/2	Media	12,096,474	534,886,912	0.74	32.54
	PHlen-ap/3P	Fina	12,067,259		0.73	
	PHlen-lv/3P	Fina	4,767,817		0.29	
	PHlen-lv+VRlen-pe/3	Fina	34,717,174		2.11	
	PHlen-vr/3P	Fina	708,921		0.04	
	PHlep-ca+LPsk-mo/2P	Media	159,270		0.01	
	PHlep-ca+VRlep-pe/2	Media	1,924,097		0.12	
	PHlep-ca+VRpe-ca/2	Media	14,120,146		0.86	
	PHlep-ca+VRpe-ca+LPmo/2	Media	77,256,491		4.7	
	PHlep-lo+LPsk-mo+LPli/2P	Media	32,790,779		1.99	
	PHlep-sk/2G	Media	17,617,319		1.07	
	PHlep-sk/3P	Fina	3,054,360		0.19	
	PHlep-sk+LPli/2P	Media	10,869		0	
	PHlep-sk+LPli-eu/2	Media	11,157,888		0.68	
	PHlep-sk+LPsk-mo/2	Media	12,813,055		0.78	
	PHlep-sk+LPsk-mo/2P	Media	31,959,417		1.94	
	PHlep-sk+LPsk-mo+LPli/2P	Media	41,593,050		2.53	
	PHlep-sk+LPsk-mo+RGlep/2P	Media	7,720,608		0.47	
	PHlep-sk+VRlep-sk+LPli/3P	Fina	7,700,202		0.47	
	PHlep-sk+VRpe-mz/3P	Fina	7,657,120		0.47	
	PHlep-vr/2G	Media	10,140,195		0.62	
	PHlep-vr/3P	Fina	6,791,345		0.41	
	PHlep-vr+LPmo/3P	Fina	8,378,364		0.51	
	PHlep-vr+LPsk-mo/2P	Media	8,353,650		0.51	
	PHlep-vr+VRlep-sk/3	Fina	15,778,429		0.96	
	PHpcn-cm+VRpcn-pe/2	Media	14,624,453		0.89	
	PHpcp-ca+VRpcp-pe/2	Media	26,119,166		1.59	
	PHpdp-st+PLmo-pdp+VRpdp/2	Media	23,700,884		1.44	
	-	Fina	17,797,534		1.08	
	-	Media	71,310,576		4.34	
Planosol	PLmo-ab+PHpdn-lv/2	Media	11,523,315	11,523,315	0.7	0.7
Suelo cubierto por agua	SA	No aplicable	13,010,219	13,010,219	0.79	0.79
Technosol	TCek-ub	No aplicable	177,295,416	178,598,422	10.78	10.86
	TCsp	No aplicable	917,555		0.06	
	TCsq	No aplicable	385,451		0.02	

CONSULTA PÚBLICA

Tipo de suelo	Clave	Textura del suelo	Superficie de incidencia (m^2)	Total (m^2)	Superficie de incidencia (%)	Total (%)
Vertisol	VRlen-pe/3P	Fina	5,111,074	748,112,119	0.31	45.47
	VRlen-pe+PHlen-sk/3P	Fina	36,959,616		2.25	
	VRlen-pe+PHlen-vr/3	Fina	31,617,817		1.92	
	VRlen-pe+PHlen-vr/3G	Fina	42,146,233		2.56	
	VRlen-pe+PHlen-vr/3P	Fina	11,149,794		0.68	
	VRlen-skp/3	Fina	6,329,143		0.38	
	VRlen-skp+PHlen-skp/3P	Fina	6,994,361		0.43	
	VRlen-skp+PHlep-sk/3P	Fina	14,131,064		0.86	
	VRlen-skp+PHlep-vr+CHlep/3P	Fina	28,681,416		1.74	
	VRlep-pe/3G	Fina	8,222,087		0.5	
	VRlep-pe/3P	Fina	22,745,582		1.38	
	VRlep-pe+PHlep-ca/3	Fina	18,500,633		1.12	
	VRlep-pe+PHlep-sk/3P	Fina	679,480		0.04	
	VRlep-sk/3G	Fina	18,539,867		1.13	
	VRlep-sk/3P	Fina	27,857,500		1.69	
	VRlep-sk+LVvr-can/3	Fina	262,331,529		15.95	
	VRlep-sk+PHlep-sk/3P	Fina	6,207,116		0.38	
	VRlep-sk+PHlep-sk+LPmo/3P	Fina	6,629,205		0.4	
	VRlep-sk+PHlep-vr/3P	Fina	20,271,768		1.23	
	VRpcp-sk/3G	Fina	190,096		0.01	
	VRpe-ai+LVvr-hu/3	Fina	40,059,299		2.44	
	VRpe-mz/3	Fina	100,521,345		6.11	
	VRpe-mz+PHvr/3	Fina	2,506,567		0.15	
	VRpe-mz+PHvr-skn/3	Fina	6,540,251		0.4	
	VRpe-mz+PHvr-skp/3P	Fina	23,189,276		1.41	
Sin información del vector		Fina	80,219,193	80,219,193	4.88	4.88
TOTAL			**1,644,826,467**	**1,644,826,467**	**100.00**	

En el caso del AP, el Phaeozem fue el suelo con mayor superficie abarcando un 57.54 %, seguido del Vertisol con un 27.53 %, el Planosol con 3.74%, Leptosol con 0.49% y una pequeña parte que incide en Technosol. Las unidades edafológicas con mayor incidencia fueron dos del grupo de los Phaeozem siendo una sin clave con un 17.43 %, seguida de una con clave PHlep-sk+LPli-eu/2 con un 7.62 %, y en tercer lugar un vertisol con clave PHlep-sk+LPli-eu/2 con una ocupación 6.7 %.

Tabla III.22. Incidencia de los grupos edafológicos dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de suelo	Clave	Textura	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (%)
Leptosol	LPsk-qv+LVlep-vr/2P	Media	34,250	0.49
Phaeozem	PHlen-lv+VRlen-pe/3	Fina	409,333	5.85
	PHlep-ca+VRpe-ca+LPmo/2	Media	290,317	4.15
	PHlep-sk/2G	Media	201,103	2.87
	PHlep-sk+LPli-eu/2	Media	533,422	7.62
	PHlep-sk+LPsk-mo/2P	Media	299,563	4.28
	PHlep-sk+LPsk-mo+LPli/2P	Media	228,088	3.26
	PHlep-sk+VRpe-mz/3P	Fina	329,411	4.71
	PHpcp-ca+VRpcp-pe/2	Media	183,071	2.62
	PHpdp-st+PLmo-pdp+VRpdp/2	Media	298,549	4.27
	-	Fina	33,296	0.48
	-	Media	1,219,439	17.43
Planosol	PLmo-ab+PHpdn-lv/2	Media	261,743	3.74
Technosol	TCek-ub	No aplicable	241	0.001
Vertisol	VRlen-pe+PHlen-sk/3P	Fina	235,161	3.36
	VRlen-pe+PHlen-vr/3	Fina	393,601	5.63
	VRlen-pe+PHlen-vr/3G	Fina	240,414	3.44
	VRlen-skp+PHlen-skp/3P	Fina	29,407	0.42
	VRlen-skp+PHlep-vr+CHlep/3P	Fina	52,527	0.75
	VRlep-sk/3G	Fina	113,506	1.62
	VRlep-sk+LVvr-can/3	Fina	336,831	4.81
	VRpe-mz/3	Fina	468,542	6.7
	-	Fina	55,634	0.8
Sin información del vector			748,402	10.7
Total			**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

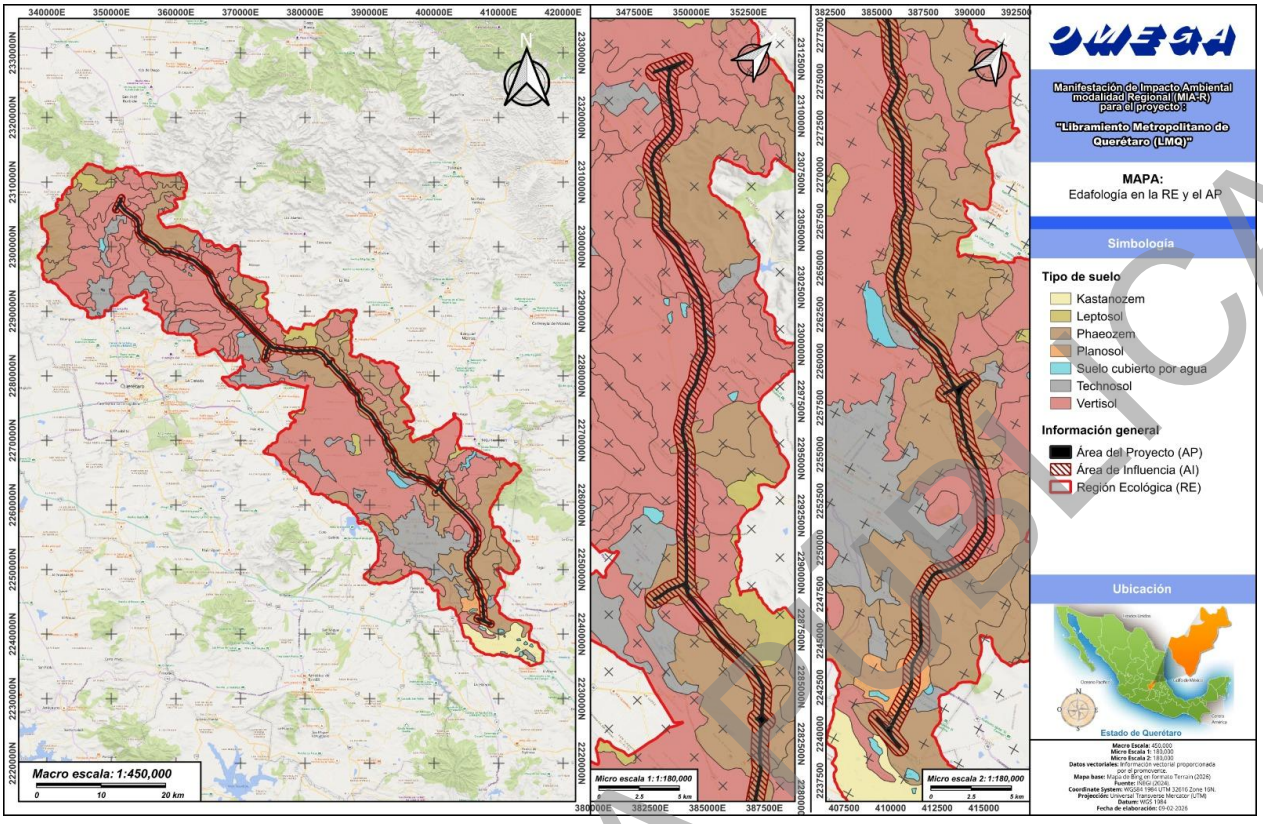


Figura III.22. Mapa de incidencia de unidades edafológicas dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.4.2. Degradación del suelo

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/
Vector de origen: Degradación del suelo en la República Mexicana - Escala 1:250 000.

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.

Tabla III.23. Incidencia de tipos y causas de degradación del suelo dentro de la RE. Elaboración propia.

TIPO	GRADO	CAUSA	Superficie de incidencia m²	Superficie de incidencia%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	294,364,414	17.9
		Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	11,532,100	0.7
	Moderado	Actividades agrícolas	594,544,584	36.15
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Actividades agrícolas / Sobrepastoreo	13,432,001	0.82
		Sobrepastoreo	59,815,184	3.64
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	46,767,287	2.84
		Sobrexplotación de la vegetación para uso doméstico / Sobrepastoreo	21,540,116	1.31
Sin información del vector			602,830,781	36.65
Total general			**1,644,826,467**	**100.00**

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 %.

Tabla III.24. Incidencia de tipos y causas de degradación del suelo dentro del AP. Elaboración propia.

TIPO	GRADO	CAUSA	Superficie de incidencia m²	Superficie de incidencia%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	1,024,319	14.64
	Moderado	Actividades agrícolas	2,288,732	32.72
Erosión hídrica con pérdida del suelo superficial	Ligero	Sobrepastoreo	278,840	3.99
		Sobrepastoreo / Actividades agrícolas	781,354	11.17
Sin información del vector			2,622,606	37.49
Total			**6,995,851**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

III.4.3. Erosión del suelo

Análisis de incidencia: INEGI (2026) https://www.inegi.org.mx/app/mapas/default.html?t=199&ag=00

Vector de origen: Conjunto de Datos de Erosión del Suelo, escala 1: 250 000, Continuo Nacional.

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 %.

Tabla III.25. Incidencia del tipo de erosión del suelo dentro de la RE. Elaboración propia.

Clave de erosión	Tipo de erosión	Superficie de incidencia (m^2)	Área de incidencia (%)
A	ANTROPICA	6,183,762	0.38
AH	N/A	62,299,727	3.79
H2O	cuerpo de agua	11,811,501	0.72
HL1	Hídrica laminar grado leve, eólica	140,507,910	8.54
HL1+EO	Hídrica laminar grado leve, eólica	116,072,152	7.06
HL1+HC1	Hídrica laminar grado leve, Hídrica cárcavas leves	32,299,600	1.96
HL1+HS1	Hídrica laminar grado leve, Hídrica surcos leves	253,282,426	15.4
HL2	Hídrica laminar moderada	361,614,041	21.98
HL2+HC1	Hídrica laminar moderada, Hídrica cárcavas leves	32,041,664	1.95
HL2+HS1	Hídrica laminar moderada, Hídrica surcos leves	79,479,416	4.83
HL2+HS2	Hídrica laminar moderada, Hídrica surcos moderada	24,253,951	1.47
HL3	Hídrica laminar fuerte	20,332,634	1.24
HL3+HC2	Hídrica laminar fuerte, hídricas cárcavas moderada	19,136,710	1.16
HL3+HS1	Hídrica laminar fuerte, hídrica surcos leves	2,410,402	0.15
HL4	Hídrica laminar extrema	12,283,222	0.75
HS1	Hídrica surcos leves	11,889,215	0.72
ZU	Localidad	31,172,456	1.9
SE	Sin erosión evidente	427,755,679	26.01
Total general		**1,644,826,467**	**100**

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 %.

Tabla III.26. Incidencia del tipo de erosión del suelo dentro del AP. Elaboración propia.

Clave de erosión	Tipo de erosión	Superficie de incidencia (m^2)	Área de incidencia (%)
A	ANTROPICA	103,336	1.48
AH	N/A	25,234	0.36
H2O	Cuerpo de agua	5,839	0.08
HL1	Hídrica laminar grado leve, eólica	365,368	5.22
HL1+EO	Hídrica laminar grado leve, eólica	521,420	7.45
HL1+HC1	Hídrica laminar grado leve, Hídrica cárcavas leves	671,593	9.6
HL1+HS1	Hídrica laminar grado leve, Hídrica surcos leves	1,682,657	24.05
HL2	Hídrica laminar moderada	1,988,833	28.43
HL2+HC1	Hídrica laminar moderada, Hídrica cárcavas leves	87,352	1.25
HL2+HS1	Hídrica laminar moderada, Hídrica surcos leves	259,032	3.7
HL3+HC2	Hídrica laminar fuerte, hídricas cárcavas moderada	250,848	3.59
HL4	Hídrica laminar extrema	101,710	1.45
SE	Sin erosión evidente	932,630	13.33
Total general		**6,995,851**	**100**

CONSULTA PÚBLICA

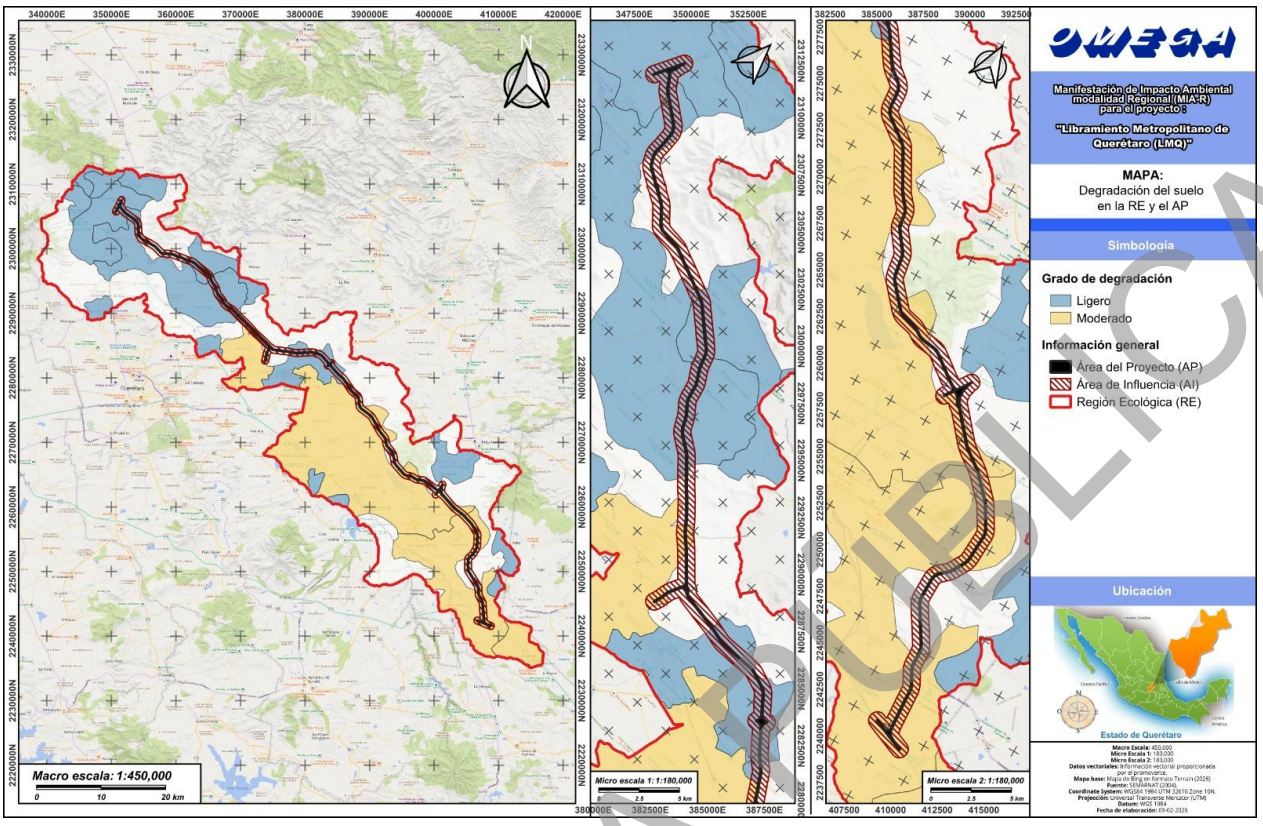


Figura III.23. Mapa de incidencia degradación del suelo dentro de la RE. Elaboración propia.

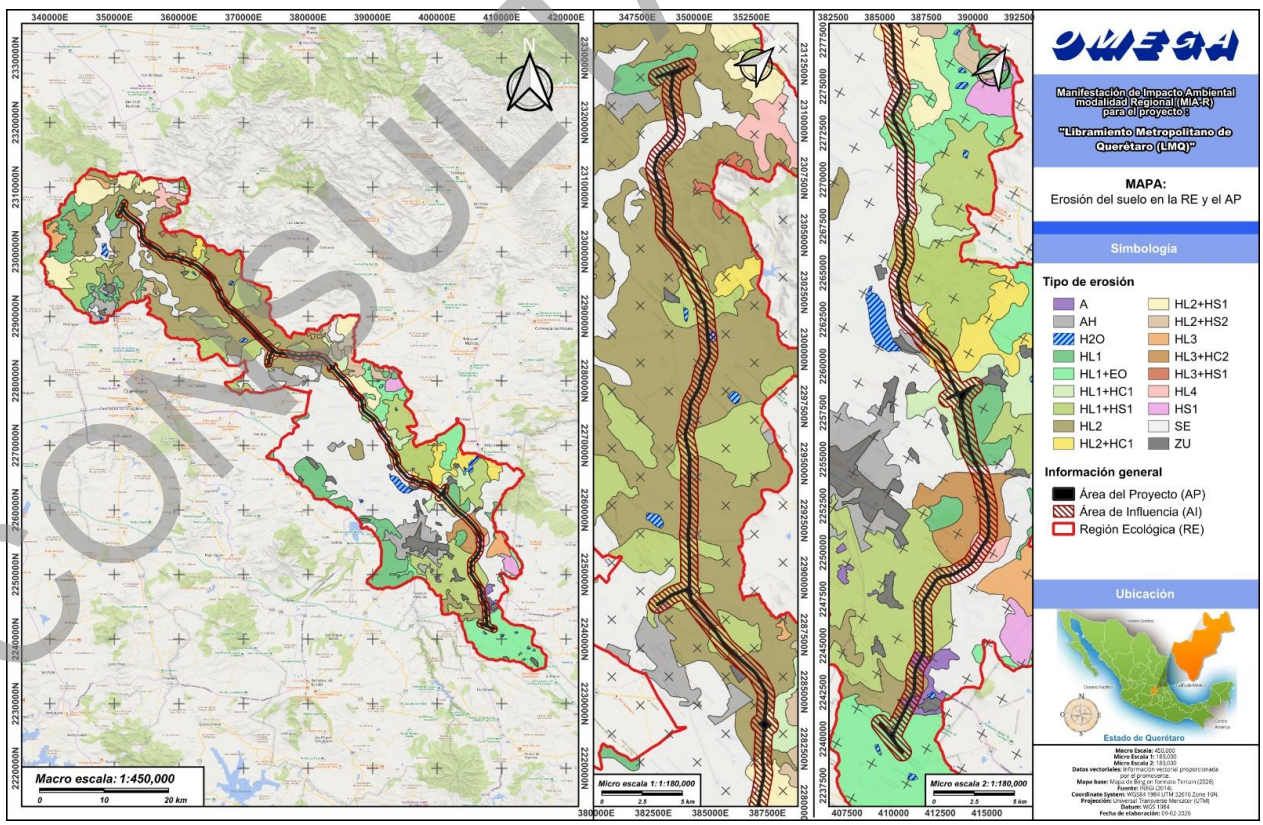


Figura III.24. Mapa de incidencia de erosión del suelo dentro de la RE. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.5. Agua

III.5.1. Regionalización hidrológica

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).
Vector de origen: Regiones Hidrológicas. INEGI. 1:250000, Cuencas. INEGI. 1:250000, Subcuencas. INEGI. 1:250000, Microcuencas. INEGI. 1:250000.

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.

Tabla III.27. Incidencia de las regionalizaciones hídricas dentro de la RE conforme al SIGEIA. Elaboración propia.

Regionalización	Incidencia
Región Hidrológica-Administrativa:	VIII. Lerma-Santiago-Pacífico y IX Golfo Norte
Región Hidrológica:	N° 12 Lerma Santiago, y N° 26 Pánuco
Cuenca Hidrológica:	Río Laja y Río Moctezuma
Subcuencas Hidrográficas:	Querétaro- Apaseo, Amealco - Presa Centenario, Bernal y San Idelfonso
Microcuencas Hidrográficas:	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 Río, san Nicolás, Santa Cruz Escandón, La fuente y Polotitla de la Ilustración.

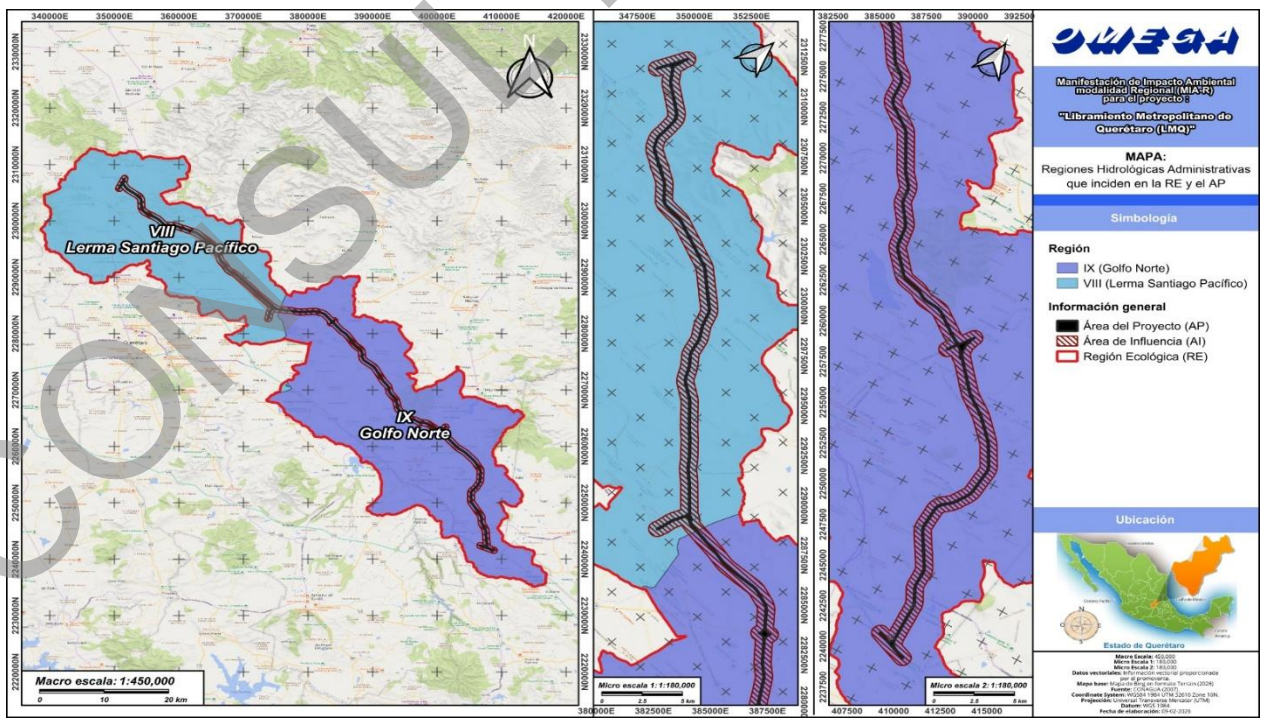


Figura III.25. Mapa de incidencia de las Regiones Hidrológicas-Administrativas dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

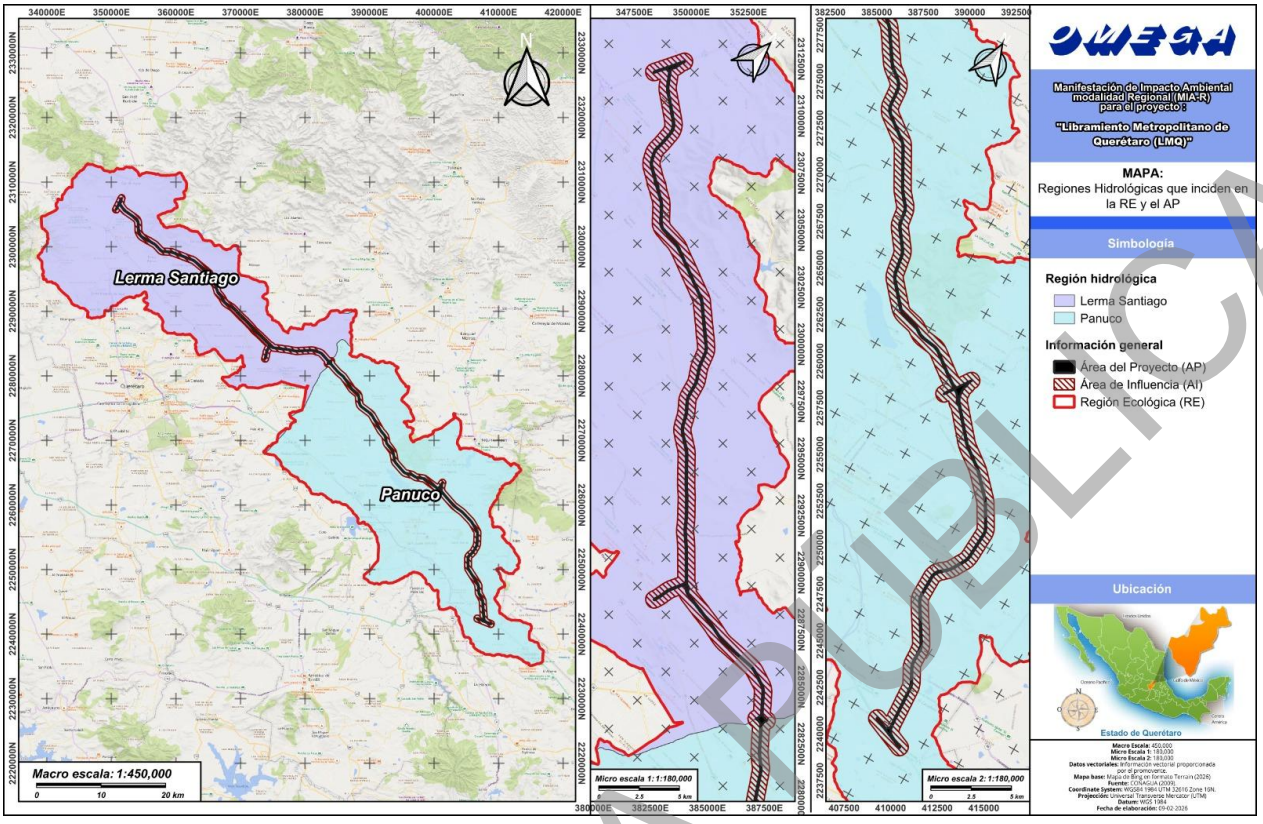


Figura III.26. Mapa de incidencia de las Regiones Hidrológicas (RH) dentro de la RE. Elaboración propia.

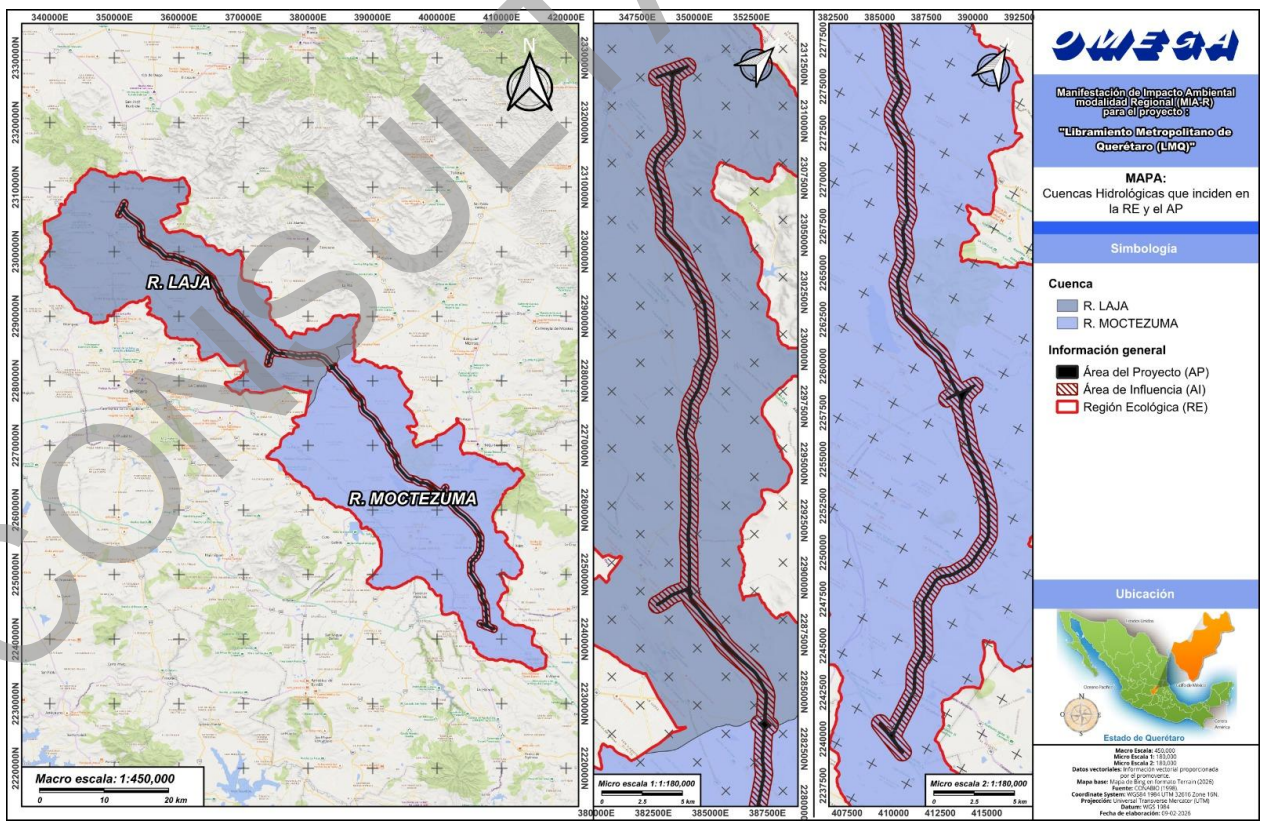


Figura III.27. Mapa de incidencia de las Cuencas Hidrológicas (CH) dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

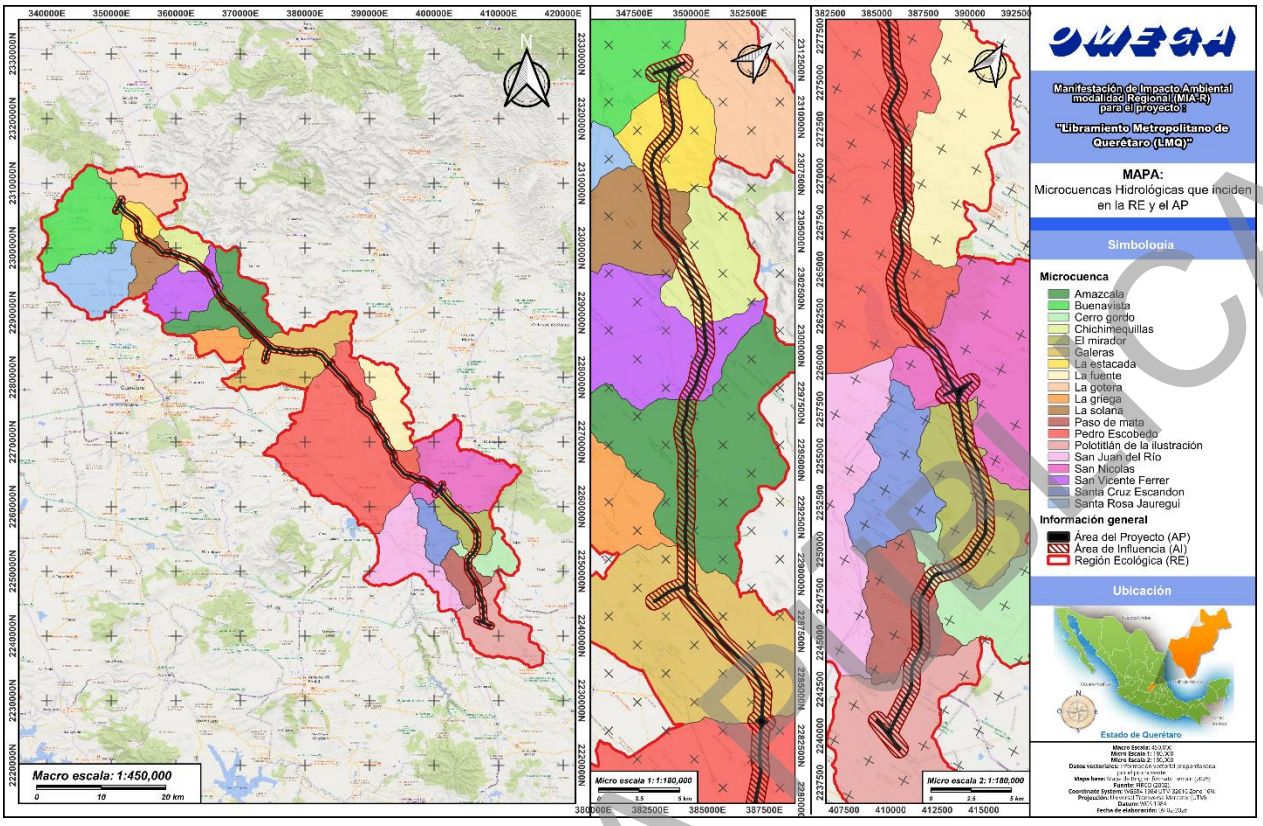


Figura III.28. Mapa de incidencia de las Microcuencas Hidrológicas (MCH) dentro de la RE. Elaboración propia.

III.5.2. Cuerpos de agua superficiales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Cuerpos de agua. INEGI – Cartografía Hidrográfica Nacional. 1:250,000.

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 III.28. 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**

CONSULTA PÚBLICA

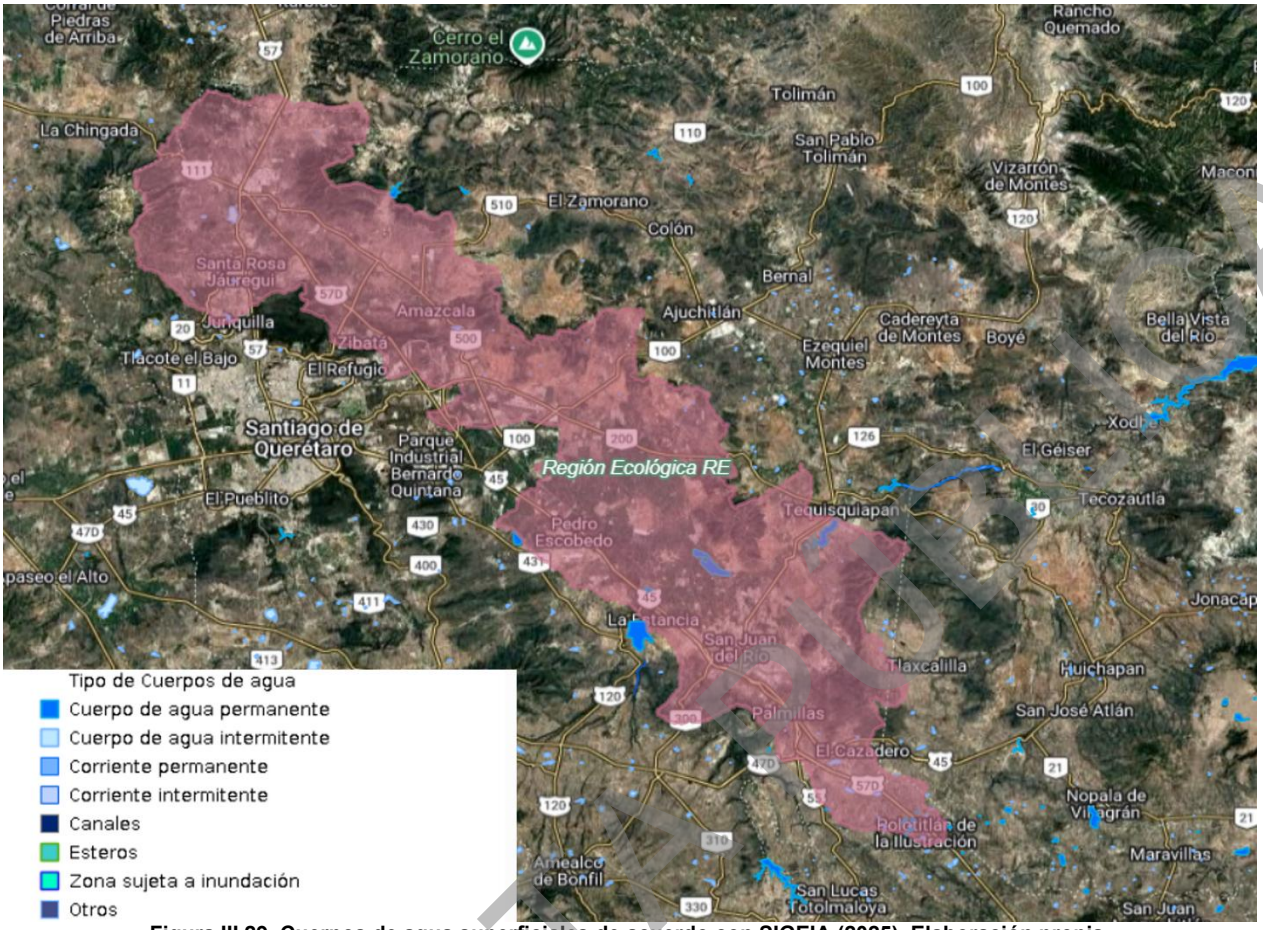


Figura III.29. Cuerpos de agua superficiales de acuerdo con SIGEIA (2025). Elaboración propia.

III.5.3. Corrientes de agua superficiales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Corrientes de agua. INEGI – Cartografía Hidrográfica Nacional. 1:250,000.

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.

Tabla III.29. Incidencia de corrientes de agua superficiales dentro de la RE de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Cuenta de Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)
Acueducto subterráneo	Acueducto	17
Arroyos y de corrientes intermitentes	Corriente intermitente	85
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo	43
Canales de irrigación	Canal	92
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Otro tipo	7

CONSULTA PÚBLICA

Tipo	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Cuenta de Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Cuerpo de agua intermitente	49
	Cuerpo de agua perenne	25
Ríos y límites de corrientes perenes	Corriente perenne	28
TOTAL		**346**

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud (metros)
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	1,158.58
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	2,184.65
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	2,350.97
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	2,485.18
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	2,911.51
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	2,978.44
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	3,572.23
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	4,525.06
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	4,718.08
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	4,987.34
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	5,821.76
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	6,115.06
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	6,200.93
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	7,912.74
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	8,326.14
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	10,710.88
Acueducto subterráneo	Sin nombre	Acueducto	15,350.52
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Carbonera	Corriente intermitente	6,219.23
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Colorado	Corriente intermitente	4,549.99
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Arenal	Corriente intermitente	324.92
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Arenal	Corriente intermitente	1,512.80
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Arenal	Corriente intermitente	4,707.02
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Desti	Corriente intermitente	2,949.78
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Desti	Corriente intermitente	4,654.46
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Grande	Corriente intermitente	5,527.73
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Grande	Corriente intermitente	12,877.19
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	1,960.58
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	4,166.53
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	5,121.51
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	6,441.35
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	6,622.29
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	7,609.63
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Ataxico	Corriente intermitente	1,909.10
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Ataxico	Corriente intermitente	3,620.29
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Barreta	Corriente intermitente	5,254.21
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Calera	Corriente intermitente	4,697.90
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Cañada	Corriente intermitente	70.99
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Cañada	Corriente intermitente	7,150.69
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Chinita	Corriente intermitente	452.20
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Chinita	Corriente intermitente	5,906.98
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Estacada	Corriente intermitente	4,523.98
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Estancia	Corriente intermitente	4,241.56
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Gotera	Corriente intermitente	2,904.61
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Gotera	Corriente intermitente	4,794.23
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Joya	Corriente intermitente	2,684.79
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Adjuntas	Corriente intermitente	2,974.09
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Adjuntas	Corriente intermitente	6,107.97
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Lajas	Corriente intermitente	5,391.70
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	457.79
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	1,681.80
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	3,021.48
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	3,908.68
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	7,393.39
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Los Medina	Corriente intermitente	6,728.08
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Pie de Gallo	Corriente intermitente	9,213.32
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Pinal de Zamorano	Corriente intermitente	14,220.19
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Presa de Becerra	Corriente intermitente	11,780.99
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. San Isidro	Corriente intermitente	3,362.49
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. San Isidro	Corriente intermitente	4,472.34
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Yerbabuena	Corriente intermitente	2,338.49
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Yerbabuena	Corriente intermitente	3,446.49
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	29.64
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	419.56
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	428.70
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,268.42
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,291.28
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,346.50
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,469.31
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,525.67
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	1,853.69
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,105.59
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,114.64
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,198.44
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,217.64
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,266.43
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,289.26
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,588.15
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,707.53
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,861.30
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	2,919.43

CONSULTA PÚBLICA

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud (metros)
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	3,133.16
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	3,436.39
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	3,527.31
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	3,914.46
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,005.62
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,022.78
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,200.42
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,418.31
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,529.96
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,631.51
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	4,776.45
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	5,130.98
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	5,434.31
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	5,501.93
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	6,112.80
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	6,489.89
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	6,806.20
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	6,992.84
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	7,363.64
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	7,612.87
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	7,905.31
Arroyos y de corrientes intermitentes	Sin nombre	Corriente intermitente	11,720.57
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo La Purísima	Bordo	184.28
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo La Purísima	Bordo	315.17
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo-Los Lirios	Bordo	269.51
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo Nuevo	Bordo	847.58
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo San Antonio	Bordo	222.02
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo San Antonio	Bordo	366.94
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo San Antonio	Bordo	414.77
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo-San Gilberto	Bordo	105.10
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo-San Gilberto	Bordo	183.22
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Bordo San Luis	Bordo	218.63
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	37.77
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	52.24
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	66.44
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	66.77
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	74.59
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	75.04
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	110.79
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	118.82
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	129.97
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	143.28
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	147.61
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	153.03
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	168.06
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	191.50
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	199.07
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	216.87
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	219.23
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	223.17
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	228.39
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	232.09
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	241.04
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	242.58
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	264.51
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	282.40
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	333.19
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	440.56
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	496.70
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	556.54
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	665.59
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	833.46
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	834.99
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	895.24
Bordo (reparo de tierra, césped para la retención de agua)	Sin nombre	Bordo	1,085.04
Canales de irrigación	Canal El Caracol	Canal	133.67
Canales de irrigación	Canal El Caracol	Canal	339.57
Canales de irrigación	Canal El Caracol	Canal	744.36
Canales de irrigación	Canal El Caracol	Canal	8,495.30
Canales de irrigación	Canal Principal Lomo del Toro	Canal	3,316.68
Canales de irrigación	Canal Principal Lomo del Toro	Canal	3,588.75
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	46.79
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	51.09
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	132.36
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	148.85
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	156.98
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	176.72
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	182.80
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	188.17
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	238.14
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	243.72
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	261.73
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	285.80
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	360.97
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	371.61
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	540.83
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	589.91
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	699.36

COPIA PÚBLICA

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud (metros)
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	732.83
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	758.11
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	873.32
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	951.50
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,133.10
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,163.10
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,238.60
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,253.42
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,257.82
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,287.69
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,353.48
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,354.70
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,418.95
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,537.73
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,735.50
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,735.64
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,759.71
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	1,776.56
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,008.02
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,087.88
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,167.98
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,202.17
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,232.72
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,285.14
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,460.53
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,579.63
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,674.95
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,675.70
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,872.79
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	2,982.25
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,111.99
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,154.78
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,154.86
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,221.10
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,223.45
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,478.02
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,510.26
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,582.22
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,614.51
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,631.62
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,693.08
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,732.81
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,787.86
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	3,826.16
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,035.54
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,125.96
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,343.14
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,387.01
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,429.37
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,459.20
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,476.31
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,514.08
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,590.83
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,691.07
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,856.48
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	4,920.55
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	5,008.20
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	5,072.81
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	5,380.50
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	6,286.17
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	6,327.59
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	6,437.74
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	7,271.37
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	7,569.52
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	8,187.67
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	9,546.46
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	9,645.09
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	9,970.37
Canales de irrigación	Sin nombre	Canal	14,065.11
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Cajón	Otro tipo	50.17
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Cajón	Otro tipo	51.82
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Carmen	Otro tipo	131.43
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Centenario	Otro tipo	294.32
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Divino Redentor	Otro tipo	65.33
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa El Divino Redentor	Otro tipo	277.24
Cortina (construcción de mampostería para presas)	Presa Santa Catarina	Otro tipo	103.27
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo La Purísima	Cuerpo de agua intermitente	583.67
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo-Los Lirios	Cuerpo de agua intermitente	756.87
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo-Los Lirios	Cuerpo de agua intermitente	882.13
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo Nuevo	Cuerpo de agua perenne	721.51
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo San Antonio	Cuerpo de agua intermitente	413.57
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo San Antonio	Cuerpo de agua intermitente	649.21
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo-San Gilberto	Cuerpo de agua intermitente	1,263.07
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo-San Gilberto	Cuerpo de agua intermitente	1,394.96
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Bordo San Luis	Cuerpo de agua intermitente	205.64
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa Constitución de 1917	Cuerpo de agua perenne	400.56
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa-El Cajón	Cuerpo de agua intermitente	1,274.90
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa-El Cajón	Cuerpo de agua intermitente	1,568.68

CONSULTA PÚBLICA

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud (metros)
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Carmen	Cuerpo de agua perenne	1,265.85
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	76.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	388.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	2,159.72
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	2,362.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	2,723.30
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Centenario	Cuerpo de agua perenne	4,064.85
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	30.19
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	33.92
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	122.21
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	247.83
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	459.96
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	568.10
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	1,215.59
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	4,255.17
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa El Divino Redentor	Cuerpo de agua perenne	7,398.40
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa-Santa Catarina	Cuerpo de agua intermitente	803.28
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa-Santa Catarina	Cuerpo de agua intermitente	1,128.13
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Presa-Santa Catarina	Cuerpo de agua intermitente	2,603.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	15.15
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	198.27
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	208.89
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	211.83
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	212.35
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	220.95
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	233.17
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	266.91
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	313.68
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	337.64
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	345.00
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	409.99
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	442.03
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	443.13
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	474.83
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	484.31
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	496.61
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	548.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	574.44
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	616.48
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	627.64
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	629.10
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	675.63
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	686.70
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	746.34
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	775.75
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	796.34
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	805.04
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	819.87
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	869.07
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	895.95
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	999.01
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	1,022.39
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	1,085.32
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	1,096.95
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua intermitente	1,675.49
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	478.49
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	525.73
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	720.92
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	788.56
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	910.26
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	1,039.01
Límites de lagos, lagunas y presas permanentes	Sin nombre	Cuerpo de agua perenne	2,499.62
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	1,165.95
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	1,801.93
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	4,409.99
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	6,494.77
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	12,255.85
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	33.27
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	33.66
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	64.49
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	72.54
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	207.71
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	214.27
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	922.99
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	1,153.85
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	1,901.66
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2,004.95
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2,024.13
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2,042.69
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2,097.12
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2,134.69
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	3,241.23
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	3,903.50
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	5,229.55
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	6,889.55
Ríos y límites de corrientes perenes	Sin nombre	Corriente perenne	175.51
Ríos y límites de corrientes perenes	Sin nombre	Corriente perenne	1,305.57
Ríos y límites de corrientes perenes	Sin nombre	Corriente perenne	2,605.19

COPIA PÚBLICA

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud (metros)
Ríos y límites de corrientes perenes	Sin nombre	Corriente perenne	2,798.13
Ríos y límites de corrientes perenes	Sin nombre	Corriente perenne	4,294.60

Tabla III.30. Incidencia de corrientes de agua superficiales dentro del AP de acuerdo con el SIGEIA. Elaboración propia.

Tipo de corriente de agua	Tipo	Cantidad de incidencias
Acueducto subterráneo	Acueducto	2
Arroyos y de corrientes intermitentes	Corriente intermitente	16
Canales de irrigación	Canal	1
Ríos y límites de corrientes perenes	Corriente perenne	3
TOTAL		**22**

Tipo	Nombre	Tipo (Clasificación leyenda SIGEIA)	Longitud de la corriente (m)
Acueducto subterráneo	sin nombre	Acueducto	2350.97
Acueducto subterráneo	sin nombre	Acueducto	8326.14
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. El Arenal	Corriente intermitente	4707.02
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Grande	Corriente intermitente	12877.19
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Hondo	Corriente intermitente	6622.29
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. La Estacada	Corriente intermitente	4523.98
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Lajas	Corriente intermitente	5391.7
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Las Tinajas	Corriente intermitente	1681.8
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Pinal de Zamorano	Corriente intermitente	14220.19
Arroyos y de corrientes intermitentes	A. Yerbabuena	Corriente intermitente	3446.49
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	1525.67
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	2861.3
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	4776.45
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	5130.98
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	5501.93
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	6112.8
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	6992.84
Arroyos y de corrientes intermitentes	sin nombre	Corriente intermitente	11720.57
Canales de irrigación	sin nombre	Canal	2579.63
Ríos y límites de corrientes perenes	Río El Pinal	Corriente perenne	6494.77
Ríos y límites de corrientes perenes	Río San Juan	Corriente perenne	2042.69
Ríos y límites de corrientes perenes	sin nombre	Corriente perenne	4294.6

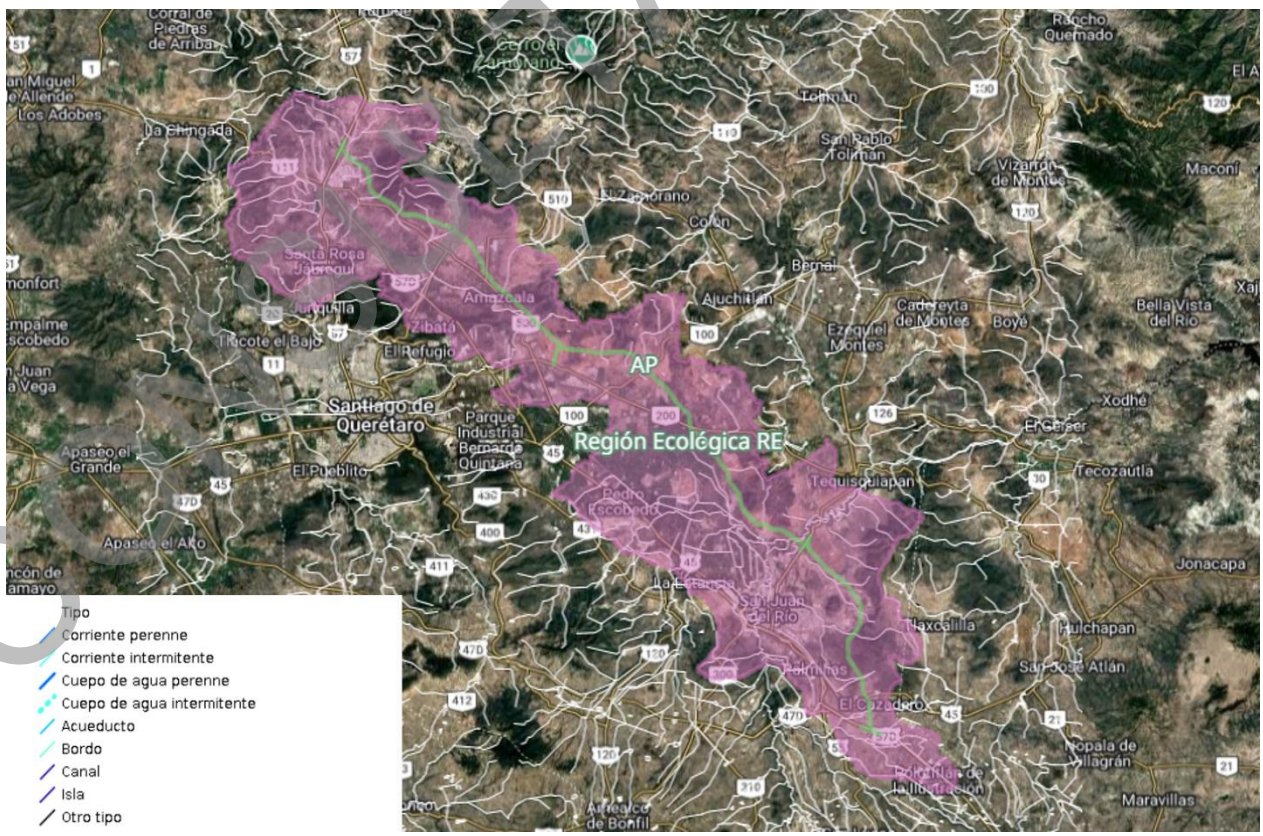


Figura III.30. Corrientes de agua superficiales dentro de la RE y AP de acuerdo con SIGEIA (2025). Elaboración propia.

COPIA PÚBLICA

Por otra parte, con base en la información cartográfica oficial del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), se identifican 20 corrientes y cuerpos de agua superficiales que forman parte de la zona federal conforme a la legislación en materia de aguas nacionales. Entre los principales cauces que interceptan el trazo se encuentran el Río El Pinal, el Río San Juan y los arroyos El Arenal, Arroyo Grande, Hondo, La Estacada, Las Lajas, Las Tinajas, Pinal de Zamorano y Yerbabuena, además de otros escurrimientos intermitentes. A continuación, se presenta el cadenamiento por corrientes y cuerpos de agua considerados como zonas federales identificadas con incidencia dentro del Área del Proyecto. No obstante, se destaca que se solicitará la opinión técnica a la CONAGUA con la finalidad de solicitar aquellas superficies que esta autoridad ambiental solicite.

Tabla III.31. Corrientes y cuerpos de agua con incidencia dentro del AP y que posiblemente correspondan a zonas federales. Elaboración propia.

Tipo de corriente	Nombre	Cadenamiento
Corriente intermitente	Viborillas	2+950
Corriente intermitente	A. Grande	12+150
Corriente intermitente	Sin nombre	17+150
Corriente intermitente	Sin nombre	25+300
Corriente perenne	Río San Juan	26+50
Corriente intermitente	Sin nombre	32+400
Corriente intermitente	A. Yerbabuena	34+200
Corriente intermitente	Sin nombre	39+950
Corriente intermitente	A. Hondo	52+800
Corriente intermitente	Sin nombre	57+350
Corriente intermitente	Sin nombre	57+900
Corriente intermitente	Sin nombre	62+600
Corriente intermitente	El redondal	65+200
Corriente intermitente	La angostura	67+300
Corriente intermitente	A. Pinal de Zamorano	70+600
Corriente perenne	Río El Pinal	79+300
Corriente intermitente	A. Las Lajas	88+750
Corriente intermitente	Sin nombre	9+300
Corriente intermitente	La pileta	93+800
Corriente intermitente	A. El Arenal	94+650

CONSULTA PÚBLICA

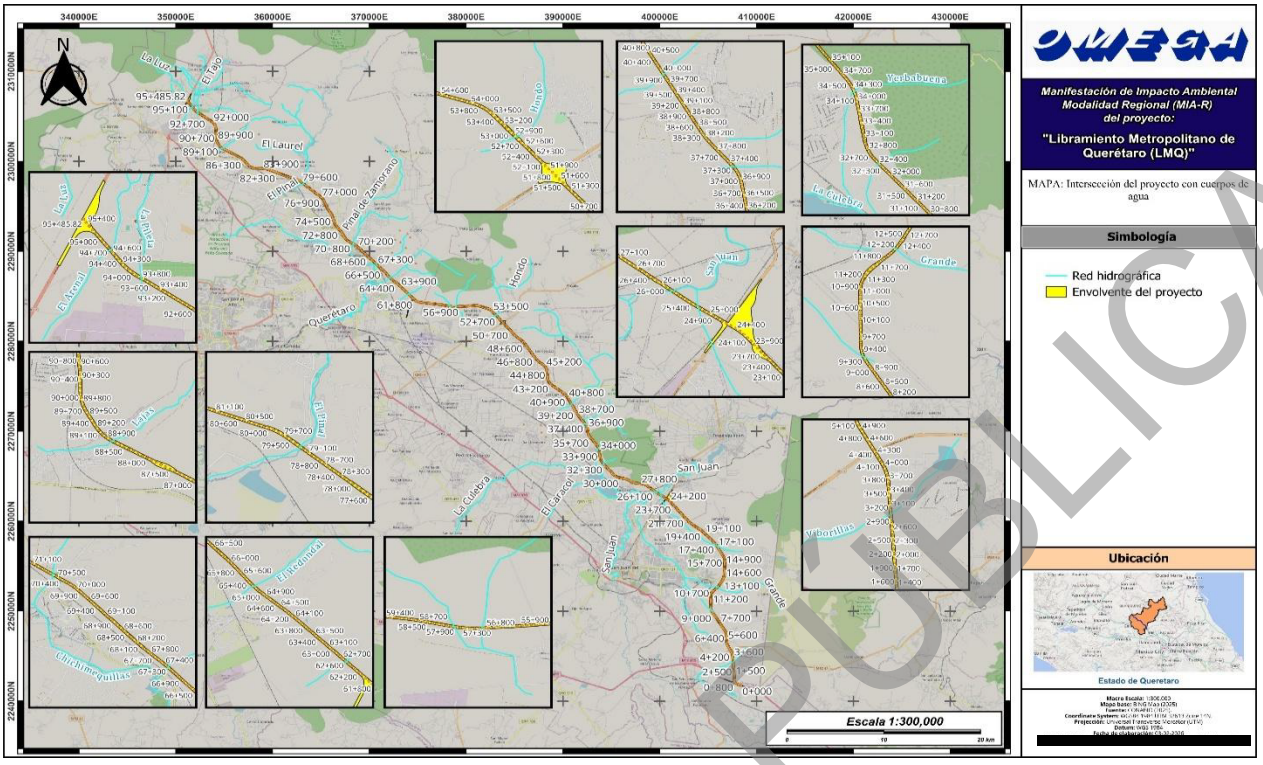


Figura III.31. Intersección con cuerpos de agua superficiales que pudieran coincidir sobre zonas federales Elaboración propia.

III.5.4. Hidrología subterránea (acuíferos)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA) https://sigagis.conagua.gob.mx/aprovechamientos/

Vector de origen: Acuíferos. CONAGUA. 1:250,000.

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 III.32. Incidencia de acuíferos dentro de la RE de acuerdo con el SIGACUA. Elaboración propia.

Clave	Nombre	Disponibilidad	Superficie de incidencia (m²)	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 PÚBLICA

Tabla III.33. Incidencia de acuíferos dentro del AP de acuerdo con el SIGACUA. Elaboración propia.

Clave	Nombre	Disponibilidad	Superficie de incidencia (m^2)	Superficie de incidencia (m^2)
1503	Polotitlán	Sin disponibilidad	24,084	0.34
2202	Valle de Amazcala	Sin disponibilidad	1,434,805	20.51
2203	Valle de San Juan del Río	Sin disponibilidad	4,207,739	60.15
2204	Valle de Buenavista	Sin disponibilidad	737,142	10.54
2205	Valle de Tequisquiapan	Sin disponibilidad	592,081	8.46
Total			**6,995,851**	**100.0**

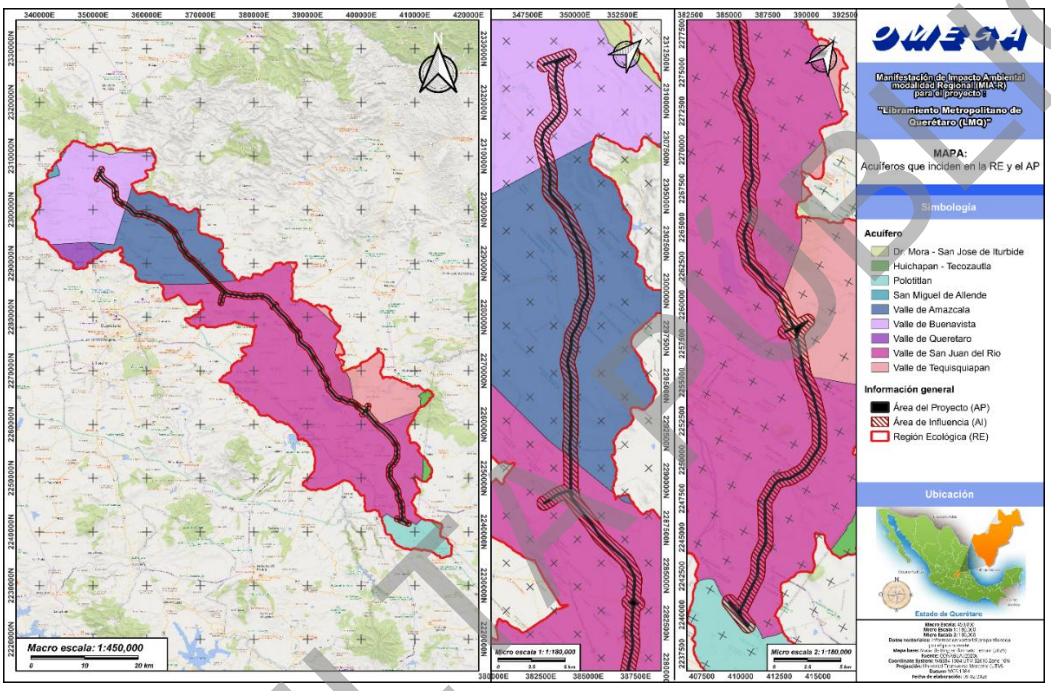


Figura III.32. Mapa de incidencia de los acuíferos dentro de la RE. Elaboración propia.

III.5.5. Riesgos y peligros

Análisis de incidencia: Sistema Nacional de Información Sobre Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) (2026).
Vector de origen: http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html

a) Inundaciones

Se determinó que el riesgo inundaciones es mayoritariamente muy bajo, y sólo en una porción central-norte se le considera medio, mientras que el peligro es mayoritariamente alto. Ese mismo patrón se identificó para el Área del Proyecto (AP).

Tabla III.34. Riesgos y peligros por inundaciones dentro de la RE y AP. Elaboración propia.

Riesgo por inundación	Peligro por inundación
Riesgo en la RE: predominantemente **MUY BAJO** (**MEDIO** en las zonas serranas del norte, y en sectores elevados **BAJO**).	**Peligro en el RE:** predominantemente **ALTO.**
Riesgo en el AP: predominantemente **MUY BAJO** (**MEDIO** en las zonas serranas del norte, y en sectores elevados **BAJO**).	**Peligro en el AP:** predominantemente **ALTO.**

CONSULTA PÚBLICA

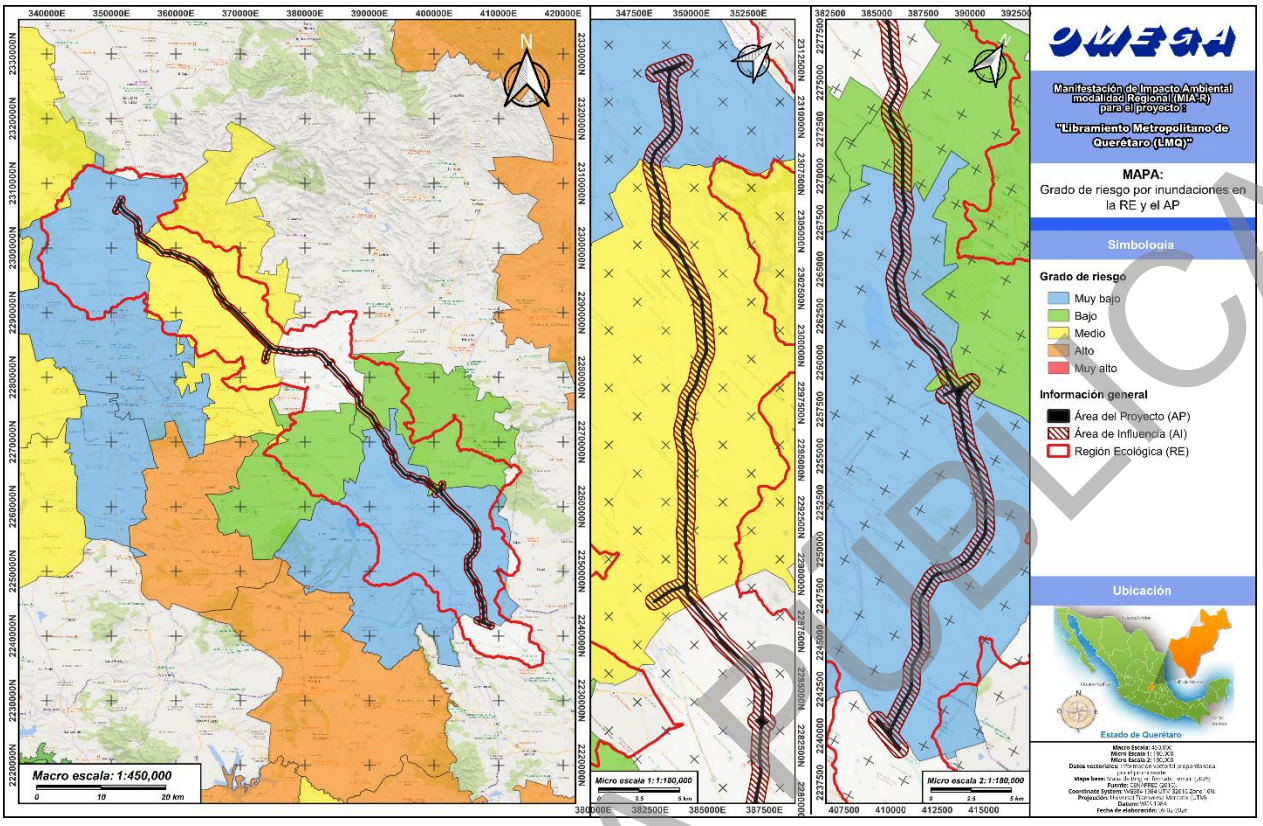


Figura III.33. Mapa de incidencia de riesgo por inundación dentro de la RE. Elaboración propia.

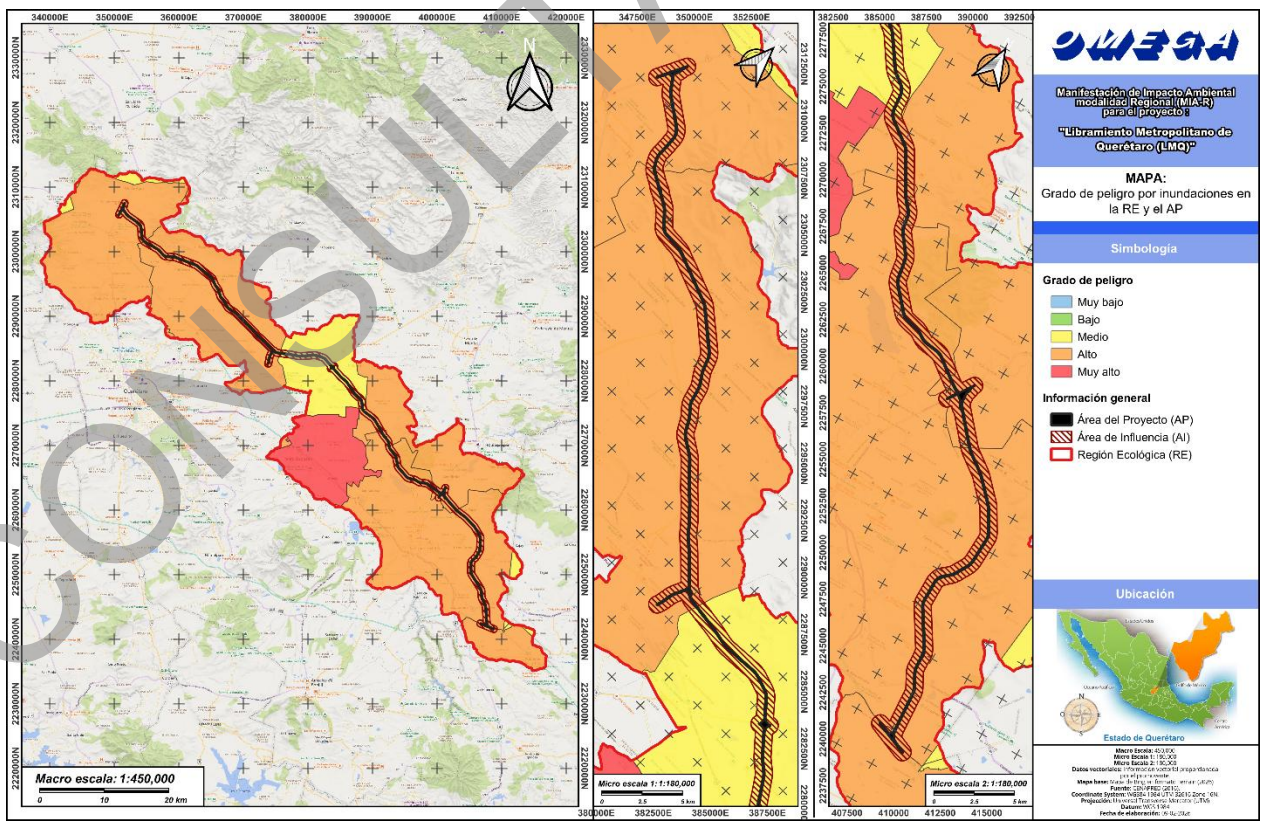


Figura III.34. Mapa de incidencia de peligro por inundación dentro de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.5.6. Calidad del agua

a) Calidad de agua superficial

Análisis de incidencia: Indicadores de calidad del agua (CONAGUA): https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua

Vector de origen: Calidad del agua superficial 2024.

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 III.35. 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

Análisis de incidencia: Indicadores de calidad del agua (CONAGUA): https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua

Vector de origen: Calidad del agua subterránea 2024.

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 III.36. 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 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 III.37. 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.

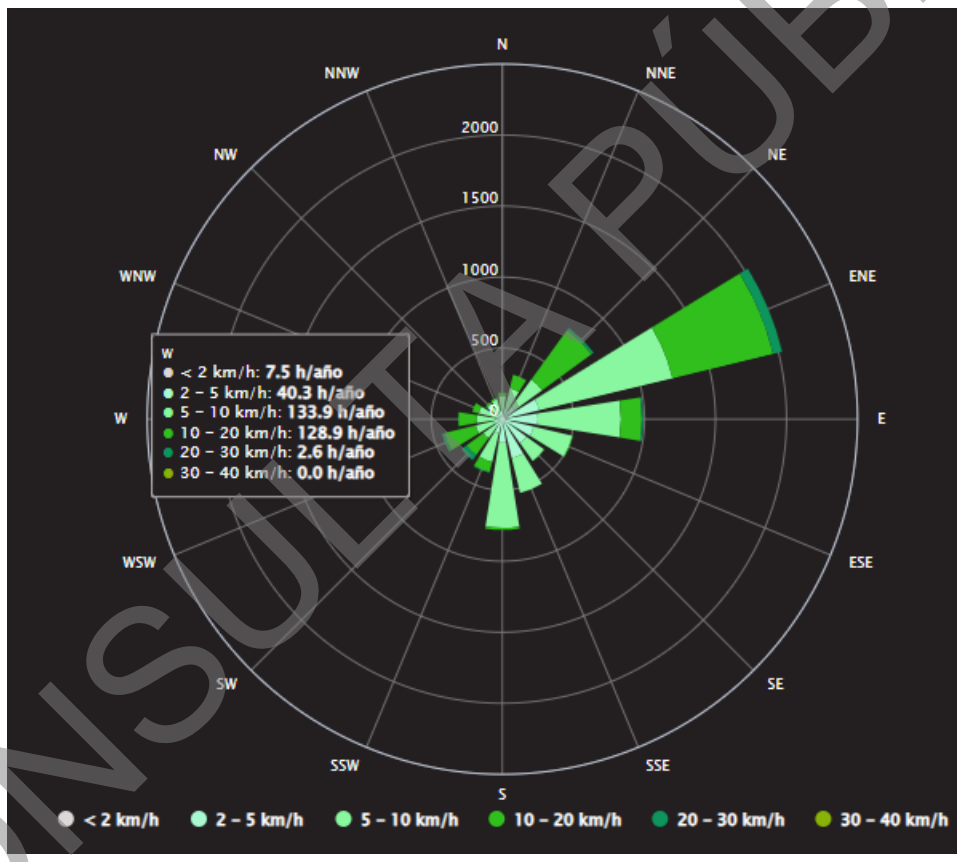


Figura III.35. Rosa de vientos de la estación meteorológica de Automatizada Huimilpan a 30 años.

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 III.38. 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

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Conjunto de datos Vectoriales de Usos del Suelo y Vegetación, Esc. 1:250 000, Serie VII. Conjunto Nacional.

b) 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%.

Tabla III.39. Incidencia de uso de suelo y vegetación (USV) dentro de la RE 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	HA	Agricultura de humedad	1,059,228	0.06
	PI	Vegetación inducida	78,140,188	4.75
	RA	Agricultura de riego	2,565,863	0.16
	RAS	**Agricultura de riego**	**460,250,375**	**27.98**
	RP	Agricultura de riego	1,593,965	0.1
	TA	**Agricultura de temporal**	**542,080,353**	**32.96**
	TAP	Agricultura de temporal	694,712	0.04
	TP	Agricultura de temporal	10,328,550	0.63
Complementaria	AH	Asentamientos humanos	120,225,101	7.31
	H2O	Cuerpo de agua	12,252,519	0.74
Ecológico-Florístico-Fisonómico	BQ	Bosque de encino	10,189,151	0.62
	MC	Matorral xerófilo	66,049,442	4.02
	SBC	Selva baja caducifolia	26,726,013	1.62
	VSa/BQ	Bosque de encino	60,610,267	3.68
	VSa/MC	**Matorral xerófilo**	**99,967,196**	**6.08**
	VSa/PN	Pastizal	113,206	0.01
	VSa/SBC	**Selva baja caducifolia**	**151,441,726**	**9.21**
Desprovisto de vegetación	ADV	Desprovisto de vegetación	538,613	0.03
Total			**1,644,826,467**	**100.00**

CONSULTA PÚBLICA

c) 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 secundaria (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 III.40. 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**

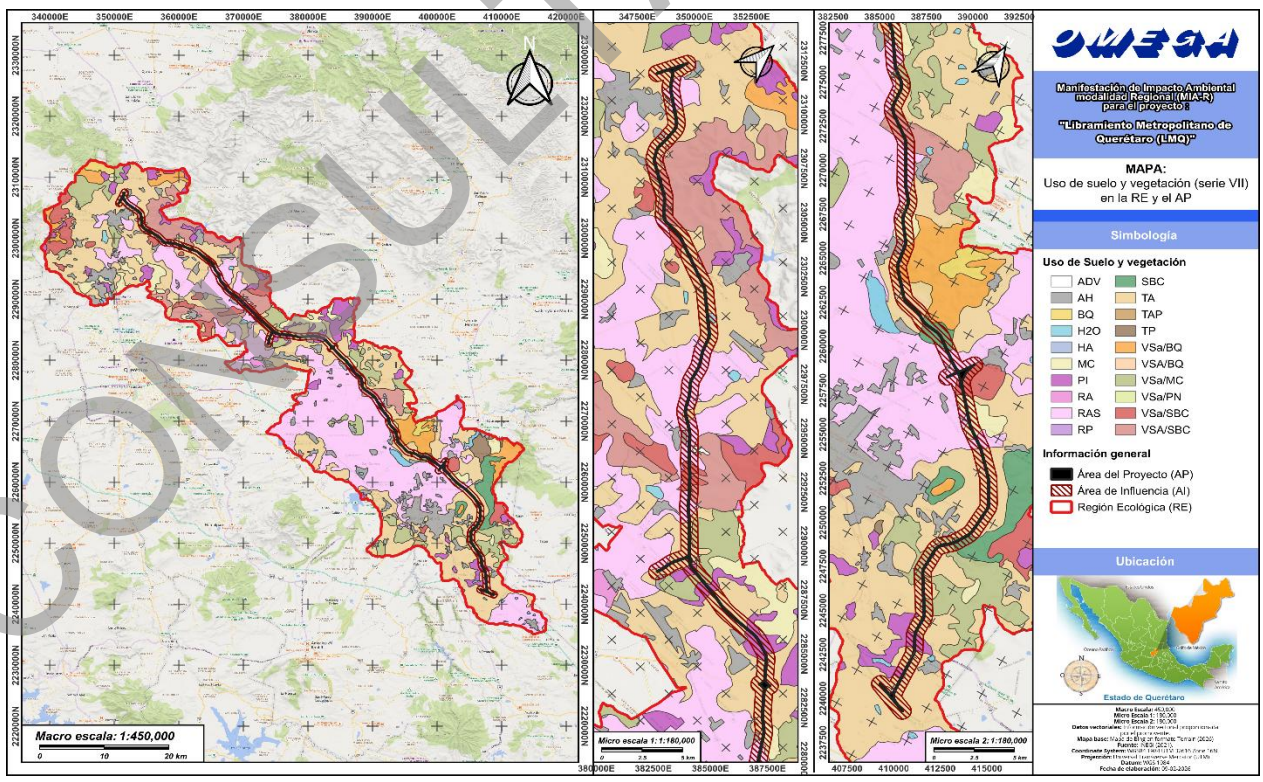


Figura III.36. Mapa de incidencias de los Usos de Suelo y Vegetación. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

En específico, los 4 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 (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %).

Tabla III.**41. Tipos de vegetación dentro del Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.**

Tipos de vegetación	Superficie (ha)	Superficie (%)
Matorral Crasicaule (MC)	153.0593	51.20
Selva Baja Caducifolia (SBC)	77.1175	25.80
Mezquital Xerófilo (MKX)	67.9728	22.74
Bosque de Galería (BG)	0.7805	0.26
Total	**298.9301**	**100.00**

.

A continuación, se presentan imágenes de las comunidades vegetales manifestadas como **Vegetación Forestal.**

CONSULTA PÚBLICA



CONSULTA OMEGA

Figura III.37. Paisaje de la vegetación dentro de la RE y AP. Elaboración propia.



CONSULTA PÚBLICA

Figura III.38. Paisaje de la vegetación dentro de la RE y AP. Elaboración propia.

b) Metodología de trabajo

Fecha de los muestreos: entre el 01 de enero y el 27 de febrero de 2026 (esta información se complementa con la información de la flora y vegetación.

- **Unidades de muestreo**

Dimensiones: Fijas. **Forma:** Transectos rectangulares. **Tamaño:** 500 m^2 (50 m de largo por 10 m de ancho) (Alanis *et al*. ,2020) para el cálculo de variables dasométricas arbóreas y se recomienda esta superficie y forma de sitio a razón de que permite un mayor registro de individuos en unidades discretas para su extrapolación a una unidad comparable o “hectárea tipo”.

Descripción:

Se consideraron cinco estratos, las cuales se muestrearon en los diferentes tamaños de transectos, en cada sitio de muestreo se llevó a cabo dentro de un sitio circulares (al cual denominaremos muestreos) de **500 m^2** para el estrato de **árboles, cactáceas o rosetófilas, y enredaderas o epífitas**, de **100 m^2** para **arbustos** y, finalmente el transecto de **4 m^2** para **herbáceas.**

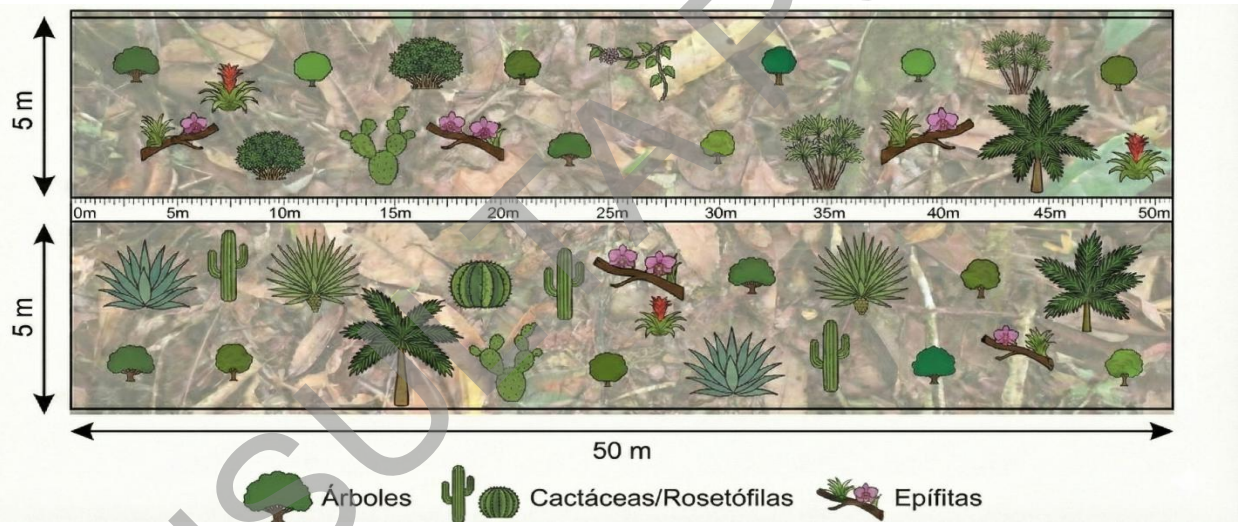


Figura III.39. Transectos para el levantamiento de datos de las formas de vida de árboles, cactáceas o rosetófilas, y enredaderas o epífitas. Elaboración propia.

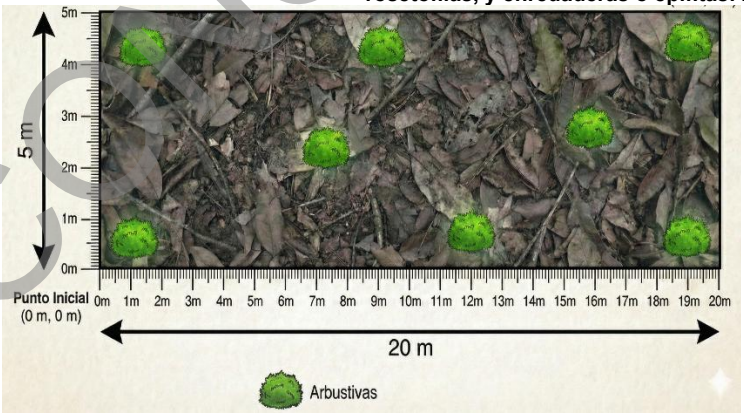


Figura III.40. Transectos para el levantamiento de datos de las formas de vida de arbustos. Elaboración propia.

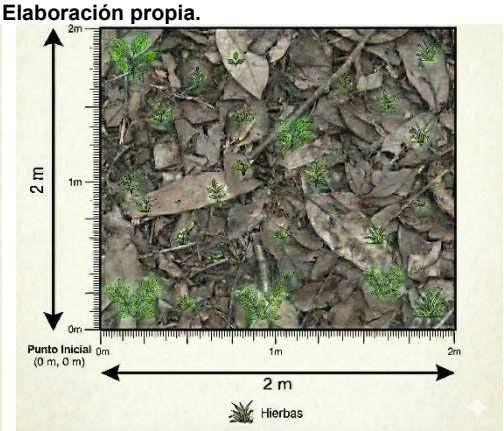


Figura III.41. Transectos para el levantamiento de datos de las formas hierbas. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

La toma de información de las comunidades vegetales que componen la RE del Proyecto se realizó utilizando el diseño de muestreo dirigido. Los sitios de muestreo se ubicaron de manera seleccionada y de manera que fueran representativos del tipo de vegetación dentro de la superficie del AP. Para cada sitio de muestreo, la vegetación fue dividida en cinco estratos, de acuerdo con sus dimensiones y hábitos de crecimiento de sus componentes, para agilizar el muestreo y posteriormente procesar los datos, con el objetivo de poder analizarlas por grupo. Las características de cada uno de estos grupos o formas de vida son las siguientes:



Arbórea: Se consideraron todos aquellos individuos que presentaron lignificación, son plantas leñosas con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo con varios tallos, que tengan una copa más o menos definida (DOF, 11/04/2022). Además de esto, se consideraron a los individuos de árboles que por su etapa de desarrollo no pueden ser consideradas como maderables y que tienen porte de renuevo.



Cactáceas y/o rosetófilas: Se considera aquellos individuos que presentan tallos suculentos, generalmente verdes, una tendencia a no presentar hojas, y tallos armados con espinas de diversas formas, tamaños y colores, así como plantas con hojas dispuestas en roseta. En este grupo se incluyen especies de la familia Cactaceae y Asparagaceae (Anderson, 2001; Nobel, 2002).



Arbustiva: Plantas leñosas perennes con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros, pero no alcanza los 5 metros a su madurez y sin un sólo vástago principal, ni una copa definida (DOF, 11/04/2022). Aquí también se consideran los individuos de especies que en su mayor estado de desarrollo son arbustivas pero que en el momento del levantamiento tienen porte bajo.



Enredaderas o epífitas: Se refiere a especies que germinan en suelo o sitios con sustrato (oquedades de árboles) que, al momento de desarrollarse, requieren un soporte orgánico o inorgánico para extenderse dentro del ecosistemas (Rzedowski & Rzedowski, 2005). Dichas especies pertenecen a las familias Convolvulaceae, Polygonaceae, Cucurbitaceae, Solanaceae, Celastraceae, Vitaceae, entre otras. Para las epífitas, se refiere a especies que germinan sobre algún soporte, generalmente orgánico, como árboles, palmiformes y arbustos, y allí completan su ciclo de vida. Entre ellas encontramos a especies de la familia Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae, entre otras.



Herbáceas: Se consideraron aquellos individuos que no presentaron lignificación (Rzedowski, 2006). Dentro de esta forma de vida se considerarán sólo las que por su descripción taxonómica son herbáceas.

CONSULTA PÚBLICA

Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo:

Para la caracterización de la vegetación dentro de la Región Ecológica (RE) y el Área del Proyecto (AP), se establecieron 30 transectos dentro de la RE conforme a lo siguiente: 12 para el Matorral Crasicaule (MC), 5 para el Mezquital Xerófilo (MKX), 5 para la Selva Baja Caducifolia (SBC) y 7 para el Bosque de Galería (BG). Para el Área del Proyecto (AP), se establecieron 27 transectos conforme a lo siguiente: 12 para el Matorral Crasicaule (MC), 5 para el Mezquital Xerófilo (MKX), 5 para la Selva Baja Caducifolia (SBC) y 5 para el Bosque de Galería (BG). A continuación, se presenta este reparto de los sitios de muestreo, así como sus coordenadas.

Tabla III.12. Síntesis de los sitios de muestreo establecidos. Elaboración propia.

Zona	Matorral Crasicaule (MC)	Mezquital Xerófilo (MKX)	Selva Baja Caducifolia (SBC)	Bosque de Galería (BG)	TOTAL
Región Ecológica (RE)	12	5	6	7	**30**
Área del Proyecto (AP)	12	5	5	5	**27**

Tabla III.12. Coordenadas de los sitios de muestreo del Matorral Crasicaule (MC) de la RE y AP en formato WGS84-UTM 32614. Elaboración propia.

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	**Vértice**	**Este X**	**Norte Y**	**Sitio**	**Vértice**	**Este X**	**Norte Y**
1	1	362610.7535	2297962.7513	1	1	362608.41250	2297873.79160
	2	362610.7535	2297912.7513		2	362608.41250	2297823.79160
	3	362600.7535	2297912.7513		3	362598.41250	2297823.79160
	4	362600.7535	2297962.7513		4	362598.41250	2297873.79160
2	1	375517.7151	2284331.6264	2	1	375513.03300	2284393.07890
	2	375517.7151	2284281.6264		2	375513.03300	2284343.07890
	3	375507.7151	2284281.6264		3	375503.03300	2284343.07890
	4	375507.7151	2284331.6264		4	375503.03300	2284393.07890
3	1	383904.8015	2282044.1328	3	1	384027.70640	2282022.77080
	2	383904.8015	2281994.1328		2	384027.70640	2281972.77080
	3	383894.8015	2281994.1328		3	384017.70640	2281972.77080
	4	383894.8015	2282044.1328		4	384017.70640	2282022.77080
4	1	385775.2965	2280071.8024	4	1	385733.74300	2280011.52050
	2	385775.2965	2280021.8024		2	385733.74300	2279961.52050
	3	385765.2965	2280021.8024		3	385723.74300	2279961.52050
	4	385765.2965	2280071.8024		4	385723.74300	2280011.52050
5	1	392578.3733	2269944.4416	5	1	392515.16510	2269943.27110
	2	392578.3733	2269894.4416		2	392515.16510	2269893.27110
	3	392568.3733	2269894.4416		3	392505.16510	2269893.27110
	4	392568.3733	2269944.4416		4	392505.16510	2269943.27110
6	1	393902.1771	2266886.5450	6	1	402756.06660	2260355.52120
	2	393902.1771	2266836.5450		2	402756.06660	2260305.52120
	3	393892.1771	2266836.5450		3	402746.06660	2260305.52120
	4	393892.1771	2266886.5450		4	402746.06660	2260355.52120
7	1	402732.6562	2260281.7782	7	1	405600.14370	2252427.57220
	2	402732.6562	2260231.7782		2	405600.14370	2252377.57220
	3	402722.6562	2260231.7782		3	405590.14370	2252377.57220
	4	402722.6562	2260281.7782		4	405590.14370	2252427.57220
8	1	407126.6319	2246006.0445	8	1	393964.42670	2266897.61550
	2	407126.6319	2245956.0445		2	393964.42670	2266847.61550
	3	407116.6319	2245956.0445		3	393954.42670	2266847.61550
	4	407116.6319	2246006.0445		4	393954.42670	2266897.61550
9	1	407547.0787	2244939.2354	9	1	405221.38980	2251870.23920
	2	407547.0787	2244889.2354		2	405221.38980	2251820.23920
	3	407537.0787	2244889.2354		3	405211.38980	2251820.23920
	4	407537.0787	2244939.2354		4	405211.38980	2251870.23920
10	1	407081.6805	2246088.0720	10	1	405212.25320	2250820.36000
	2	407081.6805	2246038.0720		2	405212.25320	2250770.36000
	3	407071.6805	2246038.0720		3	405202.25320	2250770.36000
	4	407071.6805	2246088.0720		4	405202.25320	2250820.36000
11	1	406529.9732	2248184.8589	11	1	405217.23680	2250262.19640
	2	406529.9732	2248134.8589		2	405217.23680	2250212.19640

CONSULTA PÚBLICA

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	Vértice	Este X	Norte Y	Sitio	Vértice	Este X	Norte Y
	3	406519.9732	2248134.8589		3	405207.23680	2250212.19640
	4	406519.9732	2248184.8589		4	405207.23680	2250262.19640
12	1	406282.3166	2248591.8828	12	1	405353.45530	2249886.76490
	2	406282.3166	2248541.8828		2	405353.45530	2249836.76490
	3	406272.3166	2248541.8828		3	405343.45530	2249836.76490
	4	406272.3166	2248591.8828		4	405343.45530	2249886.76490

Tabla III.12. Coordenadas de los sitios de muestreo de la Selva Baja Caducifolia (SBC) de la RE y AP en formato WGS84-UTM 32614. Elaboración propia.

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	Vértice	Este X	Norte Y	Sitio	Vértice	Este X	Norte Y
1	1	357603.2582	2299497.6965	1	1	357566.9720	2299438.5851
	2	357603.2582	2299447.6965		2	357566.9720	2299388.5851
	3	357593.2582	2299447.6965		3	357556.9720	2299388.5851
	4	357593.2582	2299497.6965		4	357556.9720	2299438.5851
2	1	359294.2730	2299168.5846	2	1	359296.0288	2299096.5974
	2	359294.2730	2299118.5846		2	359296.0288	2299046.5974
	3	359284.2730	2299118.5846		3	359286.0288	2299046.5974
	4	359284.2730	2299168.5846		4	359286.0288	2299096.5974
3	1	370590.5956	2288746.8374	3	1	370509.2443	2288746.8374
	2	370590.5956	2288696.8374		2	370509.2443	2288696.8374
	3	370580.5956	2288696.8374		3	370499.2443	2288696.8374
	4	370580.5956	2288746.8374		4	370499.2443	2288746.8374
4	1	397067.3272	2264406.6996	4	1	397011.7274	2264366.9018
	2	397067.3272	2264356.6996		2	397011.7274	2264316.9018
	3	397057.3272	2264356.6996		3	397001.7274	2264316.9018
	4	397057.3272	2264406.6996		4	397001.7274	2264366.9018
5	1	399151.5892	2263620.4345	5	1	397159.5743	2264428.3663
	2	399151.5892	2263570.4345		2	397159.5743	2264378.3663
	3	399141.5892	2263570.4345		3	397149.5743	2264378.3663
	4	399141.5892	2263620.4345		4	397149.5743	2264428.3663
				6	1	399078.2617	2263549.5908
					2	399078.2617	2263499.5908
					3	399068.2617	2263499.5908
					4	399068.2617	2263549.5908

Tabla III.12. Coordenadas de los sitios de muestreo del Bosque de Galería (BG) de la RE y AP en formato WGS84-UTM 32614. Elaboración propia.

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	Vértice	Este X	Norte Y	Sitio	Vértice	Este X	Norte Y
1	1	400017.0638	2262976.6058	1	1	399793.3612	2263063.7370
	2	400018.8732	2262966.7709		2	399796.9403	2263054.3995
	3	399969.6985	2262957.7240		3	399750.2523	2263036.5043
	4	399967.8891	2262967.5590		4	399746.6733	2263045.8419
2	1	399818.6112	2263101.3276	2	1	399714.9372	2263125.2479
	2	399817.8522	2263091.3565		2	399718.5163	2263115.9103
	3	399767.9964	2263095.1516		3	399671.8283	2263098.0152
	4	399768.7554	2263105.1227		4	399668.2493	2263107.3528
3	1	399919.1442	2263011.1938	3	1	399791.6540	2263313.6452
	2	399914.3867	2263002.3980		2	399795.2330	2263304.3076
	3	399870.4076	2263026.1854		3	399748.5451	2263286.4125
	4	399875.1651	2263034.9812		4	399744.9660	2263295.7501
4	1	399871.2598	2263038.4970	4	1	400231.2050	2263278.9703
	2	399866.9017	2263029.4966		2	400231.0977	2263268.9709
	3	399821.8999	2263051.2873		3	400181.1006	2263269.5074
	4	399826.2580	2263060.2877		4	400181.2079	2263279.5068
5	1	399964.6432	2262977.7327	5	1	399540.7334	2263249.0983
	2	399958.6611	2262969.7193		2	399544.3124	2263239.7607
	3	399918.5939	2262999.6295		3	399497.6245	2263221.8655
	4	399924.5760	2263007.6429		4	399494.0455	2263231.2031
				6	1	399892.4084	2263355.0930
					2	399895.9874	2263345.7554
					3	399849.2994	2263327.8602

CONSULTA PÚBLICA

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	Vértice	Este X	Norte Y	Sitio	Vértice	Este X	Norte Y
					4	399845.7204	2263337.1978
				7	1	400408.6851	2263347.7854
					2	400412.2642	2263338.4479
					3	400365.5762	2263320.5527
					4	400361.9972	2263329.8903

Tabla III.12. Coordenadas de los sitios de muestreo del Mezquital Xerófilo (MKX) de la RE y AP en formato WGS84-UTM 32614. Elaboración propia.

Área del Proyecto (AP)				Región Ecológica (RE)			
Sitio	Vértice	Este X	Norte Y	Sitio	Vértice	Este X	Norte Y
1	1	351248.8816	2306505.9470	1	1	351261.1721	2306423.6780
	2	351238.8816	2306505.9470		2	351261.1721	2306373.6780
	3	351238.8816	2306555.9470		3	351251.1721	2306373.6780
	4	351248.8816	2306555.9470		4	351251.1721	2306423.6780
2	1	402722.6562	2260231.7780	2	1	402756.0666	2260355.5210
	2	402722.6562	2260281.7780		2	402756.0666	2260305.5210
	3	402732.6562	2260281.7780		3	402746.0666	2260305.5210
	4	402732.6562	2260231.7780		4	402746.0666	2260355.5210
3	1	401101.2757	2262362.3270	3	1	399520.9320	2263706.2220
	2	401091.2757	2262362.3270		2	399520.9320	2263656.2220
	3	401091.2757	2262412.3270		3	399510.9320	2263656.2220
	4	401101.2757	2262412.3270		4	399510.9320	2263706.2220
4	1	402057.0810	2261002.0190	4	1	402128.1904	2261107.8040
	2	402057.0810	2261052.0190		2	402128.1904	2261057.8040
	3	402067.0810	2261052.0190		3	402118.1904	2261057.8040
	4	402067.0810	2261002.0190		4	402118.1904	2261107.8040
5	1	405894.9426	2257228.2370	5	1	405968.3586	2257279.0750
	2	405884.9426	2257228.2370		2	405968.3586	2257229.0750
	3	405884.9426	2257278.2370		3	405958.3586	2257229.0750
	4	405894.9426	2257278.2370		4	405958.3586	2257279.0750

Las coordenadas de los muestreos biológicos pueden consultarse dentro de la ruta *Anexos> ANX.4. Soportes biodiversidad> a) Flora y vegetación> a.2) Vectores> AP y RE.*

CONSULTA PÚBLICA



Toma de coordenadas


Captura de información dasométrica


Marcaje de arbolado


Medición de variables dasométricas

Figura III.42. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia.

COPIA SUPERCA



Medición de variables dasométricas



Marcaje de arbolado



Delimitación de sitios de muestreo



Toma de coordenadas

Figura III.43. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia.

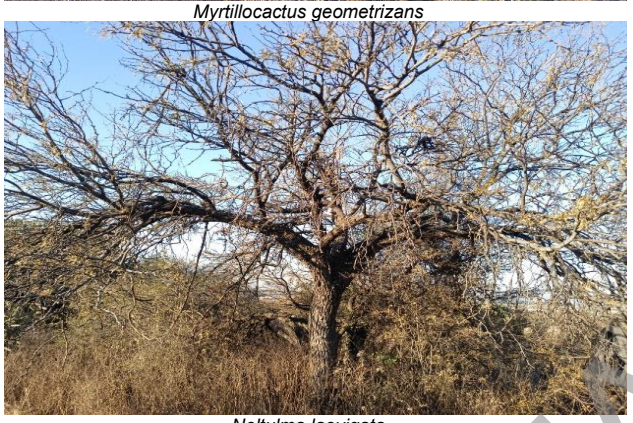
CONSULTA PÚBLICA



Myrtillocactus geometrizans



Cylindropuntia imbricata



Neltulma laevigata



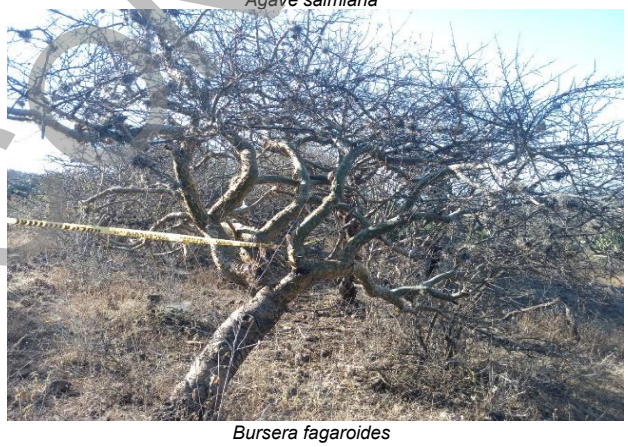
Ferocactus latispinus



Agave salmiana



Mammillaria magnimmama

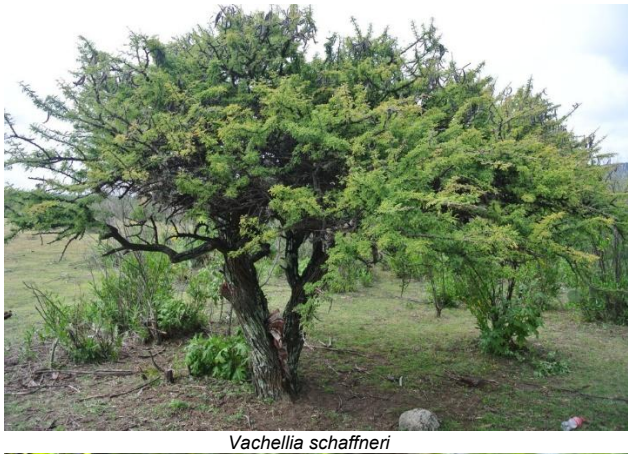


Bursera fagaroides



Croton ciliatoglandulifer

Figura III.44. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia.



Vachellia schaffneri



Opuntia tomentosa



Forestiera phillyreoides



Gonolobus grandiflorus



Karwinskia humboltiana



Argemone ochroleuca



Tillandsia recurvata



Asclepias linaria

Figura III.45. Actividades de muestreo de flora y vegetación. Elaboración propia.

CONFIDENCIAL

c) Análisis para la confiabilidad estadística

c.1) Análisis no paramétrico - Curva de Acumulación de Especies (CAE)

A continuación, se presentan los modelos se utilizan cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado, y en donde una representativa superior al 80% indica una buena eficiencia del muestreo. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de especies, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. et al., (2004).

- Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS).

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

- Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS).

Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

- Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS).

Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

- **Región Ecológica (RE)**

Se presentan los valores resultantes de la CAE de los 5 estratos analizados dentro de los tipos de vegetación analizados, destacando que todos presentan una representatividad arriba del 80 %, por lo indica la literatura para considerar **CONFIABLE** el muestreo.

Tabla III.42. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE). Elaboración propia.

Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Riqueza (S)	Chao 1 Mean	% de registro	Chao 2 Mean	% de registro	Bootstrap Mean	% de registro	Promedio
Árboles	MC	12	12	100	12.46	96.31	12.93	92.81	**96.37**
	MXK	5	5.99	83.47	9.80	51.02	6.31	79.24	**71.24**
	SBC	6	6	100	6	100	6.03	98.36	**99.45**
	BG	8	8	100	8.43	94.9	8.8	90.91	**95.27**
Arbustos	MC	15	15	100	15.46	97.02	15.93	94.16	**97.06**
	MXK	7	7.00	100	8.20	85.37	8.23	85.05	**90.14**
	SBC	8	8	100	8	100	8.12	98.52	**99.51**
	BG	4	4	100	4	100	4.44	90.09	**96.7**
Hierbas	MC	13	13	100	13.92	93.39	13.50	96.30	**93.19**
	MXK	4	4.00	100	8.80	45.45	5.31	75.33	**73.59**
	SBC	11	11	100	11.83	92.98	11.88	92.59	**95.07**
	BG	11	11	100	11	100	11.91	92.36	**97.32**
Enredaderas o epífitas	MC	7	7	100	7	100	7.38	94.85	**98.28**
	MXK	**2**	**2.00**	**100**	**2.40**	**83.33**	**2.41**	**82.99**	**88.77**
	SBC	3	3	100	3	100	3.02	99.34	**99.78**
	BG	2	2	100	2	100	2	100	**100**
Cactáceas y/o Rosetófilas	MC	17	17	100	17.18	98.95	18.29	92.95	**97.30**
	MXK	10	10.00	100	10.06	99.40	10.88	91.91	**96.96**
	SBC	7	7	100	7.83	89.40	7.67	91.26	**93.55**
	BG	1	-	-	-	-	-	-	**-**

CONSULTA PÚBLICA

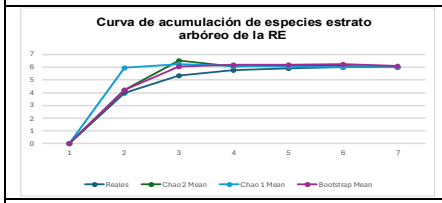
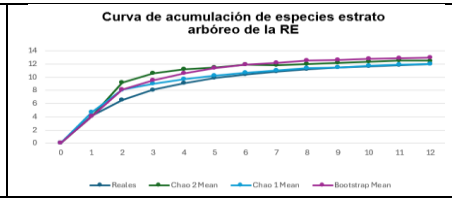
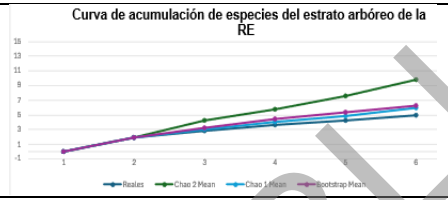
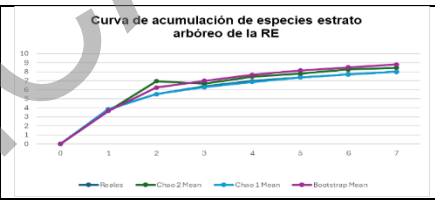
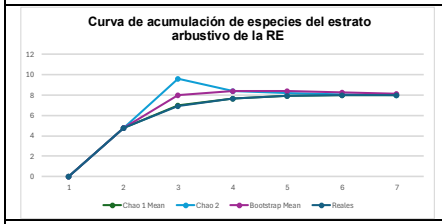
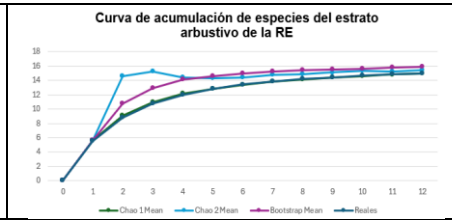
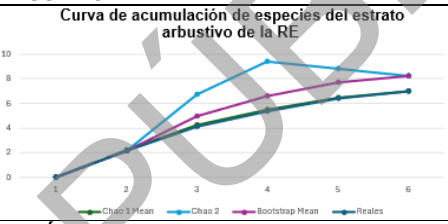
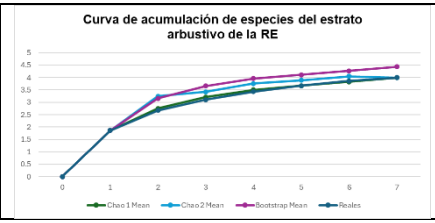
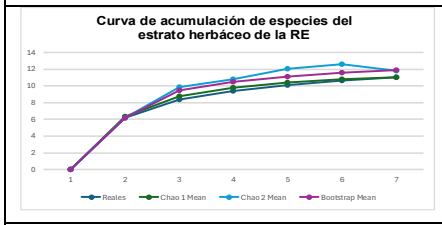
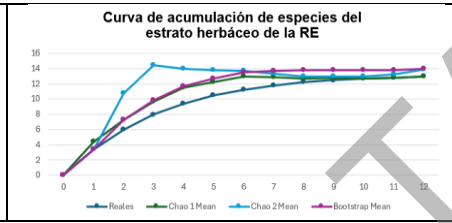
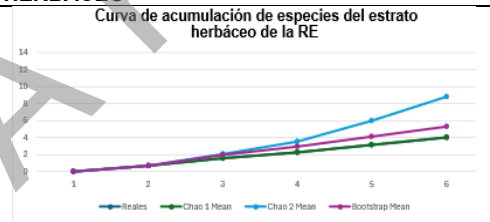
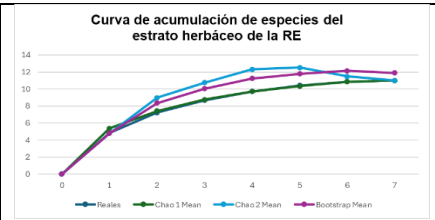
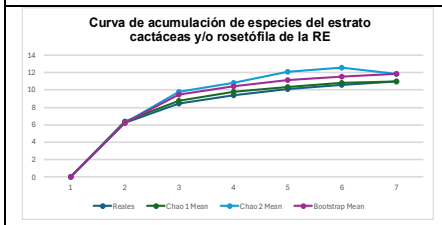
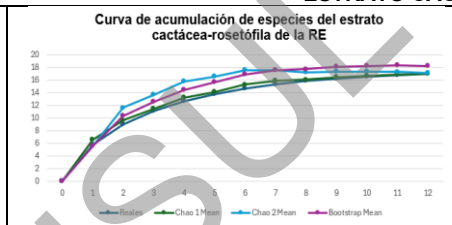
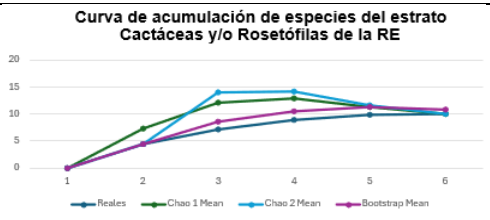
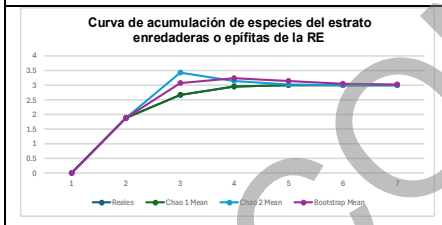
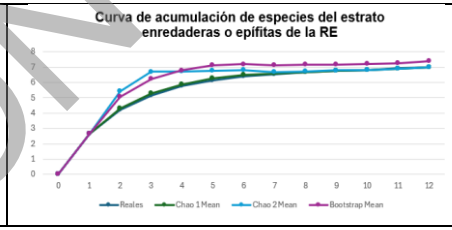
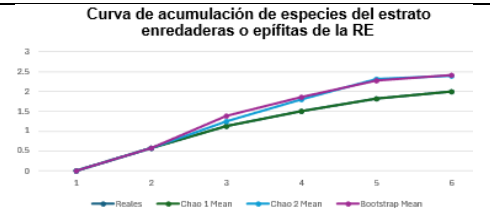
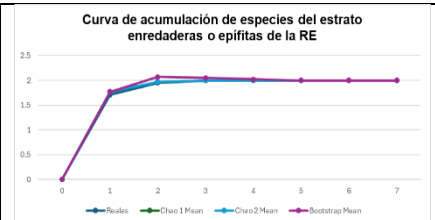
Región Ecológica (RE)			
Selva Baja Caducifolia (SBC)	**Matorral Crasicaule (MC)**	**Mezquital Xerófilo (MKX)**	**Bosque de Galerías (BG)**
ESTRATO ARBÓREO			
			
ESTRATO ARBUSTIVO			
			
ESTRATO HERBÁCEO			
			
ESTRATO CACTÁCEAE-ROSETÓFILA			
			No hubo curva de acumulación debido a que solo hay 1 especie registrada
ESTRATO ENREDADERAS O EPÍFITAS			
			

Figura III.46. CAE por estrato y tipo de vegetación de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

- **Área del Proyecto (AP)**

Se presentan los valores resultantes de la CAE de los 5 estratos analizados dentro de los tipos de vegetación analizados, destacando que todos presentan una representatividad arriba del 80 %, por lo indica la literatura para considerar **CONFIABLE** el muestreo.

Tabla III.43. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE). Elaboración propia.

Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Riquza (S)	Chao 1 Mean	% de registro	Chao 2 Mean	% de registro	Bootstrap Mean	% de registro	Promedio
Árboles	MC	9	9	100	9	100	9.48	94.94	**98.31**
	MKX	5	5.00	100	5.20	96.15	5.49	91.07	**95.74**
	SBC	3	3	100	3	100	3.16	94.94	**98.31**
	BG	8	8	100	9.2	86.96	9.07	88.2	**91.72**
Arbustos	MC	13	13	100	13.23	98.26	14.12	92.07	**96.65**
	MKX	6	6.00	100	6.13	97.88	6.58	91.19	**96.21**
	SBC	7	7	100	7	100	7.09	98.73	**99.57**
	BG	3	3	100	3	100	3.35	89.55	**96.26**
Hierbas	MC	13	13	100	13.18	98.63	14.27	91.10	**96.58**
	MKX	7	7.97	87.83	17.00	41.18	8.73	80.18	**69.73**
	SBC	4	4	100	4	100	4.16	96.15	**98.72**
	BG	9	9	100	9	100	9.51	94.64	**98.21**
Enredaderas o epífitas	MC	6	6	100	6	100	6.19	96.93	**98.98**
	MXK	**3**	**3**	**100**	**3.80**	**78.95**	**3.67**	**81.74**	**86.90**
	SBC	3	3	100	3	100	3.01	99.67	**99.89**
	BG	1	-	-	-	-	-	-	**-**
Cactáceas y/o Rosetófilas	MC	18	18	100	19.91	90.41	20.48	87.89	**92.77**
	MKX	**3**	**3**	**100**	**3.80**	**78.95**	**3.67**	**81.74**	**86.90**
	SBC	3	3	100	3	100	3	100	**100.00**
	BG	1	-	-	-	-	-	-	**-**

CONSULTA PÚBLICA

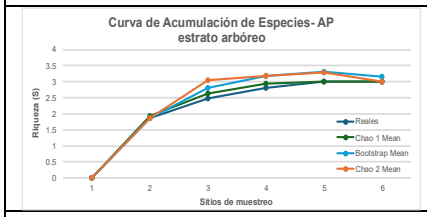
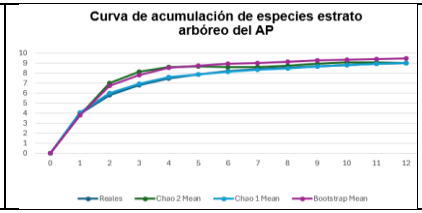
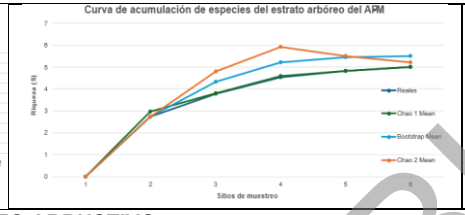
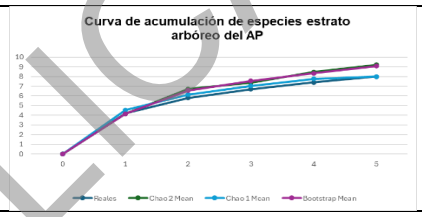
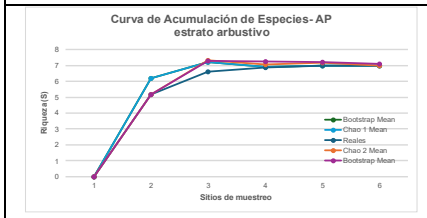
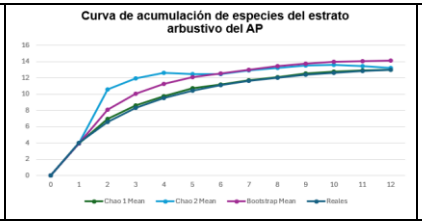
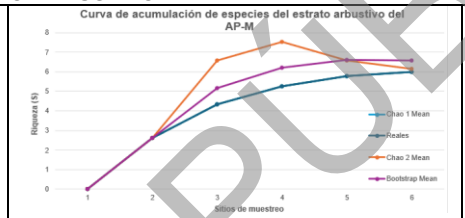
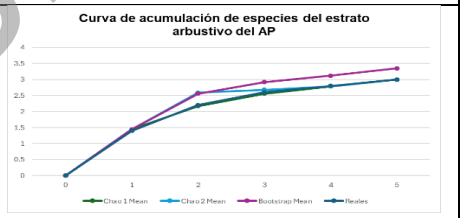
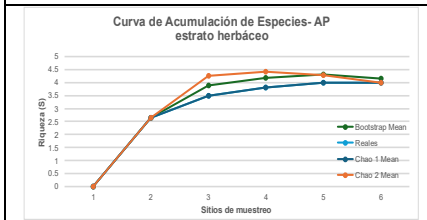
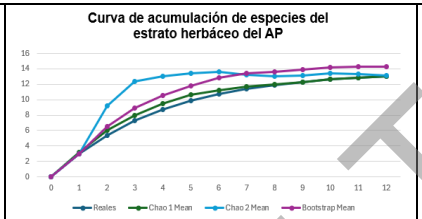
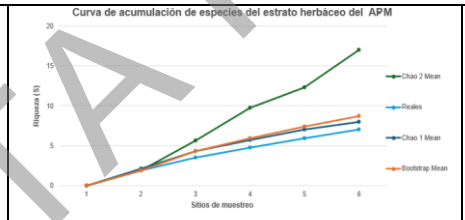
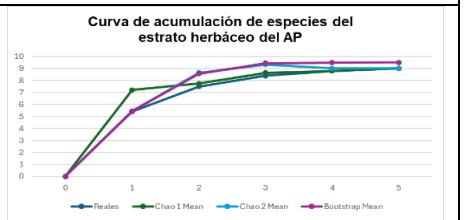
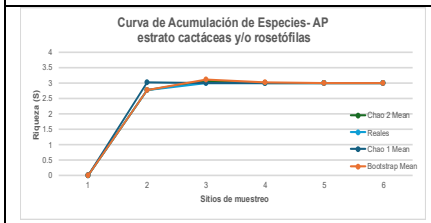
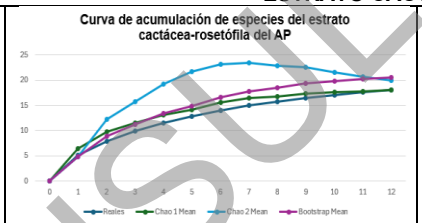
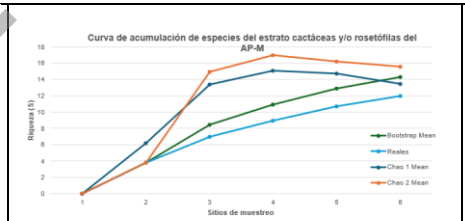
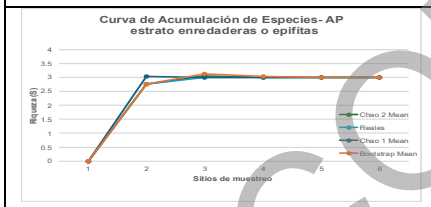
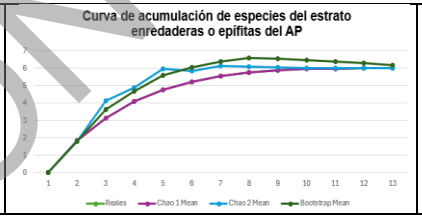
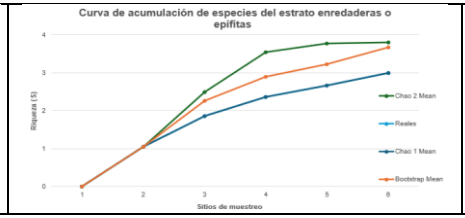
Área del Proyecto (AP)			
Selva Baja Caducifolia (SBC)	**Matorral Crasicaule (MC)**	**Mezquital Xerófilo (MKX)**	**Bosque de Galerías (BG)**
ESTRATO ARBÓREO			
			
ESTRATO ARBUSTIVO			
			
ESTRATO HERBÁCEO			
			
ESTRATO CACTÁCEA-ROSETÓFILA			
			No hubo curva de acumulación debido a que solo hay 1 especie registrada
ESTRATO ENREDADERAS O EPÍFITAS			
			No hubo curva de acumulación debido a que solo hay 1 especie registrada

Figura III.47. CAE por estrato y tipo de vegetación del AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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

d.1) Caracterización mediante en análisis de la flora potencial

Descripción generada a través de los registros históricos del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (CONABIO) del periodo comprendido entre 1927 y 2023 (96 años de registros históricos), con la finalidad de obtener un listado de la flora presente dentro de la RE y AP. Asimismo, se realizó un conteo de puntos de registros de especies de a través de polígonos hexagonales de dimensiones fijas, con un alto y un ancho de 2 kilómetros.

d.2) Caracterización mediante los sitios de muestreo biológicos

Empleando la información recopilada en campo, se procedió con el análisis dentro del **AP** y **RE**, como por estrato identificado en campo. Para ello, se realizó una descripción a nivel comunidad, florística, dasometría, diversidad e importancia ecológica.

d.3) Descripción florística

Para este análisis, se agruparon a las especies tanto por familia botánica como por género para identificar la riqueza de especies de manera general y a nivel de estrato, desarrollando una descripción puntual por niveles de distribución vertical. Además, se analizarán los grados de riesgo de las especies contrastando con la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y Cites, así como su distribución y nivel de endemismo de acuerdo con Enciclovida conforme a los siguiente:

- **Categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**



Sujeta a protección especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.



Amenazada (A): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.



En peligro de extinción (P): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

CONSULTA PÚBLICA

- **Categorías de riesgo de la Lista Roja de la Unión Internación para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)**



Datos insuficientes (DD): Un taxón se incluye en DD cuando no hay información adecuada para caer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución.



Preocupación menor (LC): Un taxón se considera en LC cuando, habiendo sido evaluado, no cumple con ninguno de los criterios que definen las categorías siguientes.



Casi amenazado (NT): Un taxón está NT cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente con criterios superiores, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.



Vulnerable (VU): Un taxón es VU cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción alto en estado silvestre.



En peligro (EN): Un taxón está en EN cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción muy alto en estado silvestre.



En peligro crítico (CR): Un taxón está en CR cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para en CR y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado silvestre.

- **Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)**



Apéndice I: se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En estos casos excepcionales, puede realizarse la transacción comercial siempre y cuando se autorice mediante la concesión de un permiso de importación y un permiso de exportación (o certificado de reexportación). Además, en el Artículo VII de la Convención se prevén excepciones y otras disposiciones al respecto.

CONSULTA PÚBLICA

Apéndice II: se incluyen las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación. En el marco de la CITES no es preciso contar con un permiso de importación para esas especies (pese a que en algunos países que imponen medidas más estrictas que las exigidas por la CITES se necesita un permiso).

Apéndice III: se incluyen a las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

d.4) Descripción de la biodiversidad

Para la descripción de este aparatado, se realizó una descripción tanto a nivel riqueza como en su diversidad.

- **Riqueza (S)**

Se define como riqueza al número de especies presentes en un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes dentro de los muestreos realizados a largo de las actividades de caracterización forestal.

- **Diversidad**

La diversidad de especies en cada sitio de muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H’) base logaritmo natural y el índice de dominancia de Simpson (ʎ), por considerar que son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente, se evaluó el índice de equitatividad de Pielou (J´) para comparar la diversidad calculada con el índice de H´ y la máxima diversidad que puede albergar el área de estudio (Krebs, 1985; Meave *et al.,* 1992; Catalan-Heverástico *et al*., 2003, Halffter *et al,* 2007).

Índice de Shannon-Wiener (H’)

Este índice se representa como H’ y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más:

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

CONSULTA PÚBLICA

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra

Índice de equitatividad de Pielou (J´)

Este índice permite compara la diversidad esperada con la calculada y determinar un valor que indica la relación que existe entre la intensidad del muestreo y lo que el indicador puntualiza (Magurran, 1988; Peet, 1974).

$$J´= H´/H´max$$

Dónde:

H´= índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H´max = diversidad máxima esperada.

Serie de números de Hill

Donde la derivación de esta ecuación genera diferentes órdenes denominados q. Los tres primeros órdenes (q= 0 ó 1 ó 2) coinciden con las tres medidas más importantes de diversidad; en particular, si q = 0, entonces q0 = S (número total de especie).

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de

individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

q0= riqueza registrada en campo.

q1 = número de especies abundantes o comunes (eH’) (H’ es el Índice de Shannon-Weiner).

q2 = número de especies muy abundantes o dominantes = 1/λ (para λ ver el índice de Simpson).

A medida que aumenta el número de especies, las especies más raras tienen menos peso en la muestra y se obtienen valores más bajos de q1 y q2.

CONSULTA PÚBLICA

e) Resultados

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

El Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) es una plataforma que compila, organiza y distribuye información sobre la biodiversidad y los recursos biológicos de México. Es a través de las bases de datos proporcionadas por los proyectos apoyados por la CONABIO, así como de los registros realizados en plataformas como INaturalist que esta plataforma ofrece un inventario nacional de registro de especies pertenecientes a diferentes grupos biológicos.

Es así como mediante la recopilación de los registros de especies vegetales extraídos del Geoportal del SNIB, se obtuvieron y procesaron un total de **7,861 registros** para la Región Ecológica (RE), pertenecientes a un total de **1,388 especies potenciales de flora**.

Los datos de registros obtenidos fueron procesados en el Sistema de Información Geográfica (SIG) denominado como QGIS 3.40.4, en el cual a través de la herramienta de geoproceso denominada como “corte”, se delimitaron los registros puntuales de las especies de flora al área de la Región Ecológica (RE), para posteriormente tras generar una cuadricula de hexágonos con dimensiones fijas de 2.5 kilómetros de alto y ancho dentro de la RE, realizar un conteo de los registros que inciden en cada hexágono que conforma la cuadrícula y de esa manera generar un gradiente que refleje las zonas donde se concentra la riqueza y la abundancia (según el caso) de las especies en la RE.

Para ello, se establecieron rangos de acuerdo con el número máximo y mínimo de especies (en el caso de riqueza) o individuos (en el caso de abundancia) acumulados en los polígonos hexagonales distribuidos en la Región Ecológica, de tal modo que se creó un gradiente conforme el número de especies contenidas en cada uno de estos polígonos.

Como parte de la caracterización del componente flora, estos resultados se consideran suficientes puesto que permiten analizar la riqueza dentro de este RE a través del **periodo comprendido entre 1907 y 2024 (117 años de registros históricos)**, lo cual ofrece un análisis más detallado sobre la riqueza que se pudiera registrar a través de muestreos en campo, además de que se trata de registros depurados y con una identificación con valides por la comunidad científica. Es por ello por lo que se concluye que esta información es válida para este componente.

CONSULTA PÚBLICA

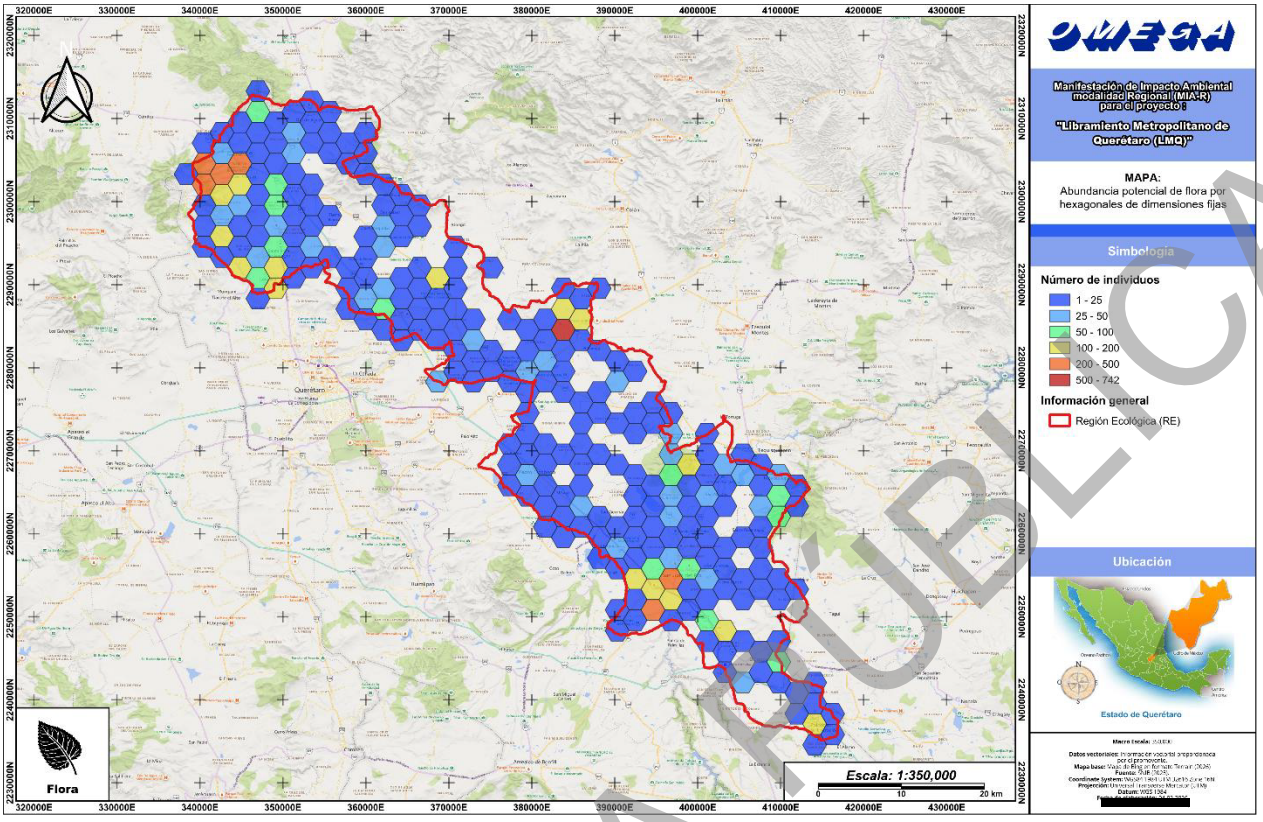


Figura III.48. Registro de abundancias de flora por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

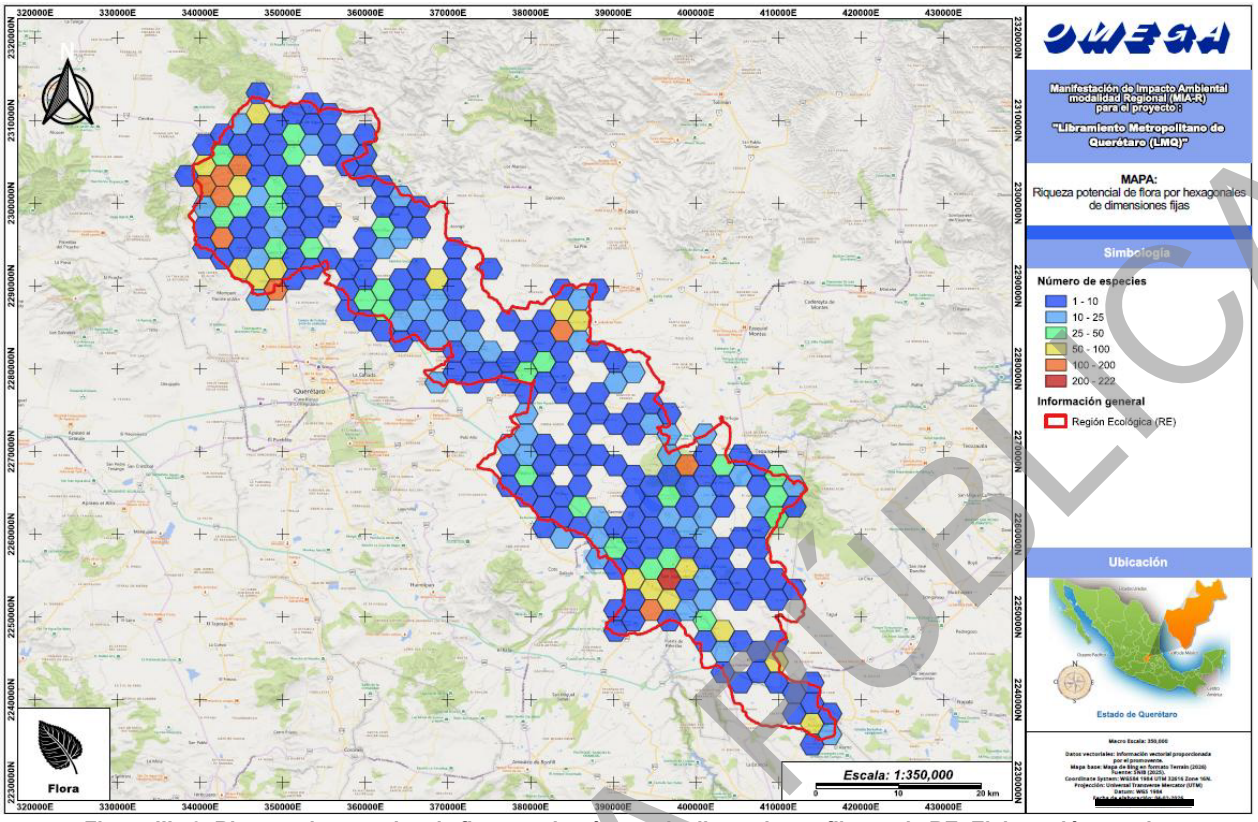


Figura III.49. Riqueza de especies de flora por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

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 III.44 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

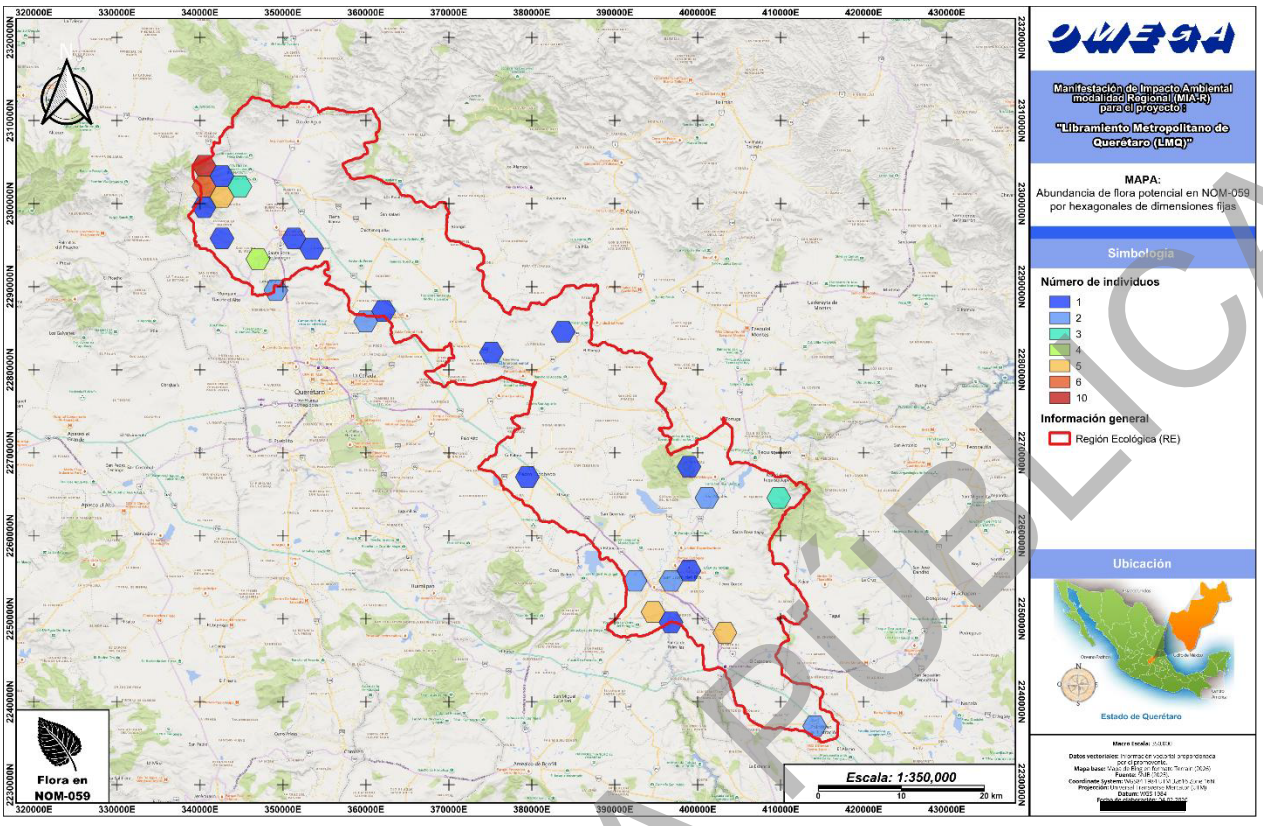


Figura III.50. Distribución de individuos de flora bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III.

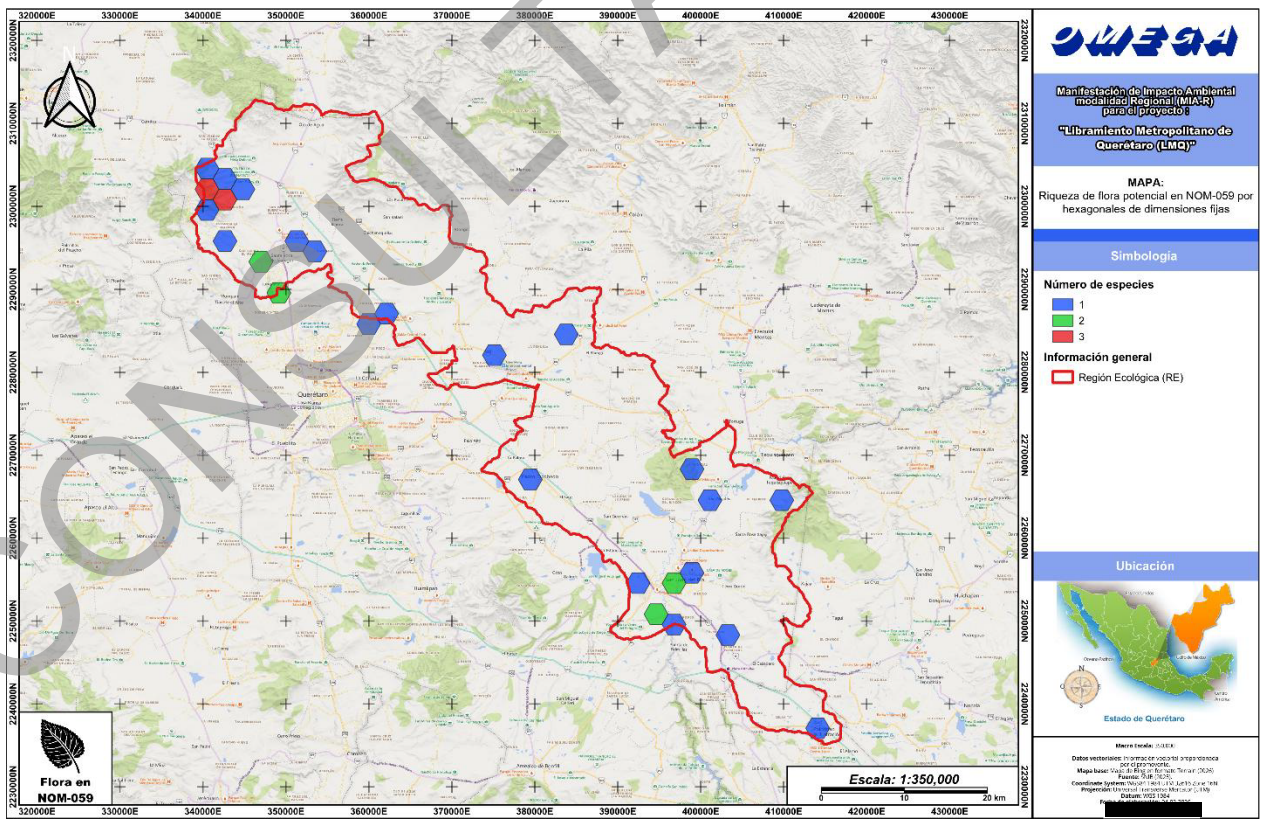


Figura III. 51. Riqueza de flora potencial bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

e.2) Resultados a través de los muestreos biológicos

A continuación, se presentan los resultados de los muestreos biológicos de flora y vegetación tanto dentro de la Región Ecológica (RE) como del Área del Proyecto (AP), así como por cada uno de los tipos de vegetación que se identificaron dentro del AP y que serán susceptibles para su evaluación para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

- **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 es arbustos y 7 cactáceas y/o rosetófilas
- **Para el AP:** 3 especies de árboles, 4 de hierbas, 3 de enredaderas o epífitas, 7 de arbustos y 3 cactáceas y/o rosetófilas.

Tabla III.45. Riqueza de especies de la SBC dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Riqueza (S) RE	Riqueza (S) AP
Arbóreo	6	3
Arbustivo	8	7
Herbáceo	11	4
Enredaderas o epífitas	3	3
Cactáceas y/o Rosetófilas	7	3
TOTAL	**35**	**20**



Figura III.52. Riqueza de la SBC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso de las abundancias, dentro de la RE se registraron 909 individuos y en el AP sólo 522 individuos. Dentro de la RE el estrato con mayor cantidad de individuos fue el arbustivo con 292, seguido del estrato herbáceo con 231, enredaderas o epífitas, cactáceas y/o rosetófilas con 167 y 123 individuos respectivamente, por último, el estrato de árboles con 96 individuos. En lo que respecta al AP el estrato de arbustivo fue el que presenta la mayor cantidad de individuos con 150, seguido del estrato herbáceo, enredaderas o epifitas y cactáceas y/o rosetófilas con 130, 105 y 82 individuos, el estrato con menor cantidad de individuos fue el arbóreo con 55 individuos.

Tabla III.46. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Abundancia RE	Densidad por hectárea (Nha^{-1})	Abundancia RE %	Abundancia AP	Densidad por hectárea (Nha^{-1})	Abundancia AP %
Arbóreo	96	322	10.56	55	220	9.136
Arbustivo	292	4,869	32.12	150	3,000	24.917
Herbáceo	231	96,254	25.41	130	105,000	34.884
Enredaderas o epífitas	167	557	18.37	105	420	17.442
Cactáceas y/o Rosetófilas	123	411	13.53	82	328	13.621

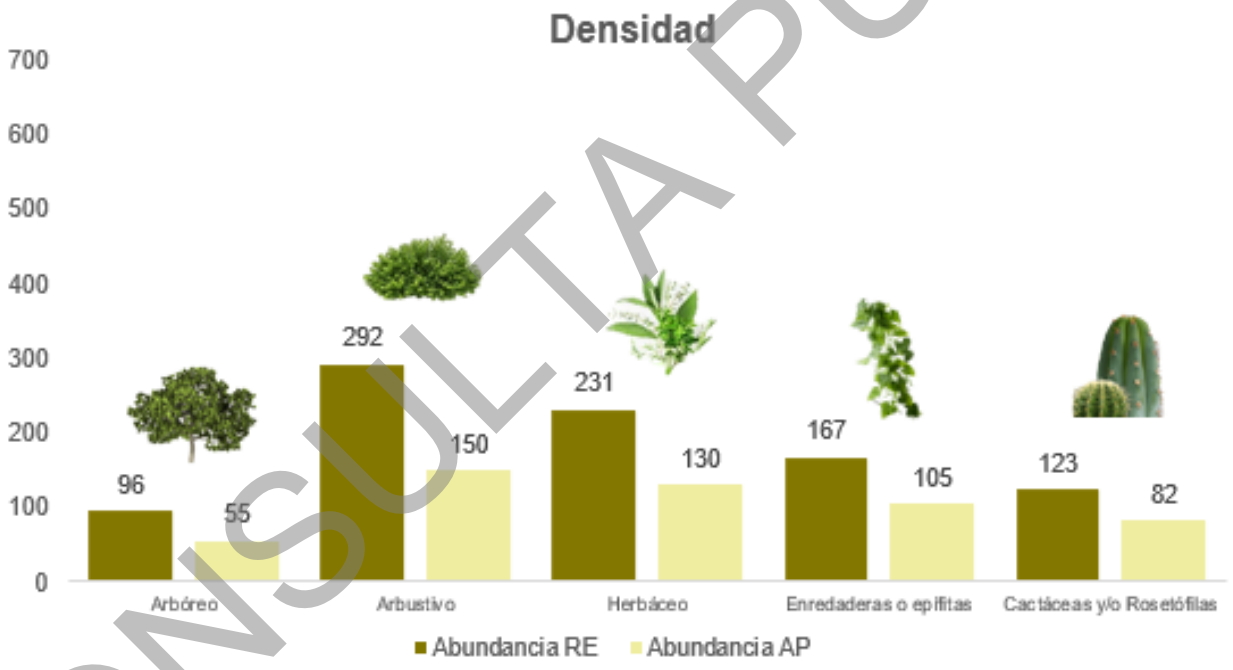


Figura III.53. Abundancias de la SBC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las abundancias y densidades calculadas por especie en sus diferentes estratos.

CONSULTA PÚBLICA

- **Región Ecológica (RE)**

Especies abundantes y características del estrato:

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

Tabla III.47. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Ipomoea murucoides	Cazahuate Blanco	8	27
Ligustrum lucidum	Trueno Chino	3	10
Neltuma laevigata	Mezquite Blanco	31	104
Schinus molle	Pirul	3	10
Vachellia farnesiana	Huizache	44	147
Vachellia schaffneri	Huizache Negro	7	24
Total		**96**	**322**

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.

Tabla III.48. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Brickellia veronicifolia	Peistó	42	700
Dodonaea viscosa	Chapulixtle	81	1350
Flourensia resinosa	Flourensia	23	384
Jatropha dioica	Sangre de Drago	11	184
Karwinskia humboldtiana	Tullidora	69	1150
Nicotiana glauca	Tabaquillo	42	700
Senecio cinerarioides	Jarilla	5	84
Zaluzania augusta	Hierba blanca	19	317
Totales		**292**	**4869**

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

Tabla III.49. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (RE)	Densidad por hectárea
Bouteloua gracilis	Navajita	30	12500
Cenchrus setaceus	Zacate Africano	17	7084
Croton capitatus	Croton	15	6250
Erigeron bonariensis	Hierba Carnicera	1	417
Leonotis nepetifolia	Bola del Rey	20	8334
Melinis repens	Pasto Africano Rosado	28	11667
Muhlenbergia lindheimeri	Pasto amacollado	52	21667
Reseda luteola	Acelguilla Euroasiática	5	2084
Setaria parviflora	Zacate sedoso	55	22917
Sonchus oleraceus	Achicoria Europea	3	1250
Tithonia tubaeformis	Gigantón	5	2084
Total		**231**	**96254**

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

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.50. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas y epífitas dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Tillandsia recurvata	Paixtle	96	320
Ipomoea purpurea	Campanilla morada	27	90
Cologania angustifolia	Longleaf cologania	44	147
Total		**167**	**557**

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}.

Tabla III.51. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas y/o rosetófilas dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Agave americana	Maguey Blanco	3	10
Cylindropuntia imbricata	Cardenche	9	30
Mammillaria rhodantha	Biznaga de Flores Rosadas	3	10
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	23	77
Opuntia robusta	Nopal camueso	13	44
Opuntia streptacantha	Nopal	51	170
Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo	21	70
Total		**123**	**411**

- **Área del Proyecto (AP)**

Especies abundantes y características del estrato:

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

Tabla III.52. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro de la SBC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Ipomoea murucoides	Cazahuate Blanco	3	12
Neltuma laevigata	Mezquite Blanco	10	40
Vachellia farnesiana	Huizache	42	168
Total		**55**	**220**

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

Tabla III.53. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro de la SBC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Brickellia veronicifolia	Peistó	14	280
Dodonaea viscosa	Chapulixtle	21	420
Flourensia resinosa	Flourensia	25	500
Karwinskia humboldtiana	Tullidora	50	1000
Nicotiana glauca	Tabaquillo	20	400
Senecio cinerarioides	Jarilla	3	60
Zaluzania augusta	Hierba blanca	17	340
Totales		**150**	**3000**

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla III.54. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro de la SBC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta (AP)	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Cenchrus setaceus	Zacate Africano	5	2500
Croton capitatus	Croton	24	12000
Muhlenbergia lindheimeri	Pasto amacollado	6	3000
Setaria parviflora	Zacate sedoso	95	47500
Total		**130**	**65000**

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

Tabla III.55. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas y epífitas dentro de la SBC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Tillandsia recurvata	Paixtle	33	132
Ipomoea purpurea	Campanilla morada	18	72
Cologania angustifolia	Longleaf cologania	54	216
Total		**105**	**420**

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}.

Tabla III.56. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas y/o rosetófilas dentro de la SBC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Myrtillocactus geometrizans	Garambullo	10	40
Opuntia streptacantha	Nopal	61	244
Opuntia tomentosa	Nopal chamacuelo	11	44
Total		**82**	**328**

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

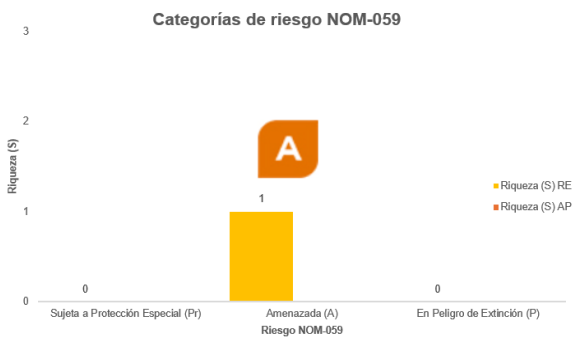


Figura III.54. NOM-059 de las especies registradas mediante los muestreos en laSBC en la RE y el AP. Elaboración propia.

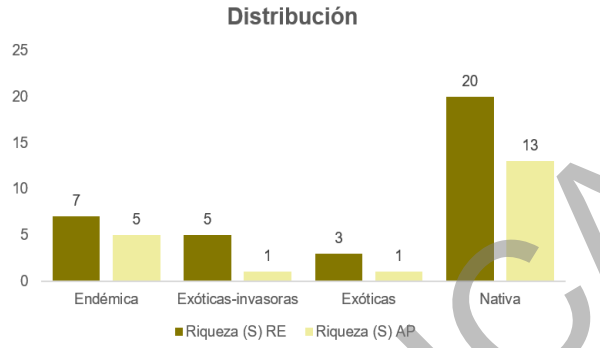


Figura III.55. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos en la SBC en la RE y el AP. Elaboración propia.

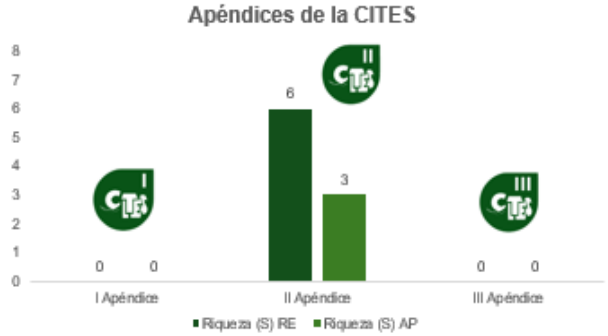


Figura III.56. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES en la SBC de la RE y el AP. Elaboración propia.



Figura III.57. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la SBC de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.57. 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 registras, 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

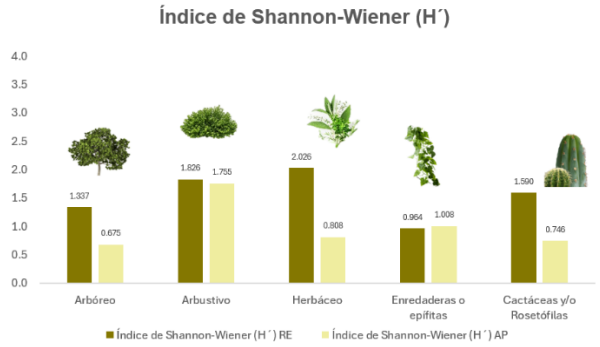


Figura III.58. Índice de Shannon-Wiener (H´) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia.

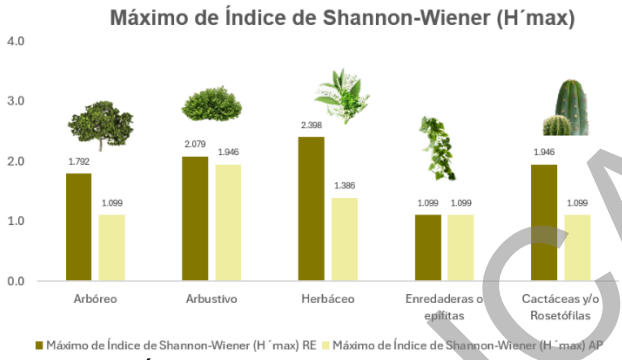


Figura III.59. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia.

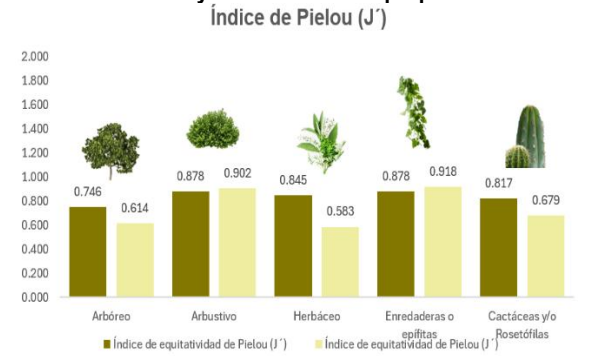


Figura III.60. Índice de Pielou (J´) del SBC de la RE y AP. Elaboración propia.

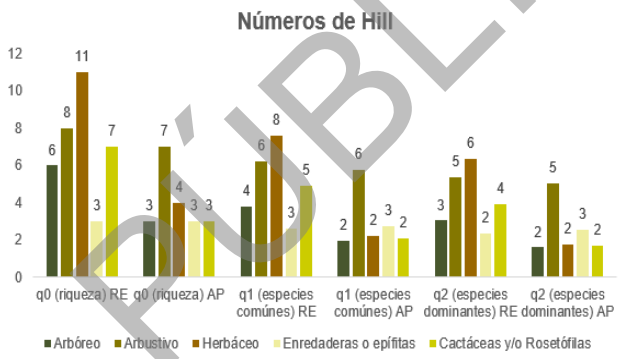


Figura III.61. Serie de Números de Hill del SBC de la RE y AP. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

- **Matorral Crasicuale (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 registró 9 especies arbóreas, 13 arbustivas, 18 cactáceas y/o rosetófilas, 6 enredaderas o epífitas y 13 especies herbáceas.

Tabla III.58. Riqueza de especies de MC dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Riqueza (S) RE	Riqueza (S) AP
Arbóreo	12	9
Arbustivo	15	13
Cactácea-Rosetófila	18	18
Enredaderas o epífitas	6	6
Herbáceo	14	13
TOTAL	**65**	**59**

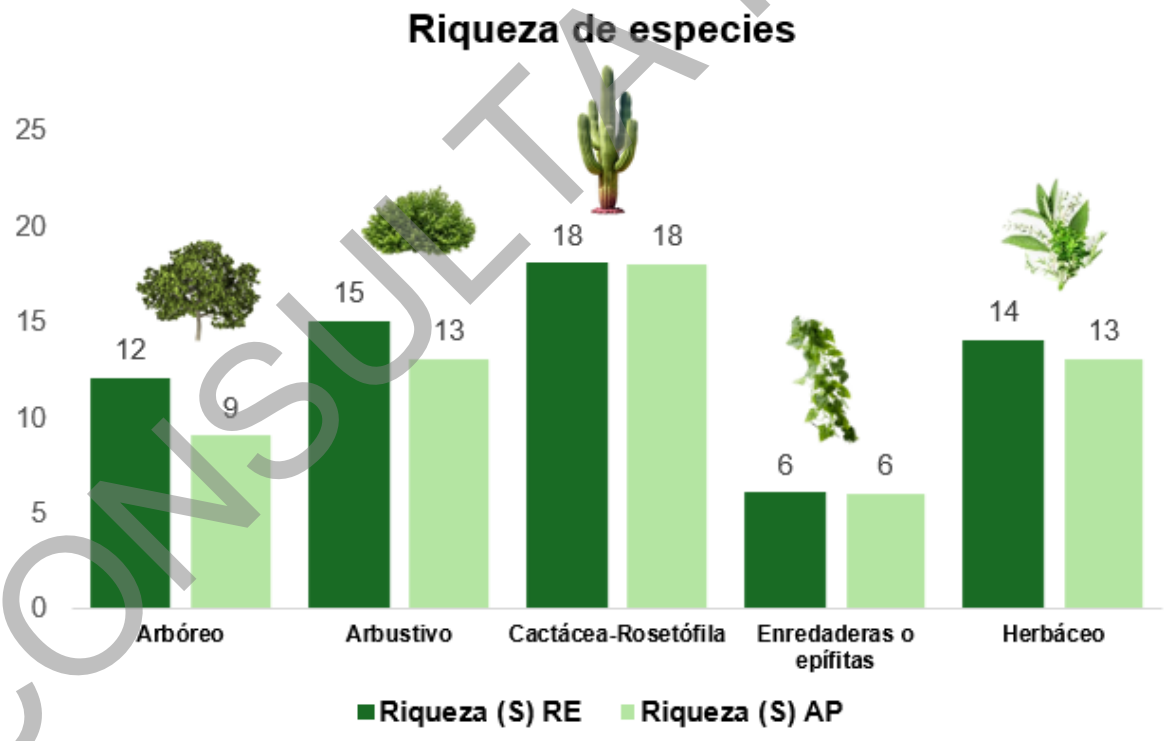


Figura III.62. Riqueza del MC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

En cuanto a la abundancia total de individuos, en la Región Ecológica (RE) se registraron 2,396 individuos, mientras que en el Área del Proyecto (AP) se contabilizaron 2,094 individuos.

En la RE, el estrato con mayor abundancia fue el de enredaderas y epífitas, con 898 individuos, seguido del estrato arbóreo (619 individuos), el arbustivo (528 individuos) y el de cactáceas–rosetófilas (267 individuos). El estrato herbáceo presentó la menor abundancia, con 84 individuos registrados. Por su parte, en el AP el estrato arbóreo fue el más abundante, con 705 individuos, seguido del estrato de enredaderas y epífitas (560 individuos), el arbustivo (436 individuos) y el de cactáceas–rosetófilas (320 individuos). Al igual que en la RE, el estrato herbáceo fue el menos representado, con 73 individuos.

Tabla III.59. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo de la vegetación MC en la RE y AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Abundancia RE	Abundancia RE %	Abundancia AP	Abundancia AP %
Arbóreo	619	25.835	705	33.668
Arbustivo	528	22.037	436	20.821
Cactácea-Rosetófila	267	11.144	320	15.282
Enredaderas o epífitas	898	37.479	560	26.743
Herbáceo	84	3.506	73	3.486
TOTAL	**2396**	**100**	**2094**	**100**

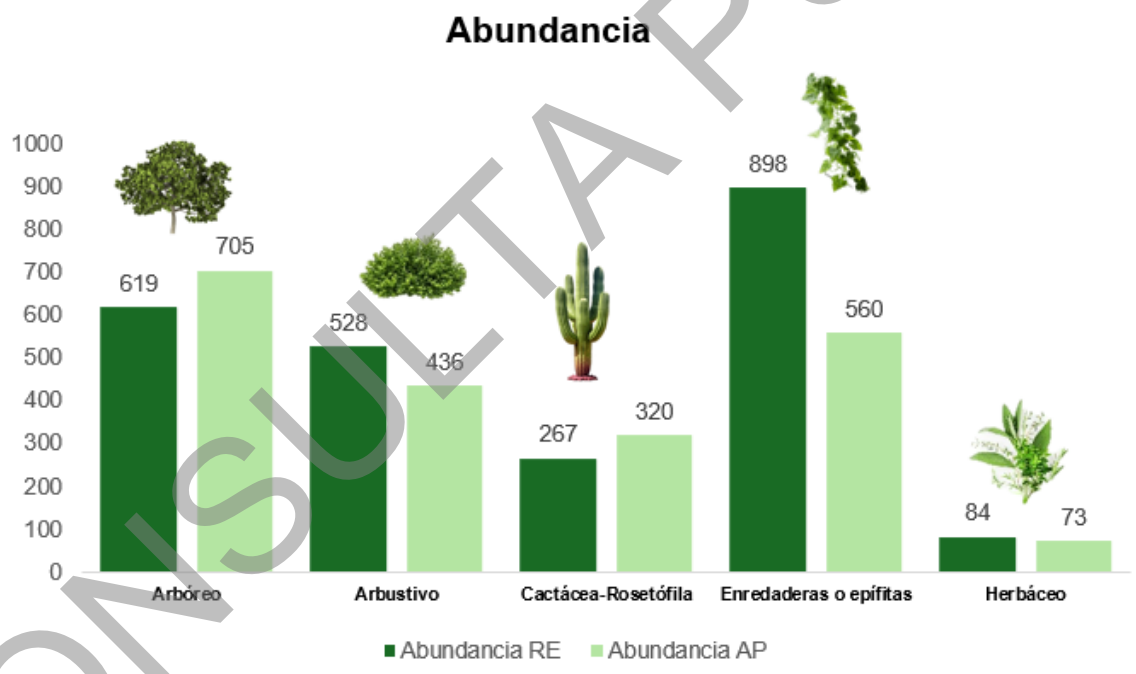


Figura III.63. Abundancias del MC por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las abundancias y densidades calculadas por especie en sus diferentes estratos.

CONSULTA PÚBLICA

- **Región Ecológica (RE)**

Especies abundantes y características del estrato:

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

Tabla III.60. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Bursera fagaroides	*Papelillo*	138	230
Bursera morelensis	*Palo mulato*	2	4
Bursera tomentosa	*Copal*	1	2
Eysenhardtia polystachya	*Palo dulce*	43	72
Forestiera phillyreoides	*Granjeno acebuche*	62	104
Hesperalbizia occidentalis	*Palo de escopeta*	7	12
Ipomoea murucoides	*Cazahuate blanco*	31	52
Lysiloma acapulcense	*Tepehuaje*	32	54
Neltuma laevigata	*Mezquite*	68	114
Schinus molle	*Pirul*	5	9
Vachellia farnesiana	*Huizache*	226	377
Vachellia schaffneri	*Huizache prieto*	4	7
Total		**619**	**1037**

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

Tabla III.61. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Abutilon abutiloides	*Colotahue*	6	50
Aloysia gratissima	*Vara dulce*	11	92
Celtis pallida	*Acebuche*	35	292
Croton ciliatoglandulifer	*Canelilla*	49	409
Dodonaea viscosa	*Chapulixtle*	4	34
Forestiera angustifolia	*Panalero*	2	17
Iresine latifolia	*Amargosillo*	10	84
Jatropha dioica	*Sangre de drago*	213	1775
Karwinskia humboldtiana	*Tullidora*	24	200
Lantana hirta	*Orégano de monte*	16	134
Lantana velutina	*Confiturilla*	20	167
Mimosa aculeaticarpa	*Uña de gato*	22	184
Senna wislizeni	*Carrozo*	14	117
Verbesina serrata	*Vara blanca*	82	684
Zaluzania augusta	*Hierba blanca*	20	167
Total		**528**	**4406**

CONSULTA PÚBLICA

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}.

Tabla III.62. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Adenophyllum cancellatum	*Alcanfor*	4	834
Argemone ochroleuca	*Cardo santo*	4	834
Buddleja scordioides	*Escobilla*	3	625
Cenchrus ciliaris	*Pasto buffel*	7	1459
Cenchrus longisetus	*Zacate africano plumoso*	3	625
Eragrostis intermedia	*Zacate llanero*	27	5625
Euphorbia hirta	*Golondrina*	6	1250
Evolvulus alsinoides	*Pico de pájaro*	5	1042
Herissantia crispa	*Hierba del campo*	8	1667
Loeselia coerulea	*Jarrito*	6	1250
Lysimachia arvensis	*Jabonera europea*	2	417
Malvastrum bicuspidatum	*Tuchi*	4	834
Solanum rostratum	*Ayohuiztle*	4	834
Tridentopsis mutica	*Tridente esbelto*	1	209
Total		**84**	**17505**

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}.

Tabla III.63. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas/epífitas dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Cologania angustifolia	*Longleaf cologania*	88	147
Gonolobus grandiflorus	*Panjololote*	78	130
Ipomoea purpurea	*Campanilla morada*	87	145
Plumbago pulchella	*Chilillo medicinal*	48	80
Polystemma pilosum	*Polystemma pilosum*	84	140
Tillandsia recurvata	*Gallinitas*	513	855
Total		**898**	**1497**

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

Tabla III.64. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Agave salmiana	*Maguey pulquero*	7	12
Coryphantha erecta	*Biznaga partida parada*	8	14
Coryphantha radians	*Biznaga partida de cuernos*	10	17
Cylindropuntia imbricata	*Cardenche*	78	130
Echinocereus cinerascens	*Alicoche cocuá*	9	15
Ferocactus echidne	*Biznaga barril espinosa*	3	5
Ferocactus latispinus	*Biznaga ganchuda*	8	14
Isolatocereus dumortieri	*Órgano cimarrón*	5	9
Mammillaria magnimamma	*Biznaga de espina solitaria*	11	19
Mammillaria uncinata	*Biznaga de chilito*	7	12
Myrtillocactus geometrizans	*Garambullo*	49	82

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Nyctocereus serpentinus	*Gigante*	5	9
Opuntia ficus-indica	*Nopal de castilla*	6	10
Opuntia hyptiacantha	*Nopal cascarón*	5	9
Opuntia lasiacantha	*Nopal de cerro*	7	12
Opuntia robusta	*Nopal camueso*	24	40
Opuntia streptacantha	*Nopal cardón*	14	24
Opuntia tomentosa	*Nopal chamacuelo*	11	19
		267	**452**

- **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}.

Tabla III.65. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Bursera fagaroides	*Papelillo*	274	457
Eysenhardtia polystachya	*Palo dulce*	57	95
Forestiera phillyreoides	*Granjeno acebuche*	46	77
Ipomoea murucoides	*Cazahuate blanco*	36	60
Lysiloma acapulcense	*Tepehuaje*	68	114
Neltuma laevigata	*Mezquite*	94	157
Schinus molle	*Pirul*	5	9
Vachellia farnesiana	*Huizache*	116	194
Vachellia schaffneri	*Huizache prieto*	9	15
Total		**705**	**1178**

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

Tabla III.66. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Abutilon abutiloides	*Colotahue*	9	75
Aloysia gratissima	*Vara dulce*	9	75
Celtis pallida	*Acebuche*	29	242
Croton ciliatoglandulifer	*Canelilla*	51	425
Dodonaea viscosa	*Chapulixtle*	1	9
Jatropha dioica	*Sangre de drago*	175	1459
Karwinskia humboldtiana	*Tullidora*	20	167
Lantana hirta	*Orégano de monte*	7	59
Lantana velutina	*Confiturilla*	21	175
Mimosa aculeaticarpa	*Uña de gato*	30	250
Senna wislizeni	*Carrozo*	22	184
Verbesina serrata	*Vara blanca*	37	309
Zaluzania augusta	*Hierba blanca*	25	209
Total		**436**	**3638**

CONSULTA PÚBLICA

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

Tabla III.67. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MC de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Adenophyllum cancellatum	*Alcanfor*	8	1667
Argemone ochroleuca	*Cardo santo*	4	834
Buddleja scordioides	*Escobilla*	6	1250
Cenchrus ciliaris	*Pasto buffel*	14	2917
Cenchrus longisetus	*Zacate africano plumoso*	8	1667
Eragrostis intermedia	*Zacate llanero*	5	1042
Euphorbia hirta	*Golondrina*	3	625
Evolvulus alsinoides	*Pico de pájaro*	5	1042
Herissantia crispa	*Hierba del campo*	7	1459
Lysimachia arvensis	*Jabonera europea*	3	625
Malvastrum bicuspidatum	*Tuchi*	3	625
Solanum rostratum	*Ayohuiztle*	3	625
Tridentopsis mutica	*Tridente esbelto*	4	834
Total		**73**	**15212**

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

Tabla III.68. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas/epífitas dentro del MC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Cologania angustifolia	*Longleaf cologania*	65	109
Gonolobus grandiflorus	*Panjololote*	36	60
Ipomoea purpurea	***Campanilla morada***	46	77
Plumbago pulchella	*Chililllo medicinal*	13	22
Polystemma pilosum	*Polystemma pilosum*	70	117
Tillandsia recurvata	*Gallinitas*	330	550
Total		**560**	**935**

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

Tabla III.69. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del MC del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Agave salmiana	*Maguey pulquero*	11	19
Coryphantha erecta	*Biznaga partida parada*	6	10
Coryphantha radians	*Biznaga partida de cuernos*	3	5
Cylindropuntia imbricata	*Cardenche*	106	177
Echinocereus cinerascens	*Alicoche cocuá*	2	4
Ferocactus echidne	*Biznaga barril espinosa*	2	4
Ferocactus latispinus	*Biznaga ganchuda*	16	27
Isolatocereus dumortieri	*Órgano cimarrón*	2	4
Mammillaria magnimamma	*Biznaga de espina solitaria*	17	29
Mammillaria uncinata	*Biznaga de chilito*	15	25
Myrtillocactus geometrizans	*Garambullo*	57	95
Nyctocereus serpentinus	*Gigante*	2	4

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Opuntia ficus-indica	*Nopal de castilla*	4	7
Opuntia hyptiacantha	*Nopal cascarón*	4	7
Opuntia lasiacantha	*Nopal de cerro*	6	10
Opuntia robusta	*Nopal camueso*	34	57
Opuntia streptacantha	*Nopal cardón*	25	42
Opuntia tomentosa	*Nopal chamacuelo*	8	14
Total		**320**	**540**

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

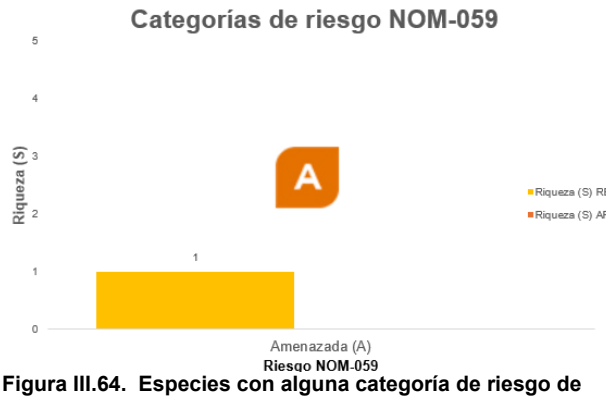


Figura III.64. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia.

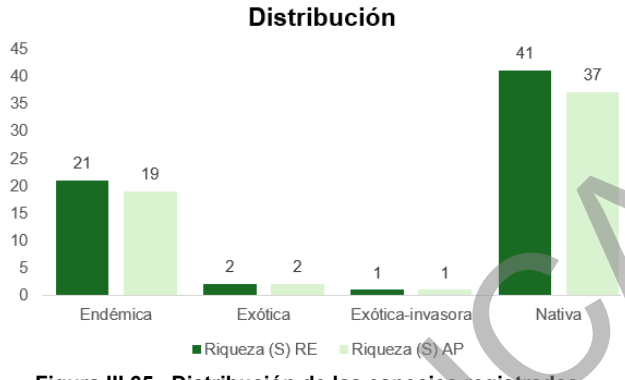


Figura III.65. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia.

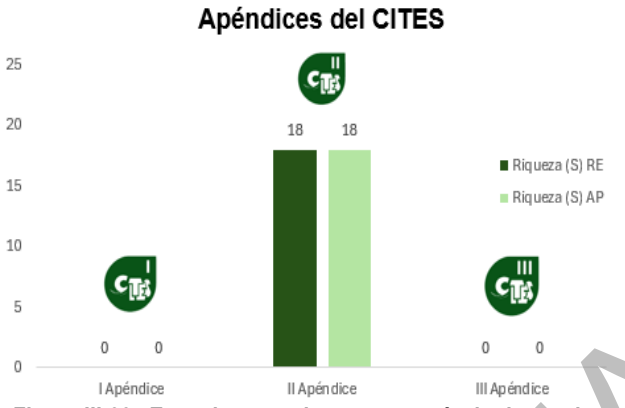


Figura III.66. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES en la MC de la RE y el AP. Elaboración propia.

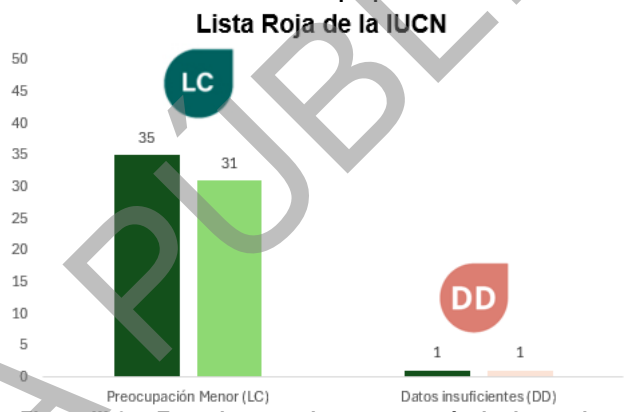


Figura III.67. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la MC en la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.70. 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	☑	☑

CONSULTA PÚBLICA

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Género	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
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	☑	☑
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*	Chilillo 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 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 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 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.

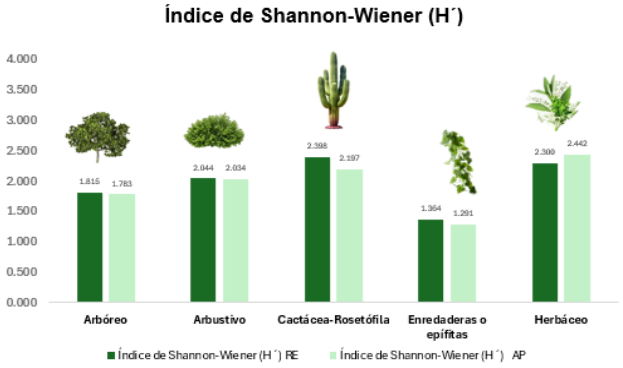


Figura III.68. Índice de Shannon-Wiener (H´) del MC de la RE y AP. Elaboración propia.

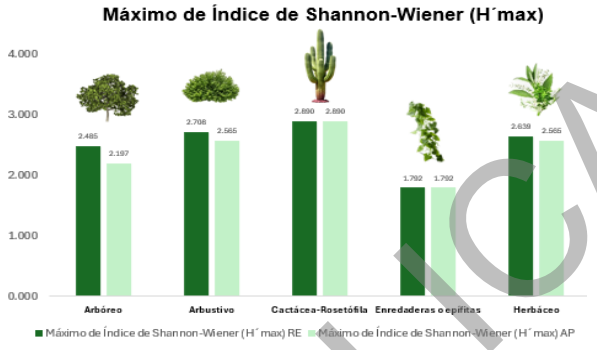


Figura III.69. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) del MC de la RE y AP. Elaboración propia.

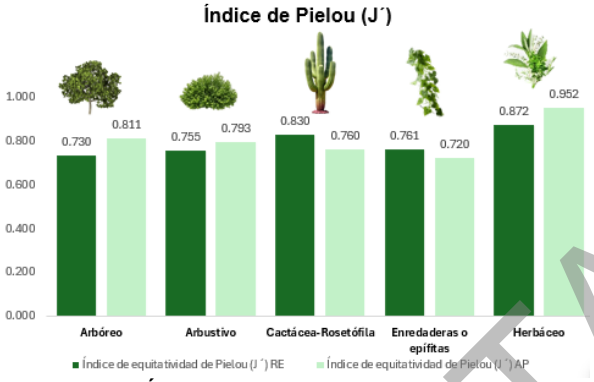


Figura III.70. Índice de Pielou (J´) del MC de la RE y AP. Elaboración propia.

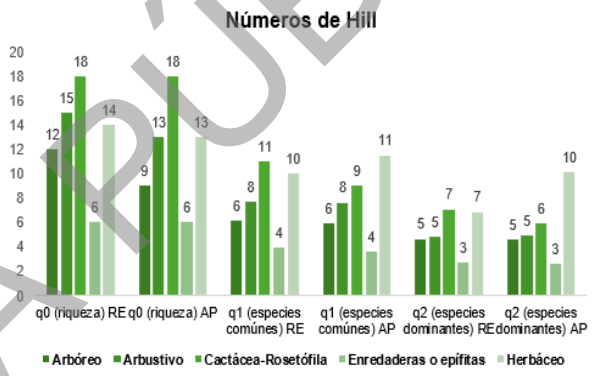


Figura III.71. Serie de Números de Hill del MC de la RE y AP. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

- **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

Tabla III.71. Riqueza de especies dentro de la RE y el AP-M. Elaboración propia.

Forma de vida	Riqueza (S) RE	Riqueza (S) AP
Arbórea	5	5
Arbustiva	7	7
Cactácea y/o rosetófila	10	12
Herbáceas	4	7
Enredaderas o epífitas	2	3
TOTAL	**28**	**34**

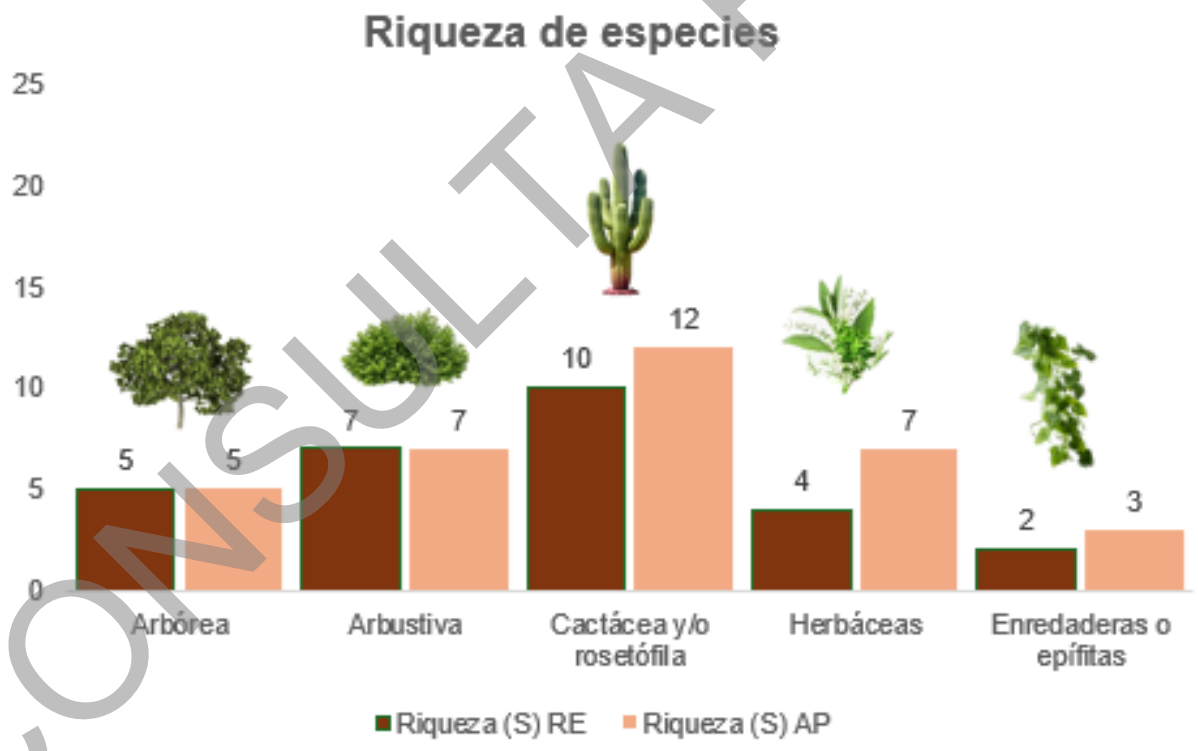


Figura III.72. Riqueza del MKX por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso de las abundancias, dentro de la RE se registraron 354 individuos y 444 individuos para el Área del proyecto (AP). Dentro de la RE el estrato con mayor cantidad de individuos fue el arbóreo con 115 individuos, seguido del estrato arbustivo con 94 individuos, en el caso del estrato enredaderas o epifitas registro 80 individuos, 42 individuos registro el estrato cactáceas y/o rosetófilas, por último, el estrato de herbáceo con 23 individuos. En lo que respecta al área del proyecto modificada (AP-M) el estrato de enredaderas o epífitas fue el que presenta la mayor cantidad de individuos con 159, seguido del estrato arbóreo, arbustivo, cactáceas y/o rosetófilas con 121, 91 y 40 individuos, el estrato con menor cantidad de individuos fue el herbáceo con 33 individuos.

Tabla III.72. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Abundancia RE	Densidad por hectárea (Nha^{-1})	Abundancia RE %	Abundancia AP	Densidad por hectárea (Nha^{-1})	Abundancia AP %
Arbórea	115	460	32.49	121	484	27.25
Arbustiva	94	1,880	26.55	91	1,820	20.50
Cactácea y/o rosetófila	42	168	11.86	40	72	9.01
Herbáceas	23	11,500	6.50	33	16,500	7.43
Enredaderas o epífitas	80	320	22.60	159	636	35.81

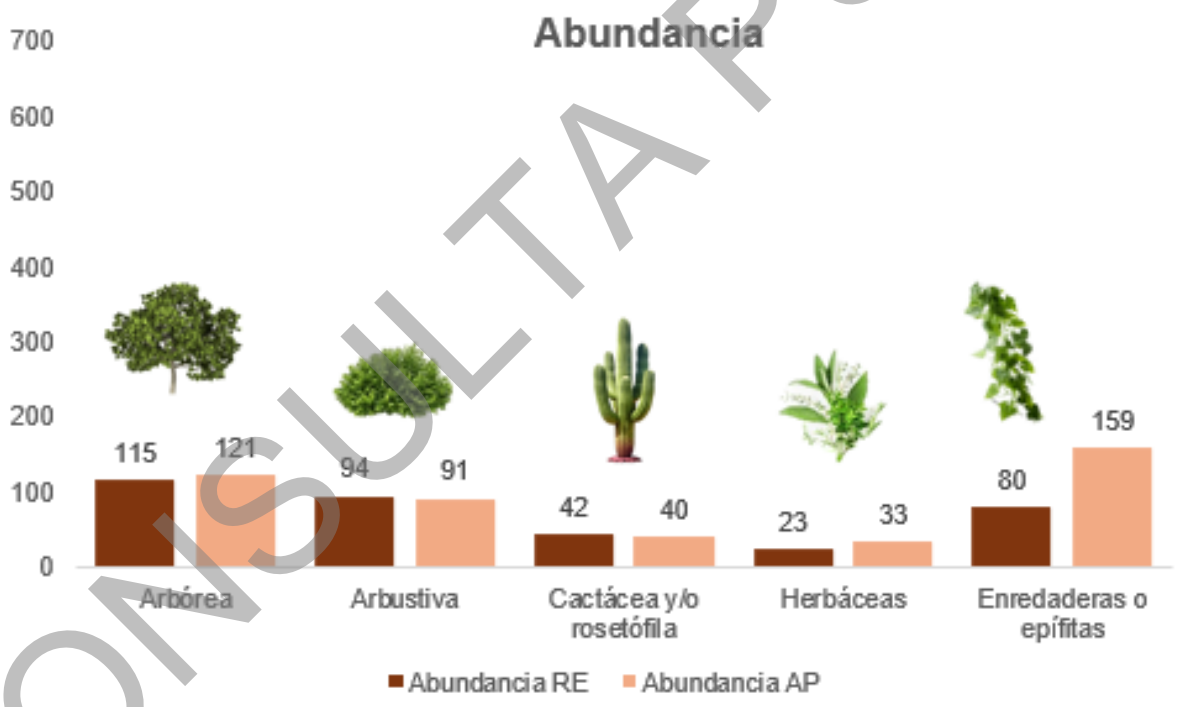


Figura III.73. Abundancias del MKX por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las abundancias y densidades calculadas por especie en sus diferentes estratos.

CONSULTA PÚBLICA

- **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.

Tabla III.73. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Bursera fagaroides	*Papelillo*	1	4
Eysenhardtia polystachya	*Palo dulce*	1	4
Neltuma laevigata	*Mezquite*	78	312
Vachellia farnesiana	*Huizache*	4	16
Vachellia schaffneri	*Huizache prieto*	31	124
Total		**115**	**460**

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}.

Tabla III.74. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Aloysia gratissima	*Vara dulce*	9	180
Celtis pallida	*Acebuche*	9	180
Gymnosperma glutinosum	*Tatalencho*	7	140
Jatropha dioica	*Sangre de drago*	20	400
Lantana hirta	*Orégano de monte*	1	20
Mimosa aculeaticarpa	*Uña de gato*	32	640
Verbesina serrata	*Vara blanca*	16	320
		94	**1880**

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}.

Tabla III.75. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Cenchrus ciliaris	*Pasto buffel*	8	4000
Cenchrus setaceus	*Zacate africano*	5	2500
Eragrostis intermedia	*Zacate llanero*	4	2000
Herissantia crispa	*Hierba del campo*	6	3000
Total		**23**	**11500**

CONSULTA PÚBLICA

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

Tabla III.76. Abundancias y densidades del estrato de epífitas o enredaderas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Polystemma pilosum	*Estrella de zopilote*	15	60
Tillandsia recurvata	*Gallinitas*	65	260
Total		**80**	**320**

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.

Tabla III.77. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas/rosetófilas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Coryphantha radians	*Biznaga partida de cuernos*	2	8
Cylindropuntia imbricata	*Cardenche*	15	60
Ferocactus latispinus	*Biznaga ganchuda*	4	16
Myrtillocactus geometrizans	*Garambullo*	2	8
Opuntia engelmannii	*Nopal cuijo*	6	24
Opuntia ficus-indica	*Nopal de castilla*	2	8
Opuntia lasiacantha	*Nopal de cerro*	3	12
Opuntia robusta	*Nopal camueso*	3	12
Opuntia streptacantha	*Nopal cardón*	2	8
Opuntia tomentosa	*Nopal chamacuelo*	3	12
Total		**42**	**168**

- **Área del Proyecto (AP)**

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}.

Tabla III.78. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del MKX del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Eysenhardtia polystachya	*Palo dulce*	3	12
Neltuma laevigata	*Mezquite*	73	292
Schinus molle	*Pirul*	12	48
Vachellia farnesiana	*Huizache*	6	24
Vachellia schaffneri	*Huizache prieto*	27	108
Total		**121**	**484**

CONSULTA PÚBLICA

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}.

Tabla III.79. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del MKX del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Aloysia gratissima	*Vara dulce*	5	100
Celtis pallida	*Acebuche*	13	260
Forestiera angustifolia	*Panalero*	1	20
Jatropha dioica	*Sangre de drago*	29	580
Mimosa aculeaticarpa	*Uña de gato*	28	560
Verbesina serrata	*Vara blanca*	12	240
Zaluzania augusta	*Hierba blanca*	3	60
		91	**1820**

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.

Tabla III.80. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del MKX del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Adenophyllum cancellatum	*Alcanfor*	3	1500
Cenchrus longisetus	*Zacate africano plumoso*	11	5500
Cerastium fontanum	*Oreja de ratón*	8	4000
Euphorbia hirta	*Golondrina*	1	500
Evolvulus alsinoides	*Pico de pájaro*	1	500
Herissantia crispa	*Hierba del campo*	6	3000
Muhlenbergia robusta	*Zacate de escobilla*	3	1500
Total		**33**	**16500**

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

Tabla III.81. Abundancias y densidades del estrato de epífitas o enredaderas dentro del MKX del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Cologania angustifolia	*Longleaf cologania*	8	32
Ipomoea purpurea	*Campanilla morada*	6	24
Tillandsia recurvata	*Gallinitas*	145	580
Total		**159**	**636**

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}

CONSULTA PÚBLICA

respectivamente y por último *Agave salmiana, Opuntia ficus-indica, Opuntia hyptiacantha* con 4 Nha^{-1} respectivamente.

Tabla III.82. Abundancias y densidades del estrato de cactáceas/rosetófilas dentro del MKX de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Agave salmiana	*Maguey pulquero*	1	4
Cylindropuntia imbricata	*Cardenche*	5	20
Echinocereus cinerascens	*Alicoche cocuá*	8	32
Ferocactus latispinus	*Biznaga ganchuda*	4	16
Myrtillocactus geometrizans	*Garambullo*	5	20
Opuntia engelmannii	*Nopal cuijo*	2	8
Opuntia ficus-indica	*Nopal de castilla*	1	4
Opuntia hyptiacantha	*Nopal cascarón*	1	4
Opuntia lasiacantha	*Nopal de cerro*	2	8
Opuntia robusta	*Nopal camueso*	2	8
Opuntia streptacantha	*Nopal cardón*	5	20
Opuntia tomentosa	*Nopal chamacuelo*	4	16
Total		**40**	**160**

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

SIN ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU MODIFICACIÓN AL ANEXO NORMATIVA III

Figura III.74. NOM-059 de las especies registradas mediante los muestreos del MKX en la RE y el AP. Elaboración propia.

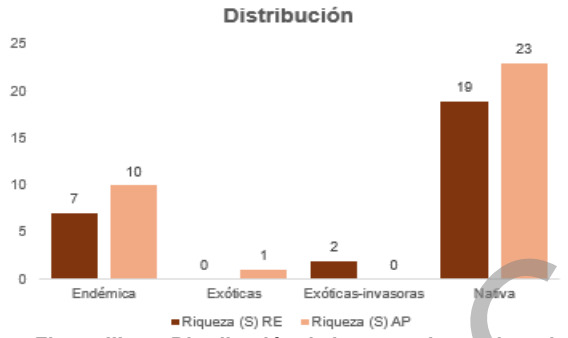


Figura III.75. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos del MKX en la RE y el AP. Elaboración propia.

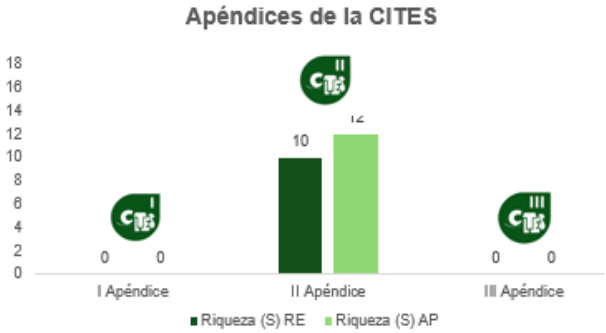


Figura III.76. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES del MKX de la RE y el AP. Elaboración propia.

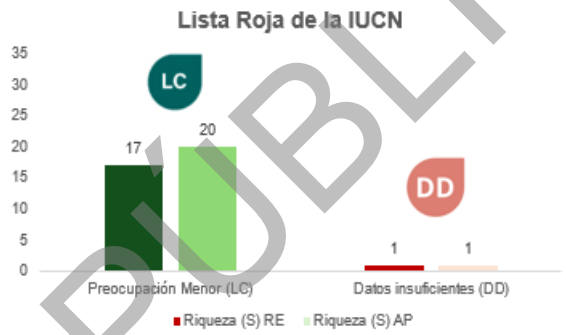


Figura III.77. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro MKX de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.83. 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	☑	☑

CONSULTA PÚBLICA

Forma de vida	Nombre científico	Nombre común	Familia	Genero	Distribución	NOM-059	CITES	IUCN	RE	AP
Enredaderas o epífitas	*Cologania angustifolia*	Longleaf cologania	Fabaceae	Cologania	Nativa	-		-		☑
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.

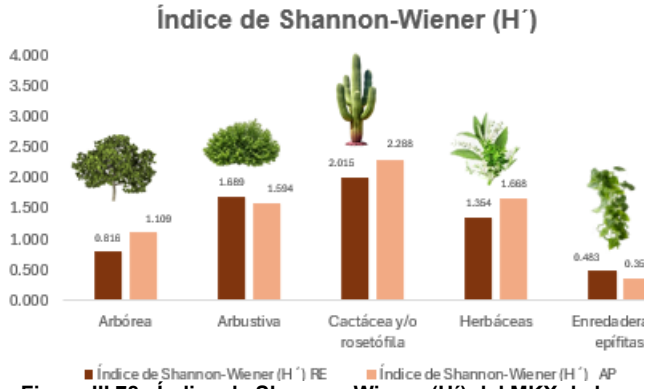


Figura III.78. Índice de Shannon-Wiener (H´) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia.

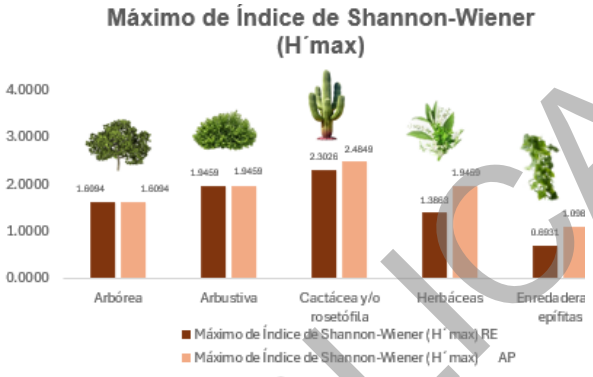


Figura III.79. Índice Máximo de Shannon-Wiener (H´max) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia.

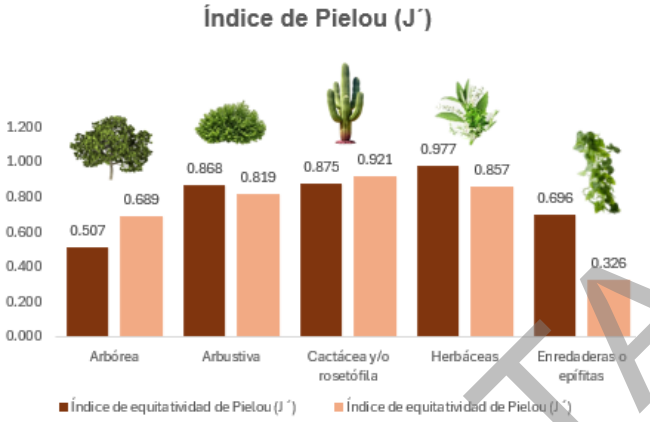


Figura III.80. Índice de Pielou (J´) del MKX de la RE y AP. Elaboración propia.

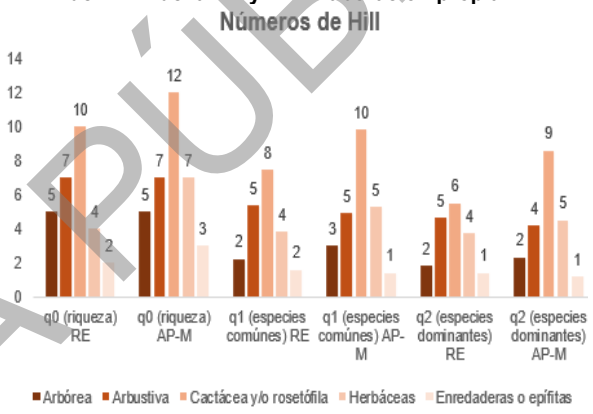


Figura III.81. Serie de Números de Hill del MKX de la RE y AP. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

- **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.

Tabla III.84. Riqueza de especies del BG dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Riqueza (S) RE	Riqueza (S) AP
Arbórea	8	8
Arbustiva	4	3
Cactácea y/o rosetófila	1	1
Herbáceas	2	1
Enredaderas o epífitas	11	9
TOTAL	**26**	**22**

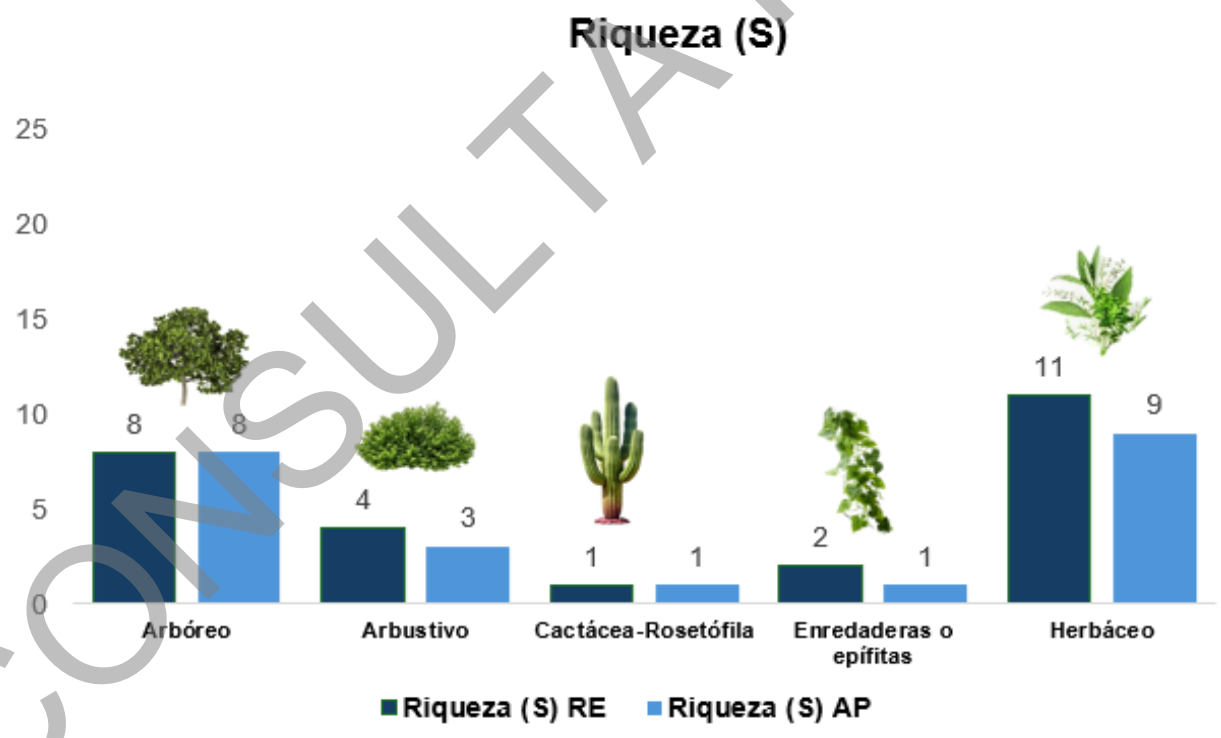


Figura III.82. Riqueza por estrato dentro del BG de la RE y el AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

En el caso de las abundancias, dentro de la RE se registraron 2,146 individuos y en el AP sólo 993 individuos. En ambas zonas (RE y AP), las enredaderas o epífitas registraron una mayor abundancia en con 1,340 vs 400 individuos, en el grupo de las herbáceas encontramos a la RE con 247 ind. vs el AP con 179 individuos, en las arbustivas la RE con 279 individuos y el AP con 125 individuos, en el grupo arbóreo con 266 ind. en el RE vs 281 ind. en el AP y las cactáceas y/o rosetófilas con 14 ind. vs 8 ind.

Tabla III.85. Riqueza y abundancia de los grupos registrados durante el trabajo de campo en la RE y AP. Elaboración propia.

Forma de vida	Abundancia RE	Abundancia RE %	Densidad RE	Abundancia AP	Abundancia AP %	Densidad AP
Arbóreo	266	12.395	763	281	28.298	1124
Arbustivo	279	13.001	3988	125	12.588	2500
Cactácea-Rosetófila	14	0.652	40	8	0.806	32
Enredaderas o epífitas	1340	62.442	3829	400	40.282	1600
Herbáceo	247	11.510	88219	179	18.026	89500
TOTAL	**2,146**	**100**	**96,839**	**993**	**100**	**94,756**

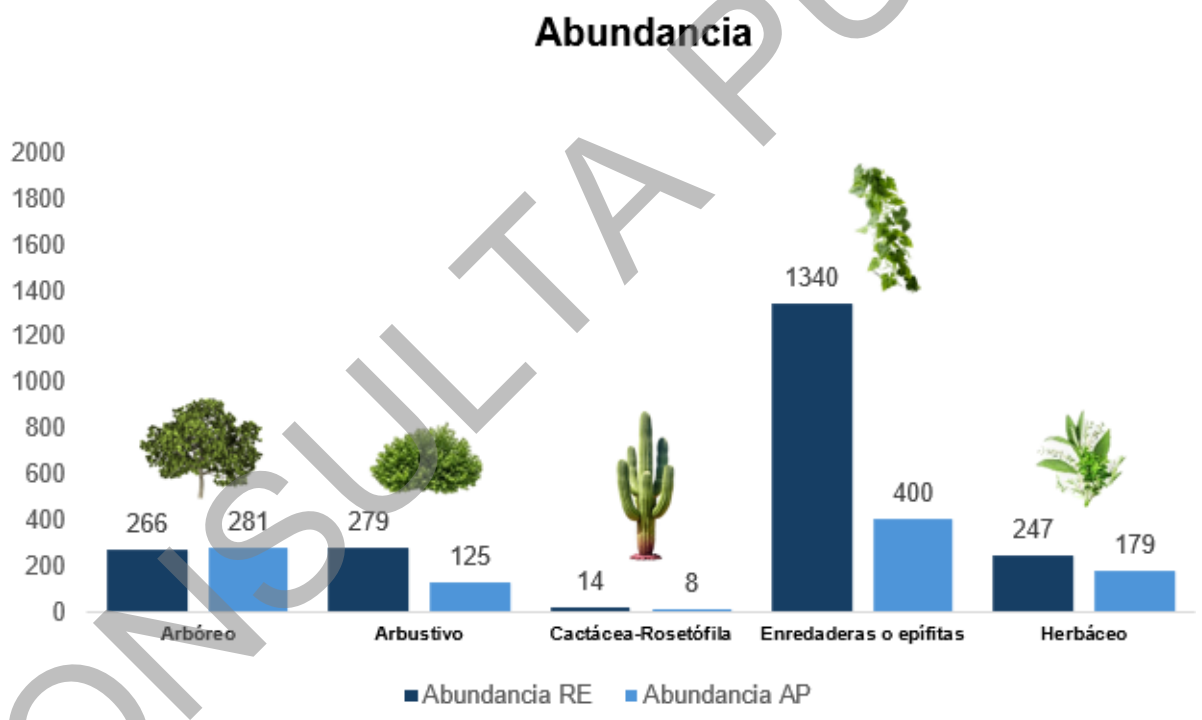


Figura III.83. Abundancias del BG por estrato dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las abundancias y densidades calculadas por especie en sus diferentes estratos.

CONSULTA PÚBLICA

- **Región Ecológica (RE)**

Especies abundantes y características del estrato:

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

Tabla III.86. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Forestiera phillyreoides	Granjeno acebuche	7	20
Fraxinus uhdei	Fresno mexicano	88	252
Neltuma laevigata	Huizache	21	60
Phytolacca dioica	Ombú	2	6
Salix bonplandiana	Ahuejote	4	12
Schinus molle	Pirul	76	218
Taxodium mucronatum	Ahuehuete	47	135
Vachellia farnesiana	Acacia	21	60
Total		**266**	**763**

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

Tabla III.87. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Baccharis salicifolia	Batamote	2	29
Celtis pallida	Acebuche	25	358
Nicotiana glauca	Tabaquillo sudamericano	45	643
Ricinus communis	Higuerilla	207	2958
Total		**279**	**3988**

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}.

Tabla III.88. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Argemone ochroleuca	Cardo santo	52	18572
Cortaderia selloana	Pasto pampa	46	16429
Cymbopogon citratus	Pasto limón	6	2143
Cynodon dactylon	Gallitos	45	16072
Dicliptera peduncularis	-	59	21072
Helenium mexicanum	Cabezona	4	1429
Laennecia sophiifolia	Ratrojera	11	3929
Oenothera rosea	Hierba del golpe	7	2500
Oplismenus burmannii	Zacate	9	3215
Oxalis corniculata	Acedera asiática	6	2143
Polypogon monspeliensis	Cola de zorra	2	715
Total		**247**	**88219**

CONSULTA PÚBLICA

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

Tabla III.89. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas o epífitas dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Phoradendron brachystachyum	Tepalcayo	505	1443
Tillandsia recurvata	Gallinitas	835	2386
Total		**1340**	**3829**

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

Tabla III.90. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Opuntia lasiacantha	Nopal de cerro	14	40
Total		**14**	**40**

- **Área del Proyecto (AP)**

Especies abundantes y características del estrato:

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

Tabla III.91. Abundancias y densidades del estrato arbóreo dentro del BG del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Forestiera phillyreoides	Granjeno acebuche	2	8
Fraxinus uhdei	Fresno mexicano	52	208
Neltuma laevigata	Huizache	48	192
Phytolacca dioica	Ombú	1	4
Salix bonplandiana	Ahuejote	42	168
Schinus molle	Pirul	88	352
Taxodium mucronatum	Ahuehuete	8	32
Vachellia farnesiana	Acacia	40	160
Total		**281**	**1124**

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

Tabla III.92. Abundancias y densidades del estrato arbustivo dentro del BG del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Baccharis salicifolia	Batamote	1	20
Celtis pallida	Acebuche	19	380
Ricinus communis	Higuerilla	105	2100
Total		**125**	**2500**

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}.

Tabla III.93. Abundancias y densidades del estrato herbáceo dentro del BG de la RE. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Argemone ochroleuca	Cardo santo	106	53000
Cortaderia selloana	Pasto pampa	23	11500
Cymbopogon citratus	Pasto limón	3	1500
Cynodon dactylon	Gallitos	15	7500
Helenium mexicanum	Cabezona	3	1500
Laennecia sophiifolia	Ratrojera	10	5000
Oenothera rosea	Hierba del golpe	6	3000
Oplismenus burmannii	Zacate	4	2000
Oxalis corniculata	Acedera asiática	9	4500
		179	**89500**

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

Tabla III.94. Abundancias y densidades del estrato de enredaderas o epífitas dentro del BG del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Tillandsia recurvata	Gallinitas	400	1600
Total		**400**	**1600**

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

Tabla III.95. Abundancias y densidades del estrato cactáceas/rosetófilas dentro del BG del AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Abundancia absoluta	Densidad por hectárea (Nha^{-1})
Opuntia lasiacantha	Nopal de cerro	8	32
Total		**8**	**32**

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 PÚBLICA

SIN REGISTRO DE ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 Y SU MODIFICACIÓN AL ANEXO NORMATIVO III

Figura III.84. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con NOM-059-SEMARNAT-2010 de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia.

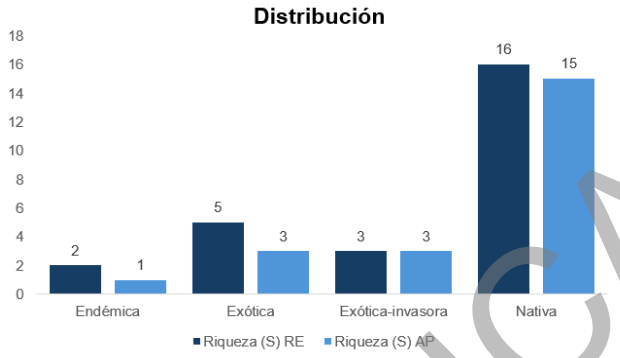


Figura III.85. Distribución de las especies registradas mediante los muestreos en la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia.

Lista Roja de la IUCN

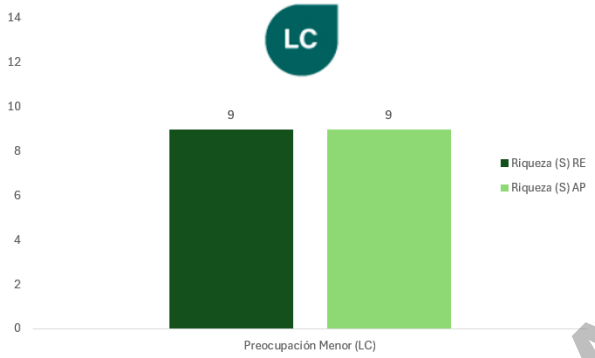


Figura III.86. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con CITES de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia.

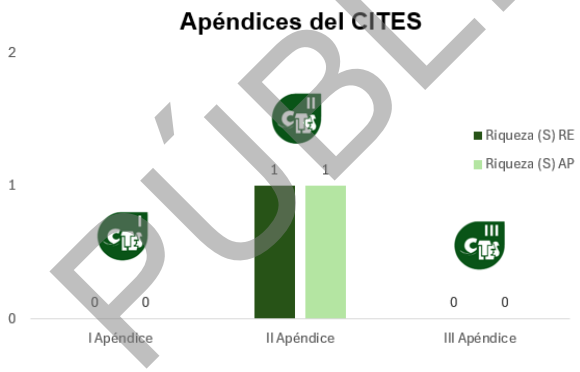


Figura III.87. Especies con alguna categoría de riesgo de acuerdo con IUCN dentro de la RE y el AP en la vegetación BG. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.96. 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

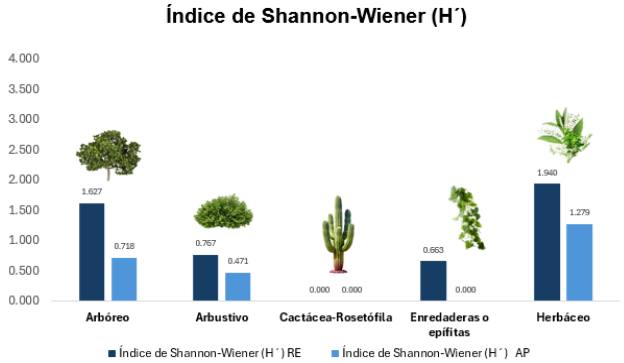


Figura III.88. Índice de Shannon-Wiener (H´) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia.

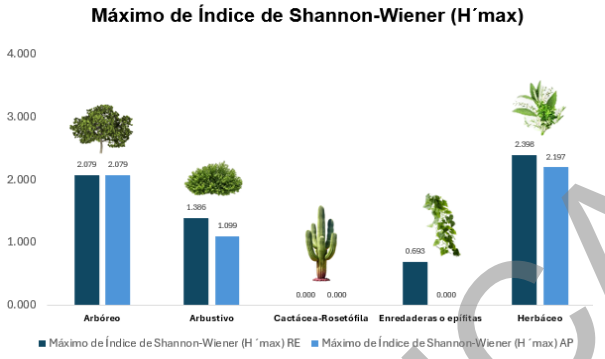


Figura III.89. Índice Máxino de Shannon-Wiener (H´max) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia.

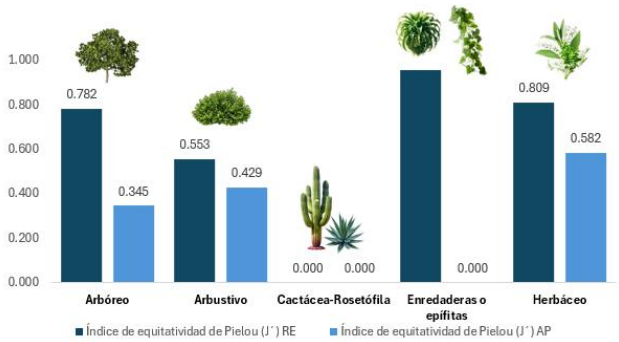


Figura III.90. Índice de Pielou (J´) de la BG de la RE y AP. Elaboración propia.

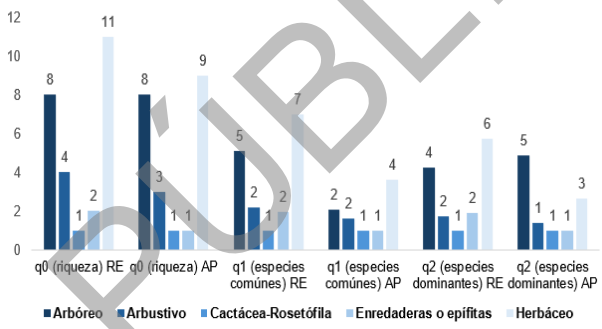


Figura III.91. Serie de Números de Hill de la BG de la RE y AP. Elaboración propia.

Tabla III.97. Índices de biodiversidad dentro del BG de la RE y el AP. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

e.3) 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.

Tabla III.98. Listado de especies prioritarias para la conservación en el estado de Querétaro. Elaboración propia.

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	Registro potencial en RE	Registrada en campo dentro de la RE	Registrada en campo dentro del AP
Dioon edule	Zamiaceae			
Zamia fischeri	Zamiaceae			
Abies vejarii var. *mexicana*	Pinaceae			
Ceratozamia hildae	Zamiaceae			
Kroenleinia grusonii	Cactaceae			
Echinocactus platyacanthus	Cactaceae			
Laelia speciosa	Orchidaceae			
Mammillaria herrerae	Cactaceae			
Mammillaria mathildae	Cactaceae			
Rhynchostele rosii	Orchidaceae			
Kadenicarpus pseudomacrohele	Cactaceae			
Agave stricta var. *glauca*	Asparagaceae			
Agave tenuifolia	Asparagaceae			
Yucca queretaroensis	Asparagaceae			
Agave asperrima spp. potosiensis	Asparagaceae			
Agave doctorensis	Asparagaceae			
Agave garcie-mendoza	Asparagaceae			
Agave gracielae	Asparagaceae			
Agave heteracantha	Asparagaceae			
Agave montana	Asparagaceae			
Thelocactus hastifer	Cactaceae			
Echinocereus schmollii	Cactaceae			
Lophophora diffusa	Cactaceae			
Ibervillea lindheimeri	Cucurbitaceae			
Chaunanthus gracielae	Asteraceae			
Dasylirion acrotrichum	Asparagaceae			
Erythrina coralloides	Fabaceae			
Ferocactus histrix	Cactaceae			
Mammillaria longimamma	Cactaceae			
Mammillaria citrina spp. citrina	Cactaceae			
Turbinocactus pseudomacrohele	Cactaceae			

CONSULTA PÚBLICA

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.

Tabla III.99. Listado de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia.

CATEGORÍA DE RIESGO	ESPECIE	Registro potencial en la RE	Registro en campo en la RE	Registro en campo en el AP
Sujeta a Protección Especial (Pr) (5 especies)	*Cedrela dugesii*			
	Gentiana spathacea			
	Mammillaria crinita crinita			
	Mammillaria painteri			
	Mammillaria pringlei			
Amenazadas (A) (6 especies)	*Hesperalbizia occidentalis*			
	Dasylirion acrotrichum			
	Dasylirion longissimum			
	Dieffenbachia seguine			
	Erythrina americana			
	Mammillaria rodantha			
En Peligro de Extinción (P) (3 especies)	*Echeveria elegans*			
	Gossypium trilobum			
	Litsea glaucescens			

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.

Tabla III.100. Listado de especies catalogadas como endémicas dentro de la RE y AP. Elaboración propia.

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	Registrada en campo dentro de la RE	Registrada en campo dentro del AP
Flourensia resinosa	Asteraceae		
Senecio cinerarioides	Astreaceae		
Zaluzania augusta	Asteraceae		
Mammillaria rhodantha	Cactaceae		
Myrtillocactus geometrizans	Cactaceae		
Opuntia robusta	Cactaceae		
Opuntia streptacantha	Cactaceae		
Bursera morelensis	Buerseraceae		
Verbesina serrata	Asteraceae		
Agave salmiana	Asparagaceae		
Coryphantha radians	Cactaceae		
Coryphantha erecta	Cactaceae		
Echinicereus cinerascens	Cactaceae		
Ferocactus echidne	Cactaceae		
Ferocactus latispinus	Cactaceae		
Isolatocereus dumortieri	Cactaceae		
Mammillaria magnimamma	Cactaceae		
Mammillaria uncinata	Cactaceae		
Myrtillocactus geometrizans	Cactaceae		
Nyctocereus serpentinus	Cactaceae		
Opuntia hyptiacantha	Cactaceae		
Opuntia lasiacantha	Cactaceae		
Opuntia robusta	Cactaceae		
Opuntia streptacantha	Cactaceae		
Gonolobus grandiflorus	Apocynaceae		
Plumbago pulchella	Plumbaginaceae		
Loeselia coerulea	Loasaceae		
Aldama linearis	Asteraceae		
Bouteloua scorpioides	Poaceae		

CONSULTA PÚBLICA

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.

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.

Tabla III.101. Listado de especies de flora exótica y exótica-invasora dentro de la RE y AP.

SITIO	TIPO DE VEGETACIÓN	ESTRATO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
SBC	RE	Herbáceo	*Leonotis nepetifolia*	Bola del Rey	Exótica-Invasora
		Arbóreo	*Ligustrum lucidum*	Trueno Chino	Exótica-Invasora
		Herbáceo	*Melinis repens*	Pasto Africano Rosado	Exótica-Invasora
		Herbáceo	*Reseda luteola*	Acelguilla Euroasiática	Exótica-Invasora
		Arbóreo	*Schinus molle*	Pirul	Exótica
		Herbáceo	*Sonchus oleraceus*	Achicoria Europea	Exótica
	RE y AP	Herbáceo	*Cenchrus setaceus*	Zacate Africano	Exótica-Invasora
		Arbustivos	*Nicotiana glauca*	Tabaquillo	Exótica
MKX	RE	Herbáceo	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Exótica-invasora
		Herbáceo	*Cenchrus setaceus*	Zacate Africano	Exótica-Invasora
	AP	Arbóreo	*Schinus molle*	Pirul	Exótica
MC	RE y AP	Herbáceo	*Cenchrus ciliaris*	Pasto buffel	Exótica-invasora
		Herbáceo	*Lysimachia arvensis*	Jabonera europea	Exótica
		Arbóreo	*Schinus molle*	Pirul	Exótica

CONSULTA PÚBLICA

f) 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) Provincias faunísticas

La Región Ecológica (EC) y el Área del Proyecto (AP) se ubican dentro **dos Provincias Biogeográficas**: en su mayor parte dentro del **Altiplano Sur (Zacatecano-Potosino)** y en una pequeña porción en el **Eje Neovolcánico,** así como a la **Provincia Herpetográfica Eje Neovolcánico,** así como su incidencia dentro de la **Provincia Mastozoológica Zacatecana,** ubicación que le confiere características únicas en cuanto a la historia natural de la fauna que aquí se distribuye.

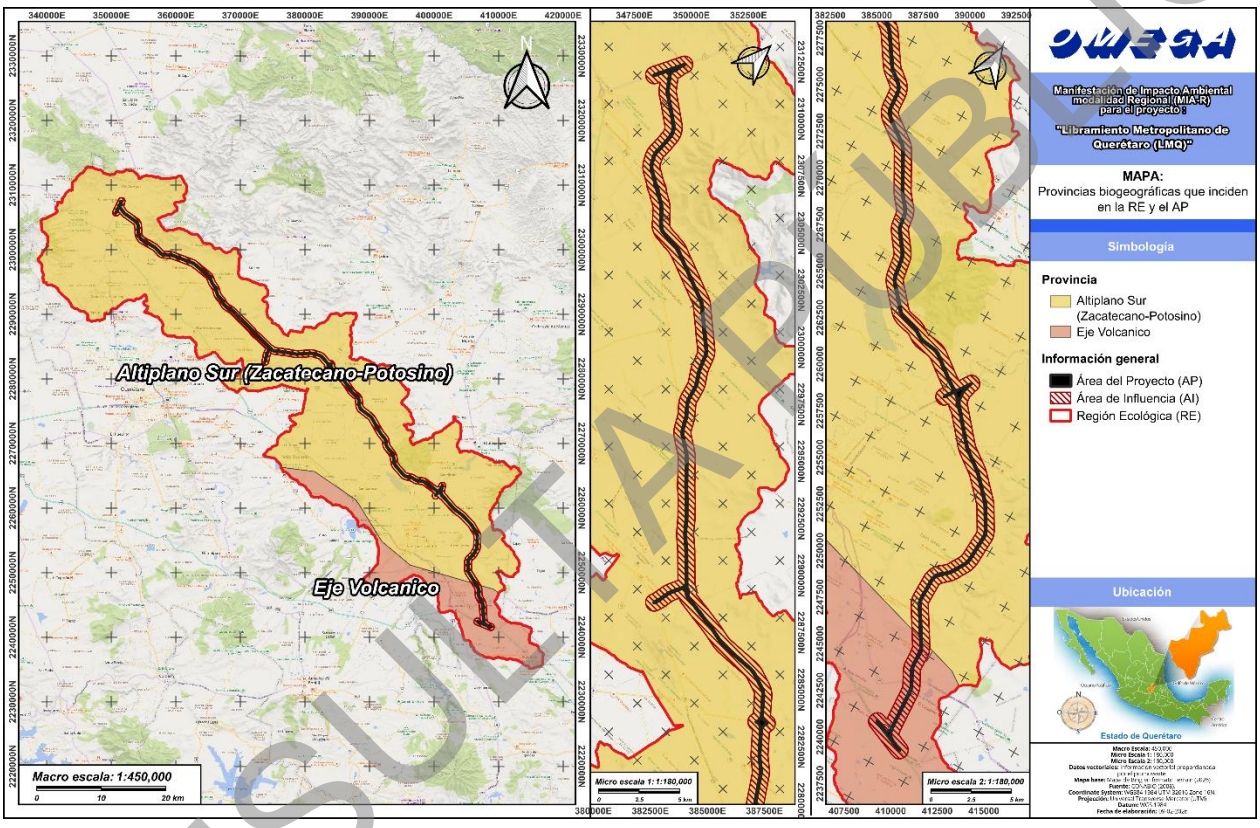


Figura 92. Mapa de incidencia con Provincias Biogeográficas en la RE. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

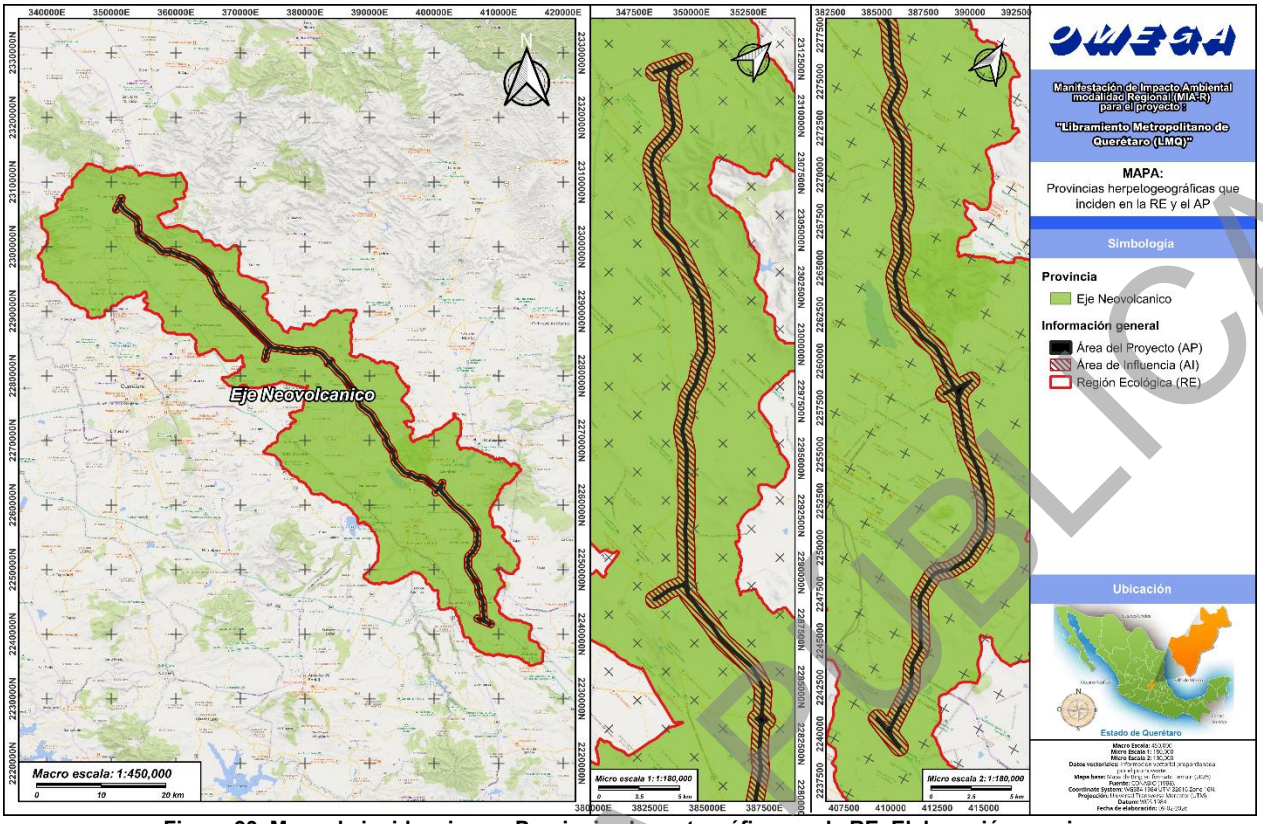


Figura 93. Mapa de incidencia con Provincias herpetográficas en la RE. Elaboración propia.

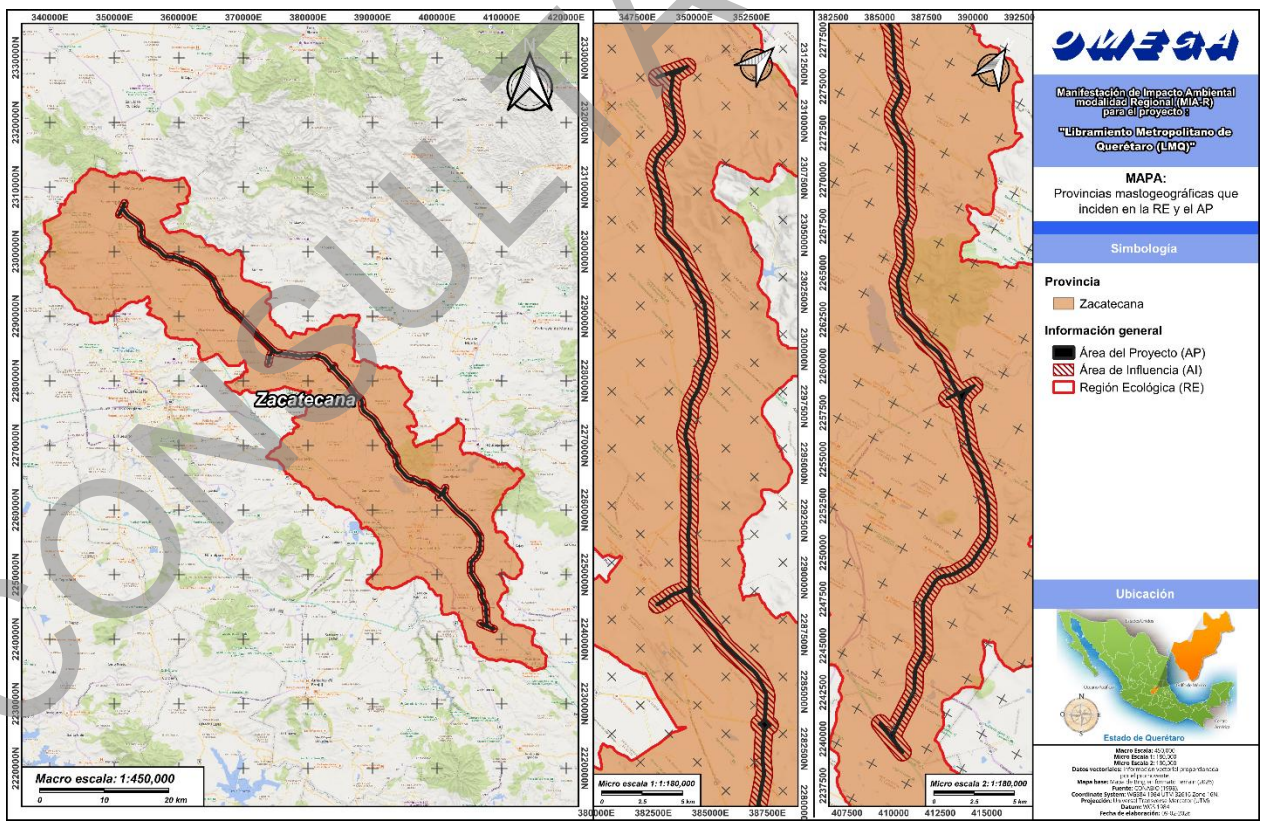


Figura 94. Mapa de incidencia con Provincias Masrozoológicas en la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

b) Metodología de trabajo

A continuación, se presenta la metodología de los muestreos de fauna conforme a lo siguiente:

Fecha de los muestreos: Los muestreos se realizaron entre el 02 de enero y el 28 de febrero (dichos muestreos fueron complementados con un análisis de la fauna potencial).

- ***Métodos de muestreo***

Durante los muestreos fueron tomados datos, además del registro de especies, como hora de inicio, hora final, coordenada de inicio, coordenada final, tipo y características de la vegetación, número de individuos observados o escuchados, entre otros y cuando fue posible se realizó el registro fotográfico de los ejemplares que se observaron. El registro de la fauna se realizó por observación directa (OD), audio (AU) en el caso de las aves, vocalización (VO) en el caso de los anfibios, rastro (RA a través de huellas, excretas, madriguera) en el caso de los mamíferos, cadáver (CA) y comunicación verbal (CV).

Para todos los grupos de fauna se recorrieron un total de **24 transectos lineales en la RE y 24 en el AP con una longitud de 100 m y un ancho variable dependiendo del grupo de fauna para muestrear**. A lo largo de estos transectos, en puntos estratégicos se instalaron **trampas Tomahawk (24 en RE y 24 en AP), trampas Sherman (24 en RE y 24 en AP) y puntos de avistamiento de aves (24 en RE y 24 en AP)**, esto con la finalidad de tener un mayor registro de la fauna presentes dentro de las áreas de caracterización.

Tabla III.102. Métodos empleados para el registro de la fauna. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Metodología de registro	Tamaño	No. en RE	No. en AP
Herpetofauna (anfibios y reptiles)	Transecto lineal	100 m	24	24
Mamíferos	Transecto lineal	100 m	24	24
	Trampas Tomahawk	Unidad	24	24
	Trampas Sherman	Unidad	24	24
Aves	Puntos de conteo	Alcance visual de 200 m	24	24

Las metodologías de muestreo pueden consultarse dentro del *ANX.4. Soporte Biodiversidad> b) fauna> b.5) Métodos de muestreo.*

CONSULTA PÚBLICA

- ***Ubicación de los sitios de muestreo***

A continuación, se presentan las ubicaciones de los métodos aplicados en campo tanto para la Región Ecológica (RE) como para el Área de Proyecto (AP).

Sitios de conteo de aves

Tabla III.103. Puntos de conteo de aves dentro de la RE y AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia.

Sitio	Puntos de conteo en RE		Puntos de conteo en AP	
	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y
PC1	351731.5300	2306009.2210	353793.0534	2304290.3050
PC2	353895.7141	2304287.9510	351637.0446	2305914.7910
PC3	355523.3407	2301068.0390	355580.5149	2301117.6200
PC4	357555.4494	2299513.3860	357562.9887	2299432.2420
PC5	359225.0968	2299182.0160	359409.1721	2299189.9730
PC6	361440.8824	2298347.1680	361908.4567	2298452.7920
PC7	363112.3752	2297585.4580	362994.1609	2297597.7410
PC8	363519.8065	2297251.0820	363463.9889	2297171.1260
PC9	364276.6867	2296597.9990	364424.8013	2296617.7590
PC10	364356.3764	2296585.3330	364912.1390	2296731.3210
PC11	370819.9530	2288494.5310	370354.3751	2288507.4280
PC12	371933.6171	2287304.7830	371852.0948	2287234.4380
PC13	373374.7116	2285928.3310	373490.7403	2285945.3910
PC14	375426.7482	2284305.1660	375633.0444	2284135.7140
PC15	377184.2477	2284097.3340	377132.7380	2283701.7490
PC16	381841.1074	2283748.5780	381721.2266	2283512.2580
PC17	384799.7065	2280967.6930	384746.5481	2280918.8800
PC18	386333.4139	2279354.0530	386866.5751	2279268.4340
PC19	393673.6213	2268144.2750	393728.5354	2268139.1380
PC20	399641.0082	2263245.5240	399848.0530	2263320.1290
PC21	406707.4071	2254985.4690	406475.7384	2255092.1430
PC22	406171.2198	2252980.9900	405348.7721	2252733.1720
PC23	406680.7219	2247950.3030	407037.5825	2247937.9130
PC24	407603.6717	2244350.1110	407690.0159	2244495.1790

Transectos lineales para mamíferos y herpetofauna

Tabla III.104. Vértices de los transectos de muestreo de la RE y AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia.

Sitio	Transectos de fauna RE				Transectos de fauna RE			
	Inicio		Final		Inicio		Final	
	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y
T1	351672.9559	2305948.5450	351599.1578	2305881.0630	351718.3730	2306045.7760	351751.5636	2305951.4450
T2	353793.0534	2304290.3050	353753.4167	2304198.4950	353839.3267	2304310.8000	353926.1213	2304261.1340
T3	355580.5149	2301117.6200	355670.1360	2301073.2570	355523.3407	2301068.0390	355603.0257	2301007.6210
T4	357555.4494	2299513.3860	357493.7140	2299592.0540	357562.9887	2299432.2420	357615.7274	2299347.2790
T5	359409.1721	2299189.9730	359504.8481	2299160.8850	359225.0968	2299182.0160	359318.0467	2299145.1340
T6	361908.4567	2298452.7920	361911.8699	2298352.8500	361440.8824	2298347.1680	361540.7348	2298352.5980
T7	362994.1609	2297597.7410	362905.9445	2297644.8350	363112.3752	2297585.4580	363036.0597	2297650.0790
T8	363463.9889	2297171.1260	363446.1745	2297072.7250	363495.4600	2297263.3360	363574.0918	2297201.5530
T9	364424.8013	2296617.7590	364524.7851	2296619.5580	364276.6867	2296597.9990	364196.0221	2296657.1020
T10	364912.1390	2296731.3210	364913.9864	2296831.3040	364356.3764	2296585.3330	364416.1535	2296505.1660
T11	370354.3751	2288507.4280	370442.9304	2288460.9740	370819.9530	2288494.5310	370756.3239	2288571.6760
T12	371852.0948	2287234.4380	371775.4948	2287170.1540	371933.6171	2287304.7830	371979.9084	2287216.1430
T13	373490.7403	2285945.3910	373411.7247	2286006.6810	373374.7116	2285928.3310	373305.1258	2286000.1490
T14	375633.0444	2284135.7140	375588.3544	2284046.2560	375426.7482	2284305.1660	375526.4233	2284297.1120
T15	377132.7380	2283701.7490	377120.3818	2283602.5150	377184.2477	2284097.3340	377084.2484	2284097.7180
T16	381721.2266	2283512.2580	381623.9028	2283535.2380	381841.1074	2283748.5780	381938.6129	2283726.3820
T17	384746.5481	2280918.8800	384782.7238	2280825.6530	384799.7065	2280967.6930	384710.8261	2281013.5220
T18	386866.5751	2279268.4340	386787.3862	2279207.3680	386297.6941	2279360.0650	386365.0027	2279286.1090
T19	393728.5354	2268139.1380	393669.1071	2268219.5640	393673.6213	2268144.2750	393668.6585	2268044.3990
T20	399848.0530	2263320.1290	399757.9782	2263276.6950	399641.0082	2263245.5240	399543.3745	2263267.1500
T21	406475.7384	2255092.1430	406483.2985	2255191.8560	406707.4071	2254985.4690	406692.1260	2254886.6440
T22	405348.7721	2252733.1720	405436.8002	2252685.7260	406171.2198	2252980.9900	406134.4532	2252887.9940
T23	407037.5825	2247937.9130	407116.0803	2247999.8650	406680.7219	2247950.3030	406617.8633	2248028.0770
T24	407690.0159	2244495.1790	407771.5447	2244437.2740	407603.6717	2244350.1110	407573.9146	2244254.6420

CONSULTA PÚBLICA

Trampas Tomahawk para mamíferos

Tabla III.105. Ubicación de Trampas Tomahawk dentro de la RE y el AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia.

Sitio	Trampa Tomahawk en RE		Trampa Tomahawk en AP	
	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y
TT1	351636.2174	2305914.9510	351749.3703	2305957.6780
TT2	353793.0534	2304290.3050	355594.5403	2301014.0550
TT3	355626.5467	2301094.8340	357613.3124	2299351.1700
TT4	357535.3920	2299538.9450	359312.7225	2299147.2470
TT5	359434.8098	2299182.1780	361481.2775	2298349.3640
TT6	361909.1829	2298431.5290	363070.5245	2297620.8950
TT7	362937.6133	2297627.9290	363539.9839	2297228.3520
TT8	363456.9105	2297132.0270	364256.0959	2296613.0860
TT9	364431.6061	2296617.8810	364358.9408	2296581.8930
TT10	364913.4611	2296802.8750	370795.3675	2288524.3390
TT11	370412.3898	2288476.9950	371936.5639	2287299.1410
TT12	371838.2010	2287222.7780	373327.1848	2285977.3830
TT13	373474.1112	2285958.2900	375451.6604	2284303.1530
TT14	375595.7934	2284061.1470	377172.8417	2284097.3780
TT15	377120.3818	2283602.5150	381857.5777	2283744.8290
TT16	381698.8722	2283517.5360	384733.4682	2281001.8470
TT17	384776.3053	2280842.1940	386314.7009	2279341.3790
TT18	386860.9631	2279264.1070	353869.1757	2304293.7200
TT19	393681.2582	2268203.1200	393672.0268	2268112.1860
TT20	399788.2177	2263291.2770	399637.5157	2263246.2980
TT21	406477.2746	2255112.4040	406705.1635	2254970.9600
TT22	405373.0031	2252720.1120	406135.7984	2252891.3970
TT23	407045.4358	2247944.1110	406639.8971	2248000.8150
TT24	407714.7141	2244477.6370	407591.4485	2244310.8960

Trampas Sherman para mamíferos

Tabla III.106. Ubicación de Trampas Sherman dentro de la RE y el AP. Formato UTM 32614 WGS84. Elaboración propia.

Sitio	Trampa Tomahawk en RE		Trampa Tomahawk en AP	
	Este X	Norte Y	Este X	Norte Y
TT1	351618.3170	2305898.5830	351740.9144	2305981.7110
TT2	353780.5448	2304261.3310	355550.3908	2301047.5290
TT3	355605.5368	2301105.2340	357505.8048	2299576.6470
TT4	357586.0372	2299395.1100	359271.5717	2299163.5750
TT5	359467.5708	2299172.2180	361464.1442	2298348.4330
TT6	361910.6285	2298389.1990	363088.0039	2297606.0940
TT7	362962.1028	2297614.8550	363525.6610	2297239.6060
TT8	363449.7698	2297092.5850	364236.3544	2296627.5510
TT9	364495.0064	2296619.0220	364409.9342	2296513.5070
TT10	364912.8145	2296767.8800	370808.6935	2288508.1820
TT11	370398.6528	2288484.2010	371933.6171	2287304.7830
TT12	371803.0110	2287193.2460	373363.0300	2285940.3880
TT13	373451.2325	2285976.0360	375483.1799	2284300.6060
TT14	375628.0998	2284125.8170	377153.0348	2284097.9030
TT15	377121.9632	2283615.2150	381889.8602	2283737.4800
TT16	381656.7757	2283527.4760	384755.2663	2280990.6080
TT17	384764.6359	2280872.2670	386338.1659	2279315.5960
TT18	386816.8723	2279230.1060	353886.5784	2304283.7620
TT19	393719.5299	2268151.3260	393670.3894	2268079.2320
TT20	399824.4766	2263308.7610	399592.1914	2263256.3370
TT21	406479.0997	2255136.4770	406699.7665	2254936.0570
TT22	405406.8801	2252701.8530	406152.8365	2252934.4920
TT23	407079.5603	2247971.0430	406655.1787	2247981.9070
TT24	407730.7803	2244466.2260	407584.5890	2244288.8880

Las coordenadas de los muestreos biológicos pueden consultarse dentro de la ruta *Anexos> ANX.4. Soportes biodiversidad> b) Fauna> b.3) Vectores> AP y RE*.

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.95. Colocación de trampas Sherman y Tomahawk para el registro de mamíferos medianos y pequeños. Elaboración propia.



Figura III.96. Registro de anfibios y reptiles. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA



Figura III.97. Registro visual y fotográfico de las aves. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA



Buteo jamaicensis



Columbina inca



Cathartes aura



Corvus corax

CONSULTA PÚBLICA



Crotophaga sulcirostris



Haemorhous mexicanus



Falco sparverius



Lanius ludovicianus

CONSULTA PÚBLICA



Mimus polyglotus



Polioptila caerulea



Psaltriparus minimus



Pyrocephalus rubinus

CONSULTA PÚBLICA



Chondestes grammacus



Sayornis saya



Phainopepla nitens



Toxostoma curvirostre

CONSULTA PÚBLICA



Campylorhynchus brunneicapillus



Icterus parisorum



Caracara plancus



Ardea alba

Figura III.98. Registro fotográfico de algunas especies de aves Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA



Huellas de *Canis latrans*



Huellas de *Urocyon cinereoargentus*



Huellas de *Procyon lotor*



Excreta de *Canis latrans*

COPIA



Restos de *Bassariscus astutus*



Excretas de *Bassariscus astutus*



Excreta de *Lynx rufus*



Lepus californicus



Urocyon cinereoargenteus



Otospermophilus variegatus

Figura III.99. Registro fotográfico de algunas especies de mamíferos. Elaboración propia.

COPIA PÚBLICA



Lampropeltis annulata



Dryophytes arenicolor



Sceloporus torquatus



Sceloporus spinosus



Pituophis deppei



Trachemys scripta

Figura III.100. Registro fotográfico de algunas especies de anfibios y reptiles. Elaboración propia.

COPIA PÚBLICA

c) Análisis para la confiabilidad estadística

c.1) Curva de Acumulación de Especies (CAE)

A continuación, se presentan los modelos utilizados, bajo el supuesto de que cuando no se asume una distribución estadística conocida o no se ajustan a ningún modelo determinado. Se emplean generalmente cuando no tenemos datos del número de especies, ya que no hay manera de conocer cómo se comporta la distribución de individuos por especie (Villareal, H. M. et al., (2004).

Chao 1 (Chao 1 Mean en el programa EstimateS): Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por dos individuos en las muestras (doubletons).

Chao 2 (Chao 2 Mean en el programa EstimateS): Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que sólo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras).

Bootstrap (Bootstrap Mean en el programa EstimateS): Estima la riqueza de especies a partir de la proporción de muestras que contienen a cada especie.

- ***Resultados para la RE y el AP***

Se presentan los valores resultantes de la CAE de los grupos de vertebrados terrestres muestreados tanto en la RE como en el AP, destacando que todos presentan una representatividad arriba del 80 %, por lo indica la literatura para considerar **CONFIABLE** el muestreo. Se presentan los valores resultantes de la CAE de los grupos de vertebrados terrestres muestreados tanto en la RE como en el AP, destacando que todos presentan una representatividad arriba del 80 %, por lo indica la literatura para considerar **CONFIABLE** el muestreo.

En el caso de los quirópteros, el esfuerzo de muestreo se concentró exclusivamente en la Región Ecológica (RE), debido a que este grupo presenta patrones de movilidad y uso del espacio que operan a una escala espacial mayor que la del área del proyecto (AP). Se ha señalado que la composición y actividad de las comunidades de quirópteros está fuertemente influenciada por variables del paisaje a escala regional, más que por condiciones microambientales puntuales (Kunz et al., 2007). En este sentido, la RE constituye la unidad de análisis adecuada para caracterizar la riqueza y composición del ensamble de murciélagos, ya que integra las condiciones ambientales y de cobertura vegetal que también se encuentran representadas en el AP. Por lo tanto, la detección de especies en la RE permite inferir su potencial presencia en el AP, manteniendo la representatividad y confiabilidad del muestreo.

Tabla III.107. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE) para la RE. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Riquza (S)	Chao 1 Mean	% de registro	Chao 2 Mean	% de registro	Bootstrap Mean	% de registro	Promedio
Anfibios	1	1.00	100.00	1.00	100.00	1.12	89.29	**96.43**
Reptiles	7	7.00	100.00	7.48	93.58	8.01	87.39	**93.37**
Mamíferos	8	8.00	100.00	8.00	100.00	9.12	87.72	**95.54**
Aves	64	64.05	99.92	69.85	91.62	74.44	85.98	**92.16**
Quirópteros	3	3.86	77.72	3.67	81.74	3.59	83.57	**81.01**

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.108. Resultantes de la curva de acumulación de especies (CAE) para el AP. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Riquza (S)	Chao 1 Mean	% de registro	Chao 2 Mean	% de registro	Bootstrap Mean	% de registro	Promedio
Anfibios	1	1.00	100.00	1.00	100.00	1.12	89.29	**96.43**
Reptiles	5	5.00	100.00	5.00	100.00	5.65	88.50	**95.85**
Mamíferos	7	7	100.00	7.48	93.58	7.95	88.05	**93.62**
Aves	38	38.43	98.88	47.34	80.27	43.66	87.04	**88.08**

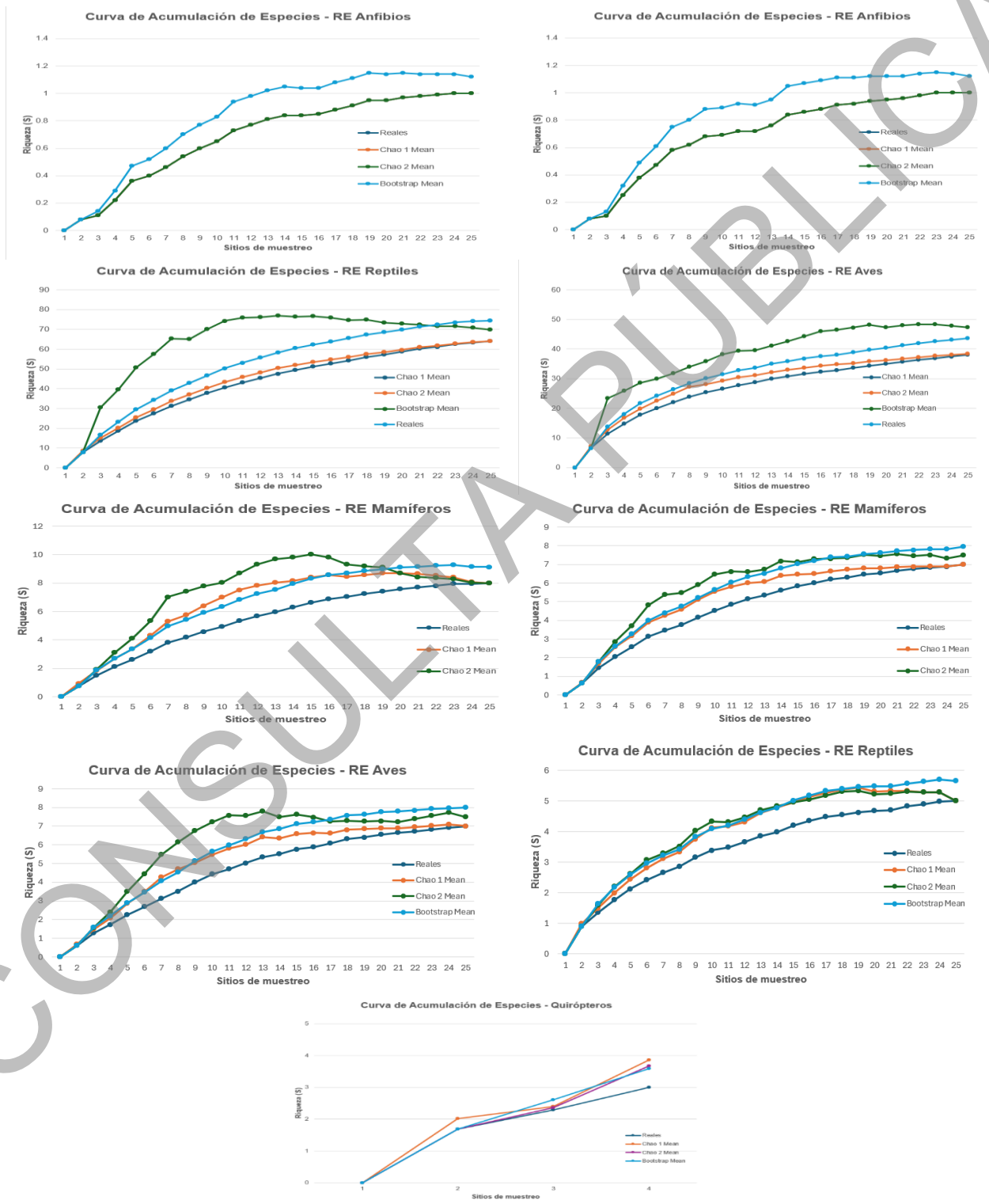


Figura III 101. CAEs de RE y AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

d) Análisis de la información para la caracterización de la fauna

d.1) Descripción de la fauna potencial

Descripción generada a través de los registros históricos del Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (CONABIO) del periodo comprendido entre 1901 y 2024 (123 años de registros históricos), con la finalidad de obtener un listado de la fauna presente dentro de la RE y AP. Asimismo, se realizó un conteo de puntos de registros de especies de a través de polígonos hexagonales de dimensiones fijas, con un alto y un ancho de 2.5 kilómetros.

d.2) Descripción de la fauna a través de muestreos biológicos

Para este análisis, se agruparon a las especies por grupo de vertebrado terrestre (anfibios, aves, mamíferos y reptiles) para identificar la riqueza de especies de manera general y desarrollando una descripción puntual. Además, se analizarán los grados de riesgo de las especies contrastando con la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y Cites, así como su distribución y nivel de endemismo de acuerdo con Enciclovida conforme a los siguiente:

- **Categorías de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019)**



Sujeta a protección especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.



Amenazada (A): Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.



En peligro de extinción (P): Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

- **Categorías de riesgo de la Lista Roja de la Unión Internación para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)**



Datos insuficientes (DD): Un taxón se incluye en DD cuando no hay información adecuada para caer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción basándose en la distribución y/o condición de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado, y su biología ser bien conocida, pero carecer de los datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución.



Preocupación menor (LC): Un taxón se considera en LC cuando, habiendo sido evaluado, no cumple con ninguno de los criterios que definen las categorías siguientes.

CONSULTA PÚBLICA



Casi amenazado (NT): Un taxón está NT cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente con criterios superiores, pero está próximo a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano.



Vulnerable (VU): Un taxón es VU cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción alto en estado silvestre.



En peligro (EN): Un taxón está en EN cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para En Peligro y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción muy alto en estado silvestre.



En peligro crítico (CR): Un taxón está en CR cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios de A-E para en CR y, por consiguiente, se considera que se enfrenta a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado silvestre.

- **Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES)**



Apéndice I: se incluyen las especies sobre las que se cierne el mayor grado de peligro entre las especies de fauna y de flora incluidas en los Apéndices de la CITES. Estas especies están en peligro de extinción y la CITES prohíbe el comercio internacional de especímenes de esas especies, salvo cuando la importación se realiza con fines no comerciales, por ejemplo, para la investigación científica. En estos casos excepcionales, puede realizarse la transacción comercial siempre y cuando se autorice mediante la concesión de un permiso de importación y un permiso de exportación (o certificado de reexportación). Además, en el Artículo VII de la Convención se prevén excepciones y otras disposiciones al respecto.



Apéndice II: se incluyen las especies que no están necesariamente amenazadas de extinción pero que podrían llegar a estarlo a menos que se contrale estrictamente su comercio. En este Apéndice figuran también las llamadas "especies semejantes", es decir, especies cuyos especímenes objeto de comercio son semejantes a los de las especies incluidas por motivos de conservación. El comercio internacional de especímenes de especies del Apéndice II puede autorizarse concediendo un permiso de exportación o un certificado de reexportación. En el marco de la CITES no es preciso contar con un permiso de importación para esas especies (pese a que en algunos países que imponen medidas más estrictas que las exigidas por la CITES se necesita un permiso).



Apéndice III: se incluyen a las especies incluidas a solicitud de una Parte que ya reglamenta el comercio de dicha especie y necesita la cooperación de otros países para evitar la explotación insostenible o ilegal de las mismas. Sólo se autoriza el comercio internacional de especímenes de estas especies previa presentación de los permisos o certificados apropiados.

CONSULTA PÚBLICA

d.3) Descripción de la biodiversidad

Riqueza (S): Para la descripción de la riqueza sólo se atiende a la presencia de las especies en sus diferentes grupos faunísticos.

Abundancia: Aquí se aborda la cantidad de individuos presentes dentro de las zonas analizadas, en diferentes niveles taxonómicos.

Diversidad: La diversidad de especies en cada sitio de muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el índice de dominancia de Simpson (ʎ), por considerar que son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente, se evaluó el índice de equitatividad de Pielou (J´) para comparar la diversidad calculada con el índice de H´ y la máxima diversidad que puede albergar el área de estudio (Krebs, 1985; Meave *et al.*, 1992; Catalan-Heverástico *et al*., 2003, Halffter *et al*, 2007).

Índice de Shannon-Wiener (H')

Este índice se representa como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; **valores inferiores a 2** se consideran **bajos**, entre **2 y 3.5** se **considera media**, y **superiores a 3.5 son altos**, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más:

$$H' = -\sum pi \ln pi$$

Dónde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni/N.

Índice de dominancia de Simpson (ʎ)

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes. Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ, en donde entre más cercano es el valor a 0, mayor será la diversidad. Valores entre 0 y 0.4 son considerados como altos, mayores a 0.4 y hasta 0.8 se consideran como medios y superiores a 0.8 se consideran bajos (Lande, 1996). A continuación, se presenta la ecuación para obtener su resultado:

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Índice de equitatividad de Pielou (J´)

Este índice permite compara la diversidad esperada con la calculada y determinar un valor que indica la relación que existe entre la intensidad del muestreo y lo que el indicador puntualiza.

CONSULTA PÚBLICA

Valores entre 0 y 0.3 indican una baja equitatividad entre la riqueza esperada y observada, mayores a 0.3 y hasta 0.8 se considera media, y superiores a 0.8 se considera como alta.

$$J´= H´/H´max$$

Dónde:

H´= índice de diversidad de Shannon-Wiener.

H´max = diversidad máxima esperada.

Serie de números de Hill

Donde la derivación de esta ecuación genera diferentes órdenes denominados q. Los tres primeros órdenes (q= 0 ó 1 ó 2) coinciden con las tres medidas más importantes de diversidad; en particular, si q = 0, entonces q0 = S (número total de especie).

Dónde:

pi = abundancia proporcional de la especie i, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.
q0= riqueza registrada en campo.
q1 = número de especies abundantes o comunes (eH’) (H’ es el Índice de Shannon-Weiner).
q2 = número de especies muy abundantes o dominantes = 1/λ (para λ ver el índice de Simpson).
A medida que aumenta el número de especies, las especies más raras tienen menos peso en la muestra y se obtienen valores más bajos de q1 y q2.

e) Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la fauna potencial y lo obtenido a través de los muestreos biológicos en campo.

e.1) Fauna potencial dentro de la Región Ecológica (RE)

Mediante la recopilación de registros de especies extraídos desde el Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la CONABIO, se obtuvieron un total de **32,540 registros** para la Región Ecológica (RE), pertenecientes a un total de **484 especies potenciales de fauna**.

Los datos obtenidos fueron procesados en el sistema de información geográfica denominado como QGIS 3.40.4, donde se realizó un corte de los registros delimitándolos a la Región Ecológica (RE) para posteriormente realizar un conteo de puntos dentro de los polígonos hexagonales de dimensiones fijas creados a partir de una cuadricula, cada uno de ellos un alto y un ancho de 2.5 kilómetros para reflejar tanto la riqueza como la abundancia (según el caso), contenida en cada uno de los polígonos delimitados, así como la distribución de esta misma.

Para ello, se establecieron rangos de acuerdo con el número máximo y mínimo de especies (en el caso de riqueza) o individuos (en el caso de abundancia) acumulados en la cuadrícula de polígonos hexagonales distribuidos en la Región Ecológica (RE), de tal modo que se creó un gradiente de acuerdo con el número de especies contenidas en cada uno de estos polígonos.

CONSULTA PÚBLICA

Como parte de la caracterización del componente fauna, estos resultados se consideran suficientes puesto que permiten analizar la riqueza dentro de esta Región Ecológica a través del **periodo comprendido entre 1901 y 2024 (123 años de registros históricos)**, lo cual ofrece un análisis más detallado sobre la riqueza que se pudiera registrar a través de muestreos en campo, además de que se trata de registros depurados y con una identificación con valides por la comunidad científica. Es por ello que se concluye que esta información es válida para este componente.

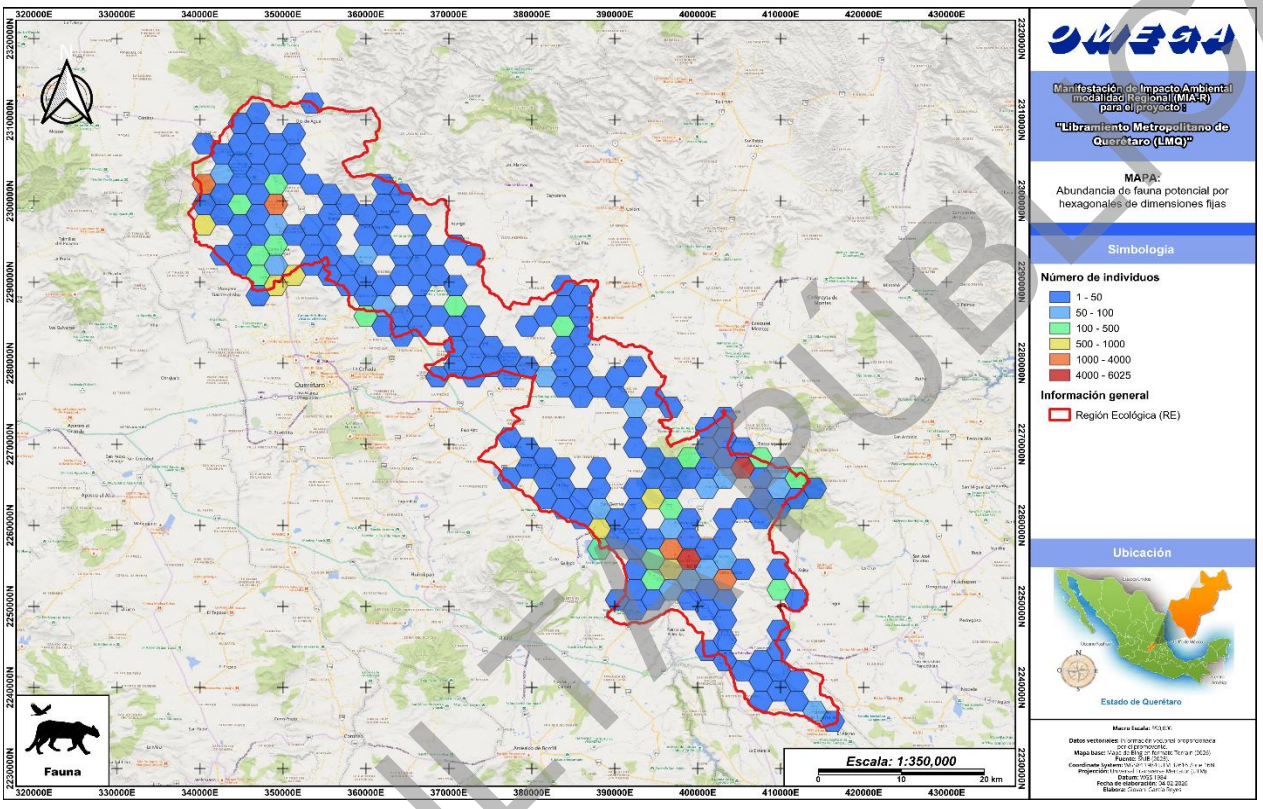


Figura III.102. Registro de abundancias de fauna por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

En el área de la Región Ecológica (RE) se recopilaron un total de 32,540 registros, de los cuales nada menos que el 97.74% (31,806) de ellos pertenecen al grupo de las aves, convirtiéndolo en el grupo faunístico con mayor abundancia en el área ya que abarca casi la totalidad de dichos registros. En cambio, el resto de los grupos todos juntos representan solamente 2.26% del total de registros, de modo en que los reptiles cuentan solamente con 319 registros (equivalente al 0.98%), los mamíferos con 254 registros (equivalente al 0.78%), y los anfibios con solamente 161 registros, equivalentes tan solo el 0.50% de los registros totales.

CONSULTA PÚBLICA

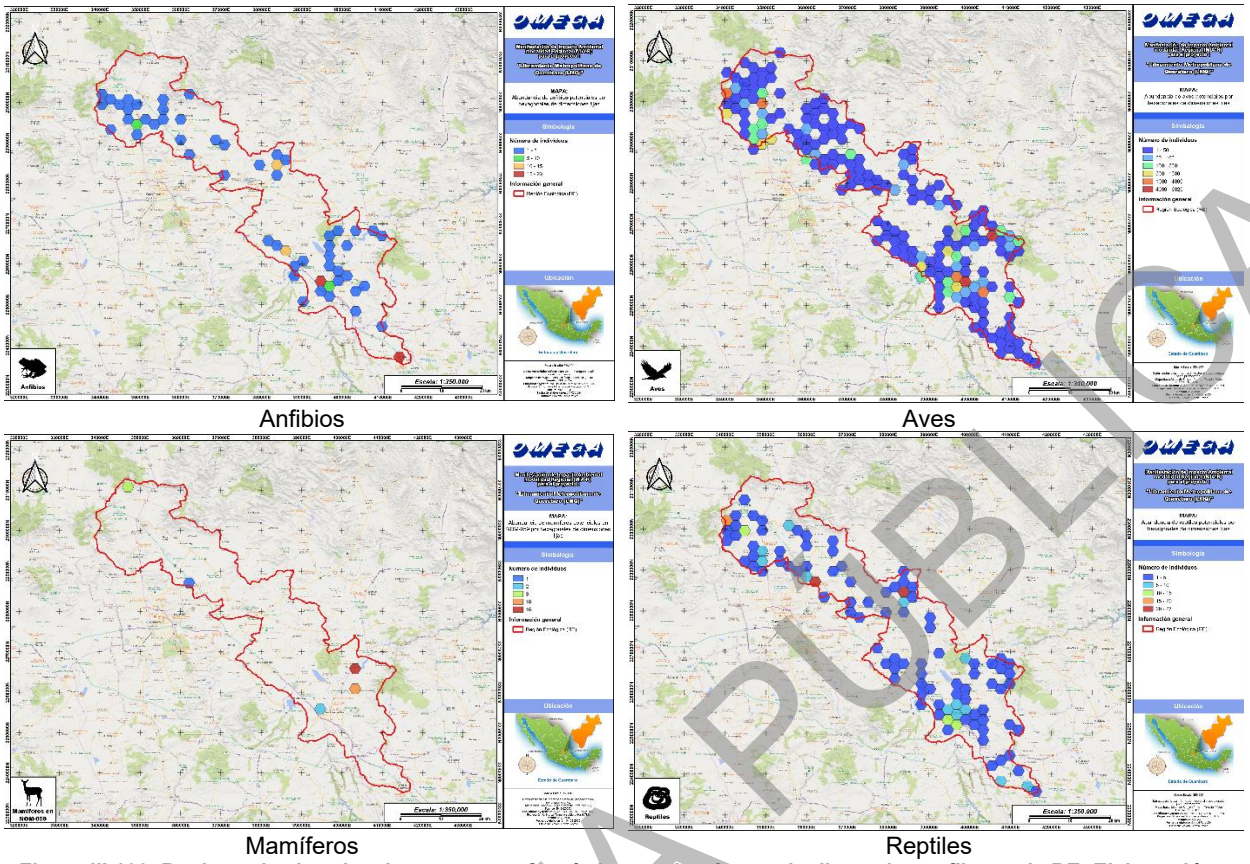


Figura III.103. Registro de abundancias por grupo faunístico por hexágono de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

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).

CONSULTA PÚBLICA

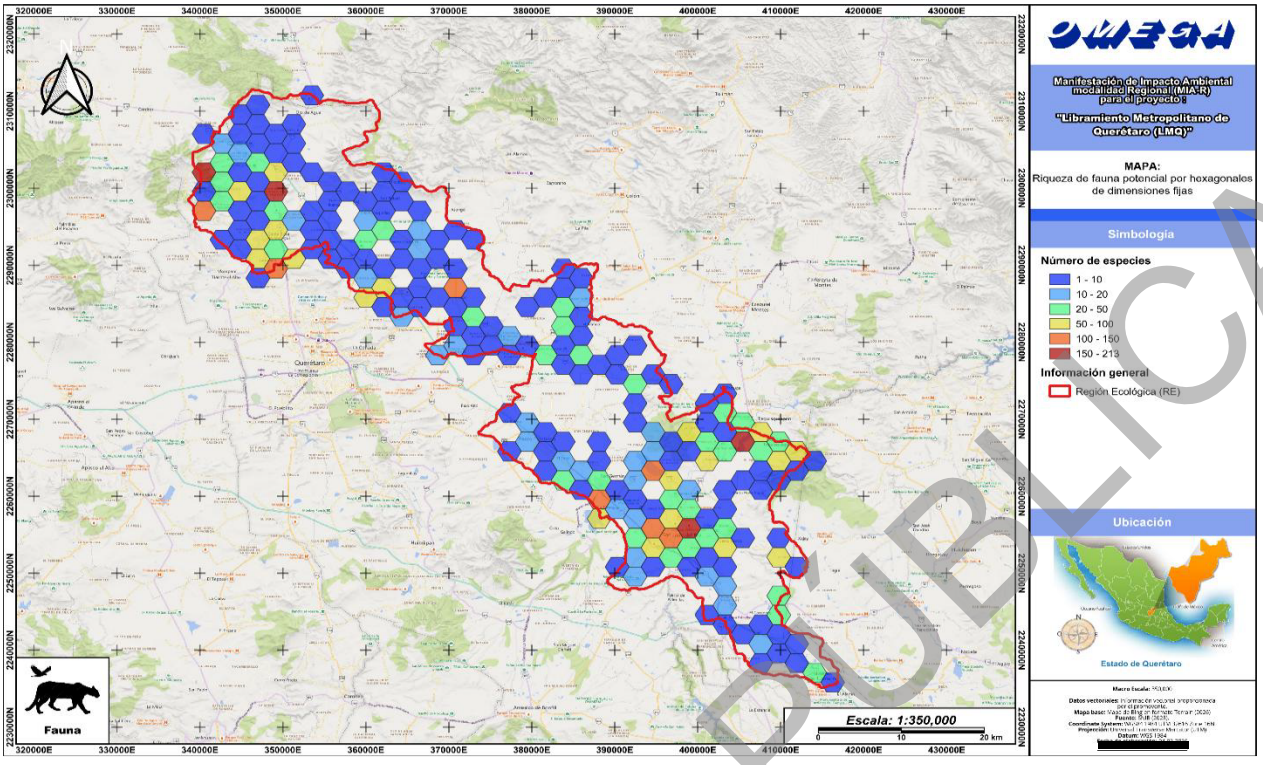


Figura III.104. Registro de riqueza de fauna por hexágonos de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

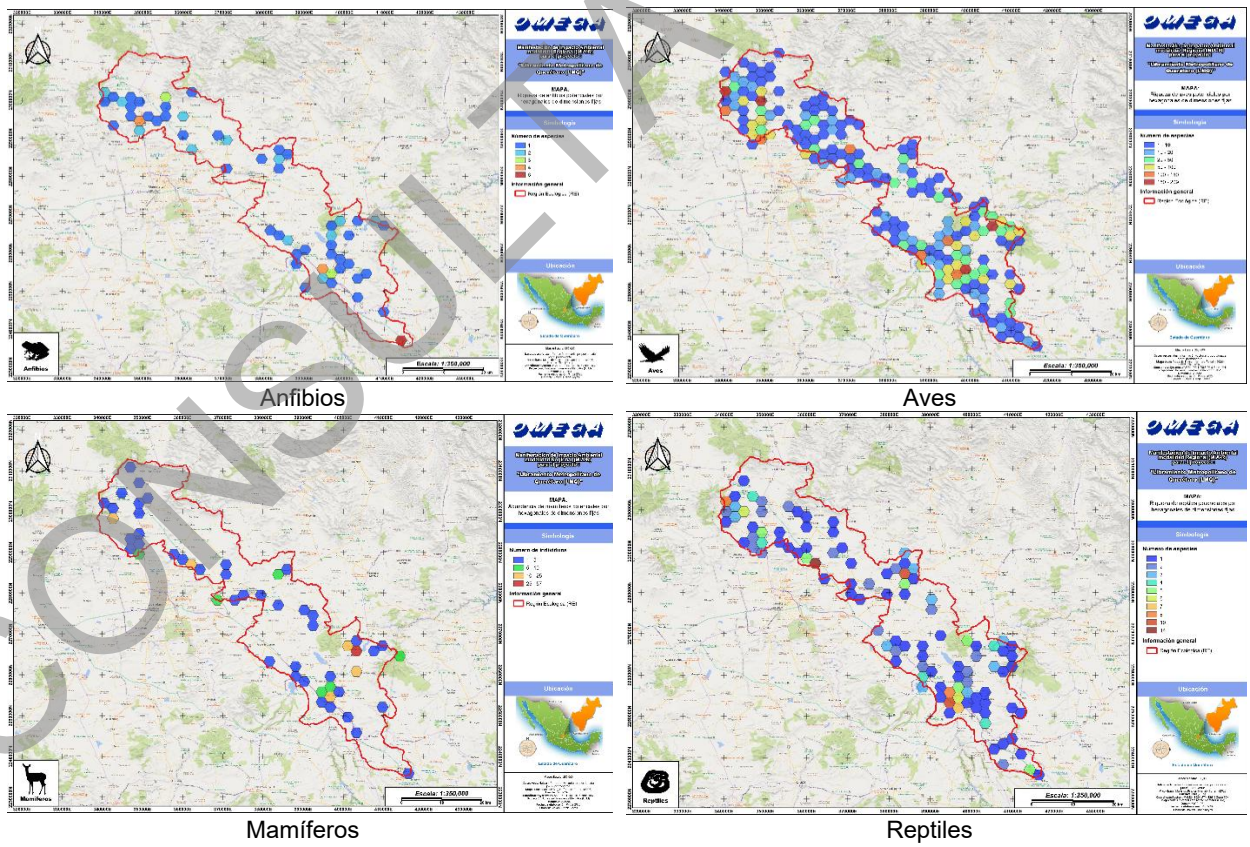


Figura III.105. Riqueza de los grupos faunísticos por hexágonos de dimensiones fijas en la RE. Elaboración propia.

Gran parte de las 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

CONSULTA PÚBLICA

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 en 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*.

Tabla III.109. Anfibios potenciales en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. Elaboración propia.

CATEGORÍA	ESPECIE	ENDEMISMO
Sujeta a Protección Especial (Pr) (5 especies)	*Ambystoma velasci*	Endémica
	Eleutherodactylus verrucipes	Endémica
	Lithobates berlandieri	No endémica
	Lithobates montezumae	Endémica
	Lithobates pustulosus	Endémica
Amenazadas (A) (3 especies)	*Dryophytes plicatus*	Endémica
	Isthmura bellii	Endémica
	Lithobates neovolcanicus	Endémica
En Peligro de Extinción (1 especie)	*Ambystoma mexicanum*	Endémica

CONSULTA PÚBLICA

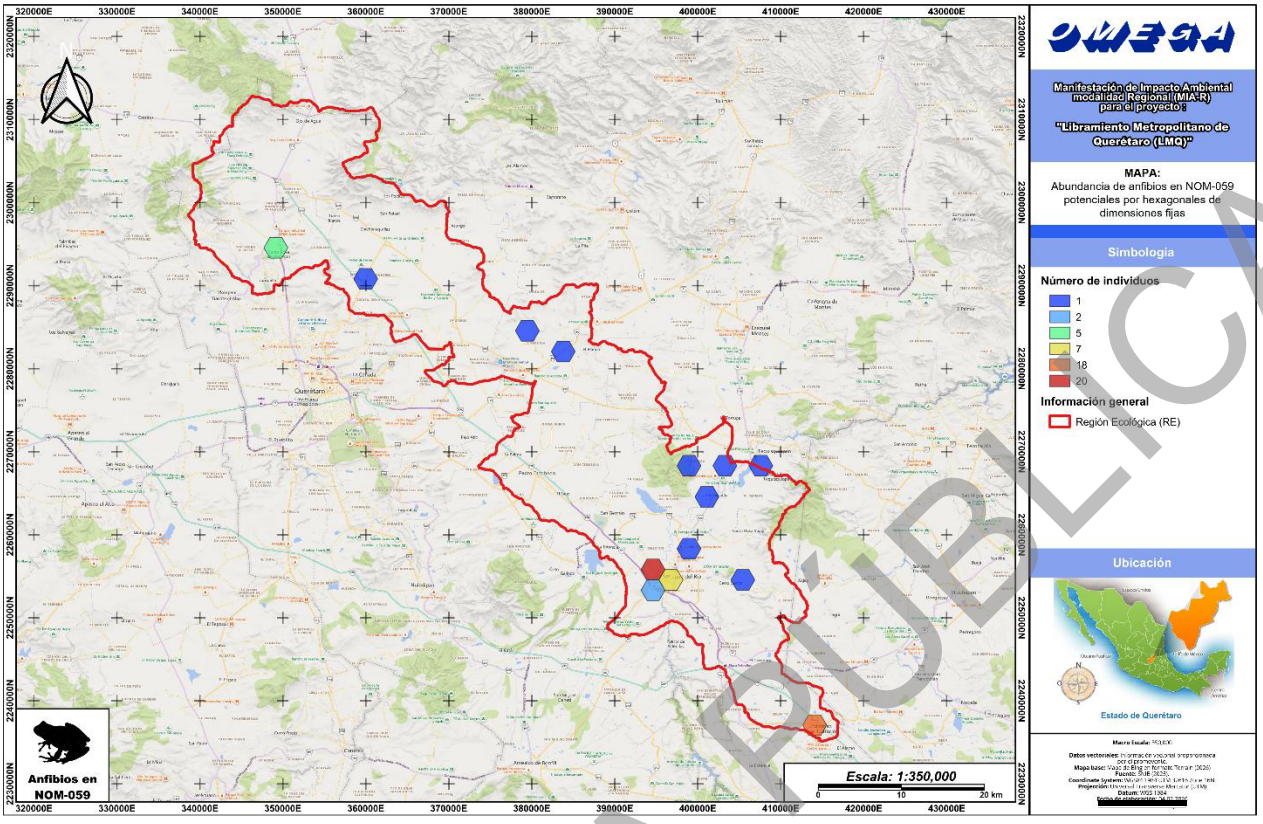


Figura III.106. Distribución de individuos de anfibios bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

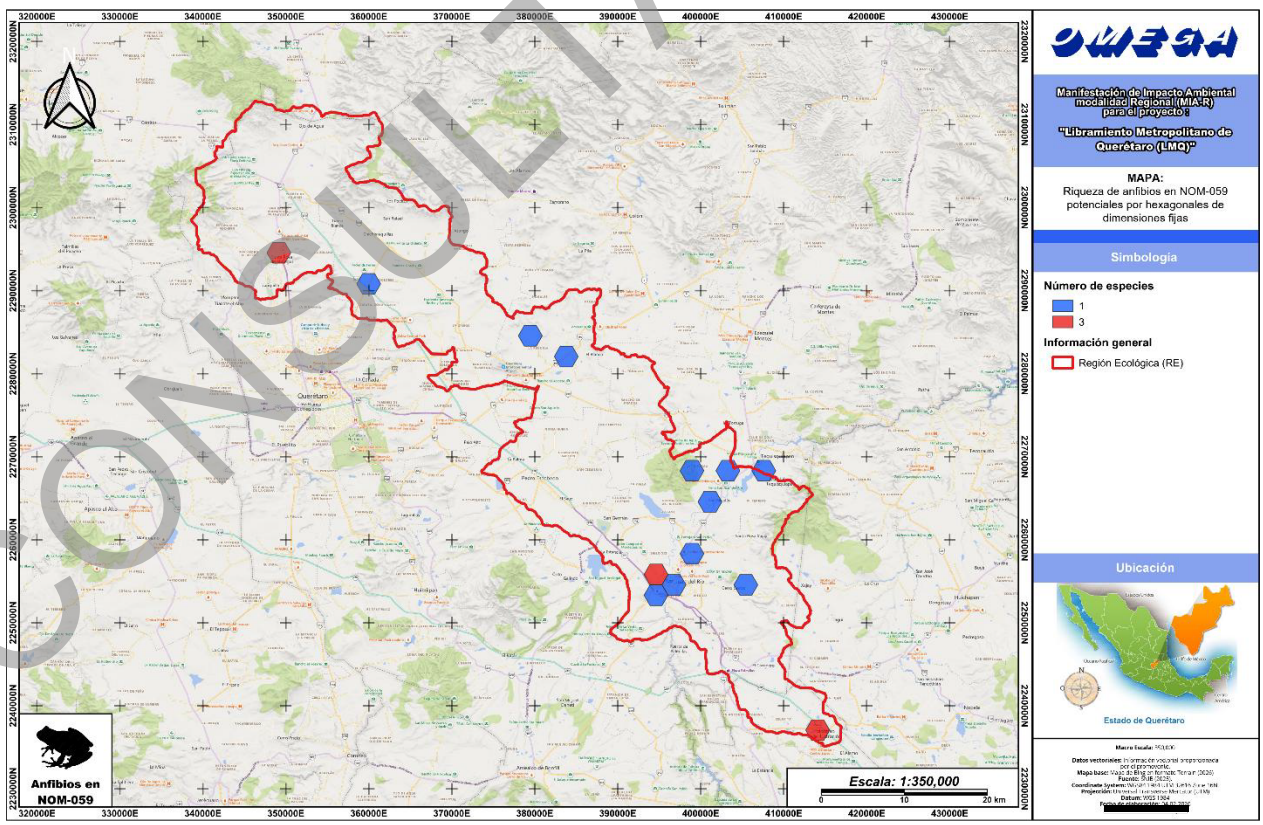


Figura III.107. Riqueza de anfibios bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

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).

Tabla III.110. Aves potenciales 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
Sujetas a Protección Especial (Pr) (17 especies)	*Accipiter cooperii*	No endémica
	Accipiter striatus	No endémica
	Buteo albonotatus	No endémica
	Buteo lineatus	No endémica
	Buteo platypterus	No endémica
	Buteo swainsoni	No endémica
	Chondrohierax uncinatus	No endémica
	Cyrtonyx montezumae	No endémica
	Falco peregrinus	No endémica
	Geranoaetus albicaudatus	No endémica
	Ictinia mississippiensis	No endémica
	Myadestes occidentalis	No endémica
	Mycteria americana	No endémica
	Parabuteo unicinctus	No endémica
	Passerina ciris	No endémica
	Tachybaptus dominicus	No endémica
	Tachybaptus dominicus brachypterus	No endémica
Amenazadas (A) (8 especies)	*Anarhynchus nivosus*	No endémica
	Anas diazi	No endémica
	Aquila chrysaetos	No endémica
	Botaurus lentiginosus	No endémica
	Calidris mauri	No endémica
	Geothlypis tolmiei	No endémica
	Megascops seductus	Endémica
	Phoenicopterus ruber	No endémica
En Peligro de Extinción (P)	*Cairina moschata*	No endémica

CONSULTA PÚBLICA

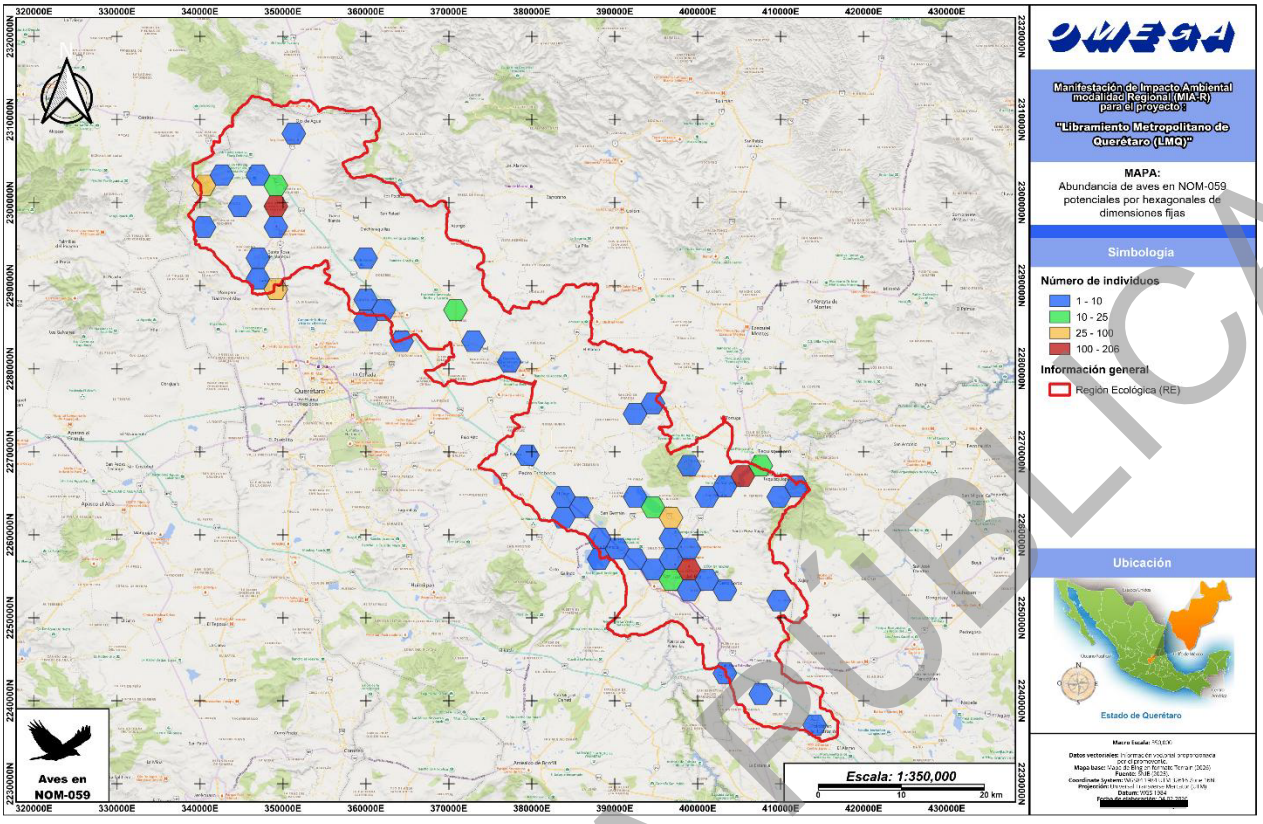


Figura III.108. Distribución de individuos de aves bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

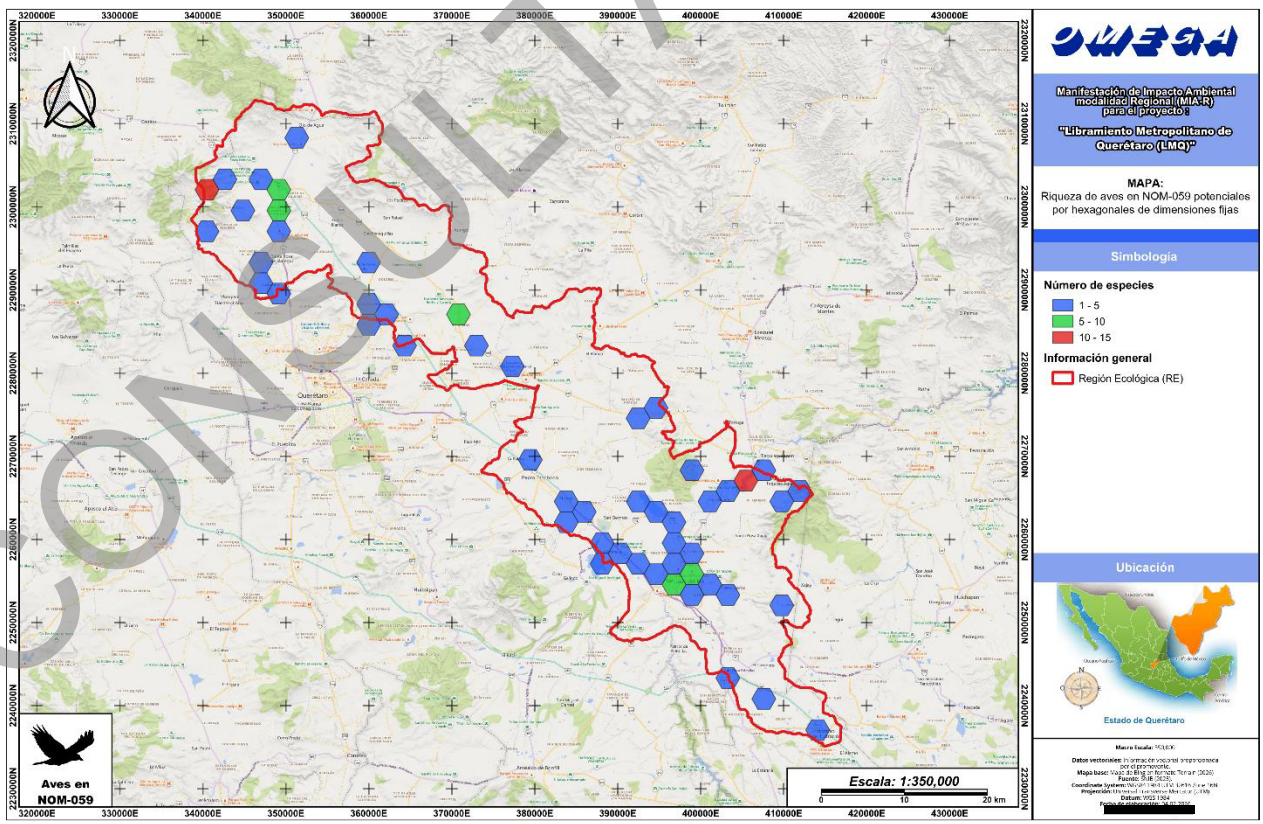


Figura III.109. Riqueza de aves bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

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).

Tabla III.111. Mamíferos potenciales 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)	*Leptonycteris yerbabuenae*	No endémica
Amenazada (A)	*Choeronycteris mexicana*	No endémica

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).

Tabla III.112. Reptiles potenciales 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
Sujetas a Protección Especial (Pr) (19 especies)	*Aspidoscelis mexicanus*	Endémica
	Crotalus aquilus	Endémica
	Crotalus atrox	No endémica
	Crotalus molossus	No endémica
	Crotalus molossus nigrescens	No endémica
	Crotalus polystictus	Endémica
	Crotalus scutulatus	No endémica
	Crotalus scutulatus scutulatus	No endémica
	Crotalus tzabcan	No endémica
	Geophis mutitorques	Endémica
	Hypsiglena jani	No endémica
	Hypsiglena torquata	Endémica
	Kinosternon hirtipes	No endémica
	Kinosternon hirtipes murrayi	No endémica
	Kinosternon integrum	Endémica
	Salvadora bairdi	Endémica
	Sceloporus grammicus	No endémica
	Sceloporus grammicus microlepidotus	No endémica
	Trachemys scripta elegans	No endémica
Amenazadas (A) (9 especies)	*Thamnophis proximus rutiloris*	No endémica
	Lampropeltis polyzona	No endémica
	Masticophis flagellum	No endémica
	Pituophis deppei	Endémica
	Pituophis deppei deppei	Endémica
	Thamnophis cyrtopsis	No endémica
	Thamnophis eques	No endémica
	Thamnophis eques eques	No endémica
	Thamnophis melanogaster	Endémica
	Thamnophis scaliger	Endémica

CONSULTA PÚBLICA

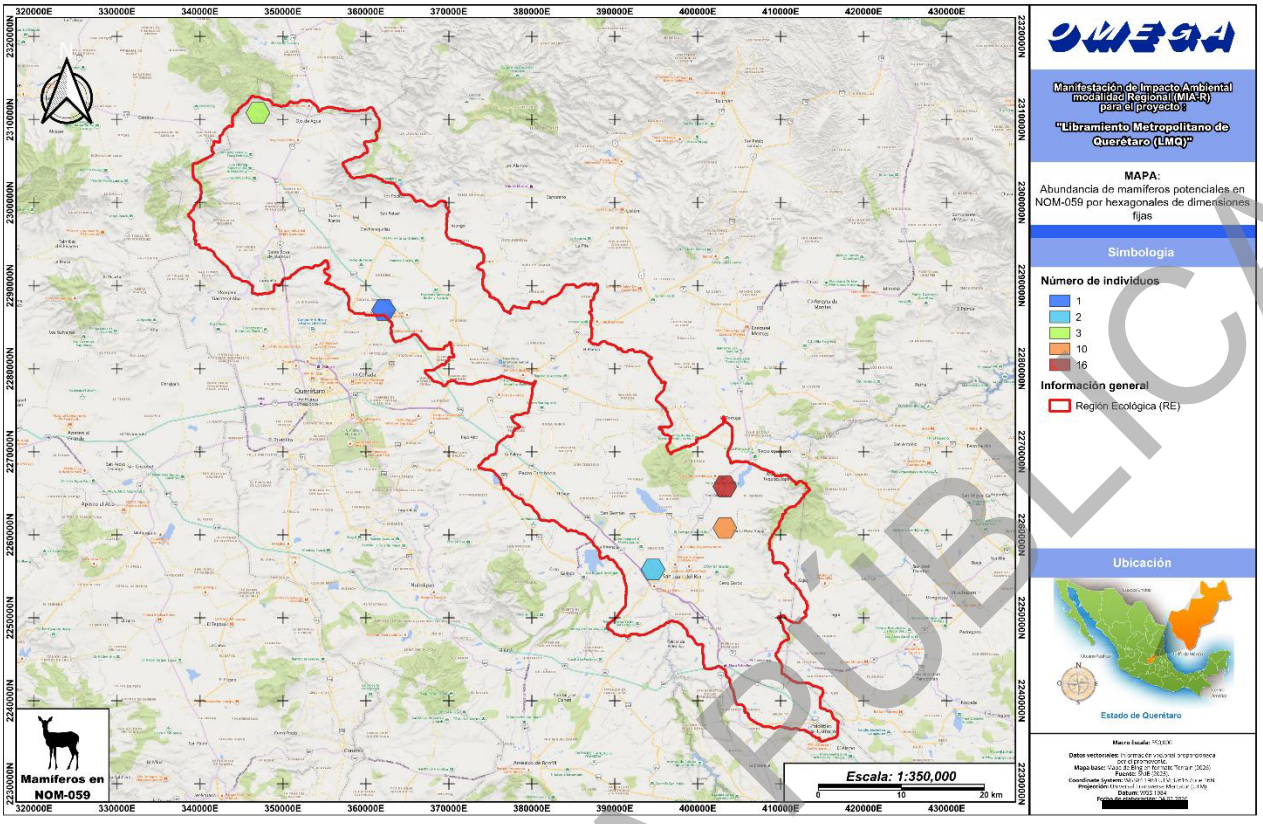


Figura III.110. Distribución de individuos de mamíferos bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

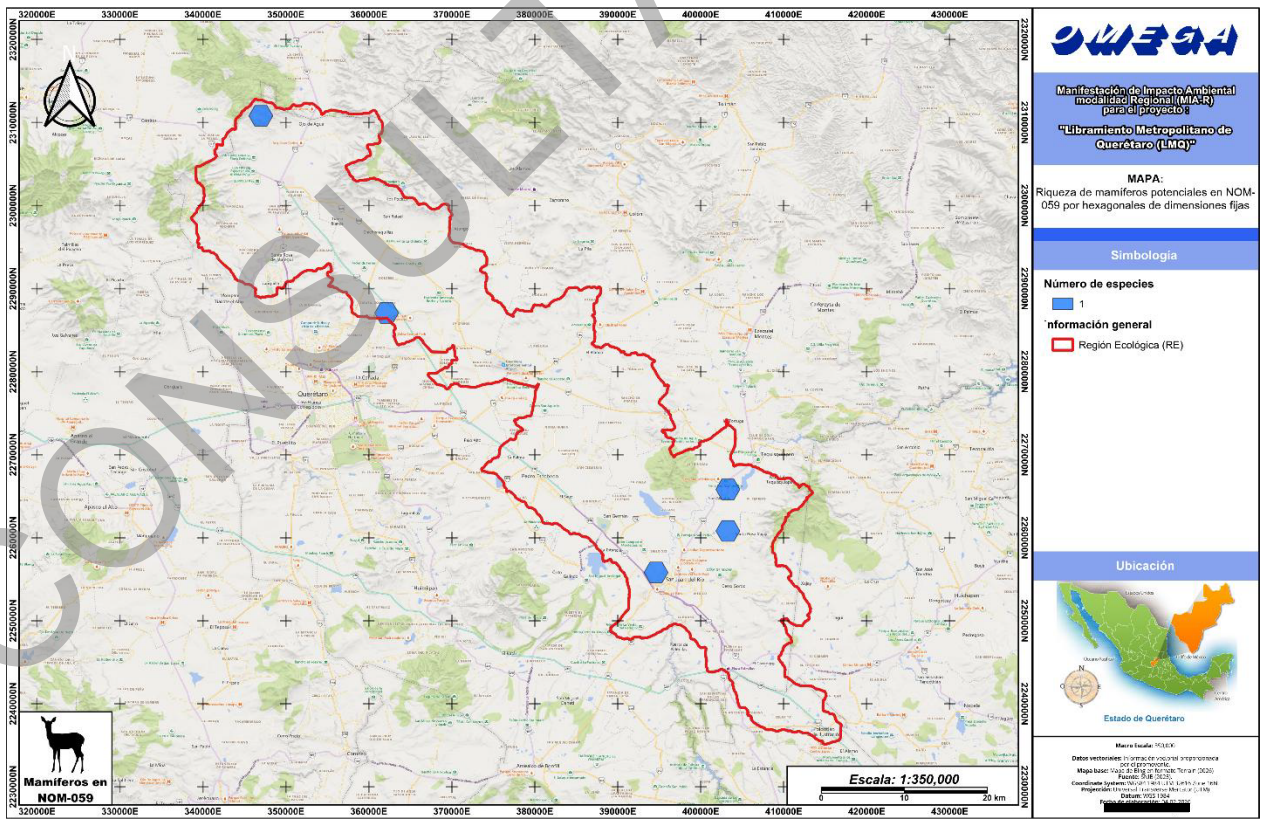


Figura III.111. Riqueza de mamíferos bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

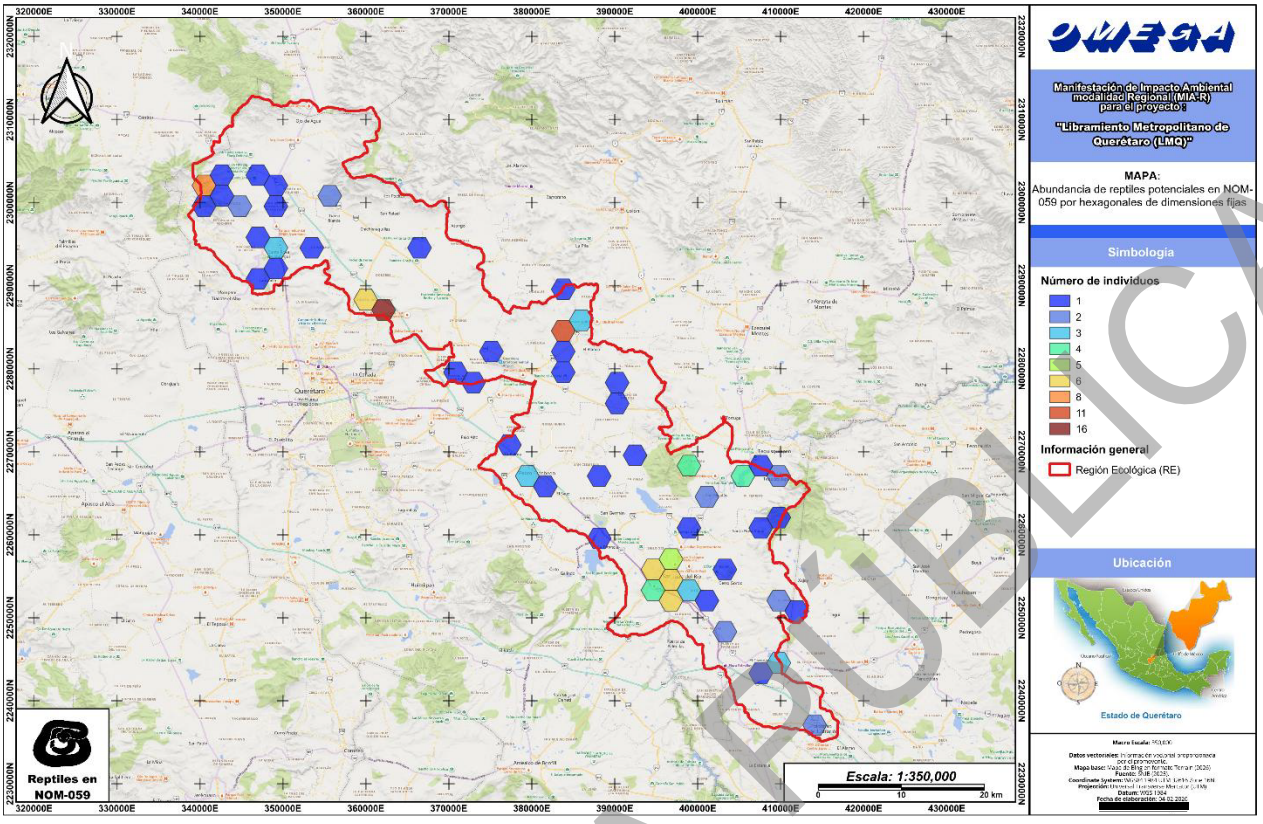


Figura III.112. Distribución de individuos de reptiles bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

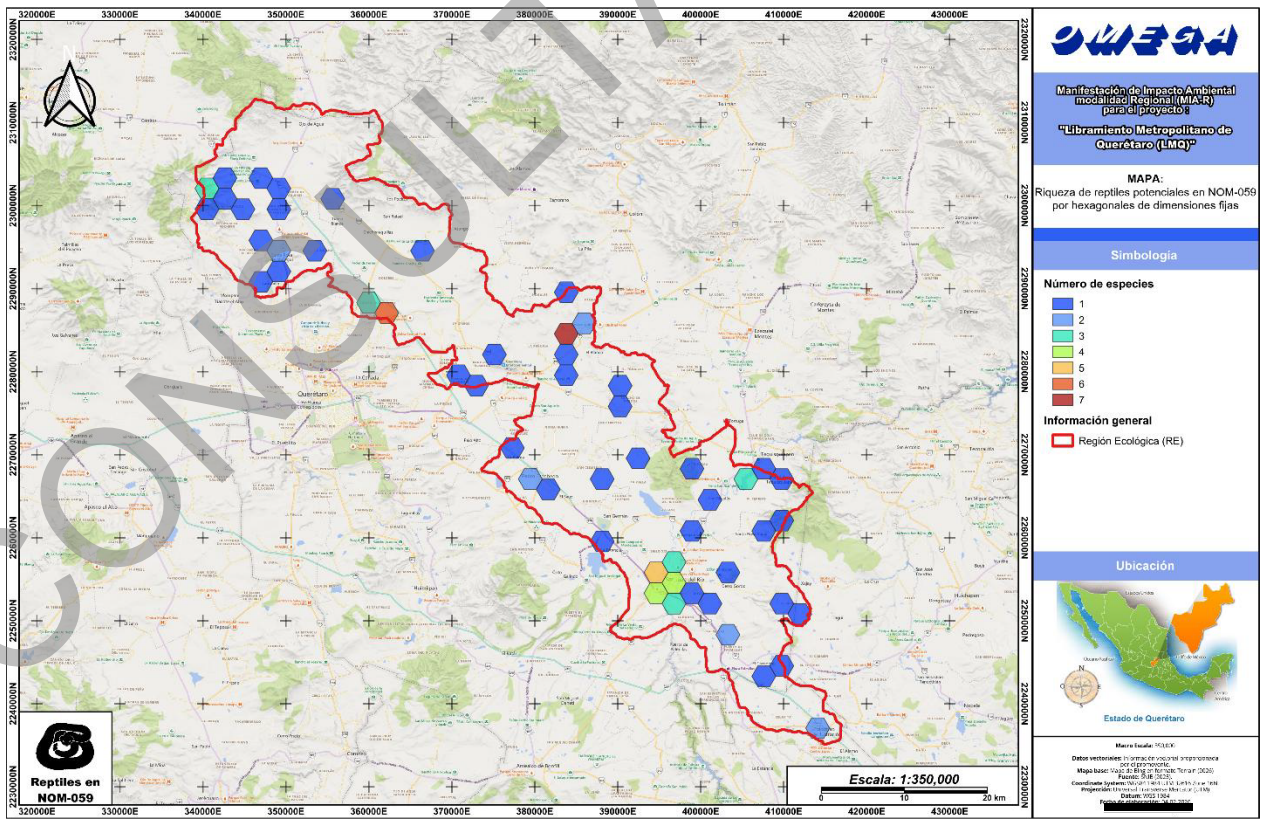


Figura III.113. Riqueza de reptiles bajo NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al anexo normativo III. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

i. Avifauna potencial conforme a su estacionalidad

Con base en el análisis de las especies de aves en el listado potencial, se registraron 225 especies residentes (R) totales en la región ecológica, de las cuales 85 son residentes y migratorias de invierno (MI), 16 son residentes, migratorias de invierno y migratorias de verano (MV), 2 son residentes, migratorias de invierno y verano y transitorias (T), una especie como residente, migratoria de invierno y oceánica (O), una especie como residente, migratoria de invierno y transitoria (R, MI, T), 4 spp. residentes y migratorias de verano (R, MV) y una como residente y transitoria (R, T).

Por otro lado, se registraron un total de 95 especies migratorias, de las cuales 70 son migratorias de invierno (MI), 10 son migratorias de invierno y verano (MI, MV), 3 son migratorias de invierno y verano además de transitorias (MI, MV, T), 9 son MI y T, y 3 spp. son MV y T. Finalmente, se tienen 7 especies transitorias (T) y 22 spp. donde no aplica la estacionalidad (NA).

Cabe aclarar que la clasificación anterior está dada por la estacionalidad de las aves en todo el país, por lo que algunas especies están agrupadas en más de una categoría, resultando en 15 grupos diferentes. En la siguiente tabla se resumen las categorías según la estacionalidad de las aves registradas en el listado potencial de la región ecológica.

Tabla III.113. Estacionalidad de las aves en el listado potencial de la RE. Elaboración propia.

Estacionalidad	Clave	Especies
Migratorio invierno	MI	70
Migratoria invierno, Migratoria verano	MI, MV	10
Migratoria invierno, Migratoria verano, Transitoria	MI, MV, T	3
Migratorio invierno, Transitoria	MI, T	9
Migratorio verano, Transitoria	MV, T	3
Residente	R	115
Residente, Migratoria invierno	R, MI	85
Transitoria, Migratoria invierno, Migratoria verano	R, MI, MV	16
Residente, Migratoria invierno, Migratoria verano, Transitoria	R, MI, MV, T	2
Residente, Migratoria invierno, Oceánica	R, MI, O	1
Residente, Migratoria invierno, Transitoria	R, MI, T	1
Residente, Migratoria verano	R, MV	4
Residente, Transitoria	R, T	1
Transitoria	T	7
No aplica	NA	22
Total		**349**

CONSULTA PÚBLICA

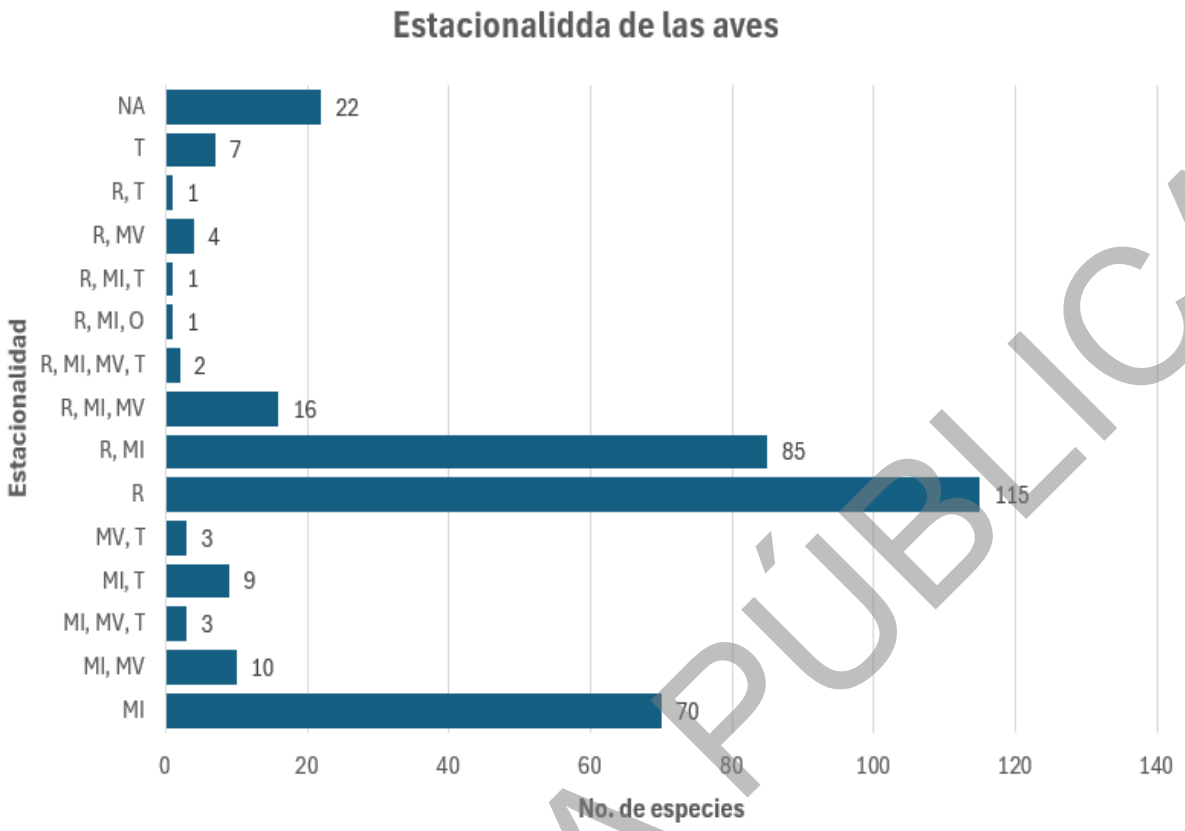


Figura III.114. Estacionalidad de las aves registradas en el listado potencial de la RE. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

e.2) Resultados a través de los muestreos biológicos

i. Composición por grupo faunístico dentro de sus hábitats

A continuación, se presenta la comparación de los resultados obtenidos a través de los muestreos biológicos de fauna dentro de la Región Ecológica (RE) y el área de proyecto (AP) analizados.

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 anfibios, 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 figura.

Tabla III.114. 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**

CONSULTA PÚBLICA

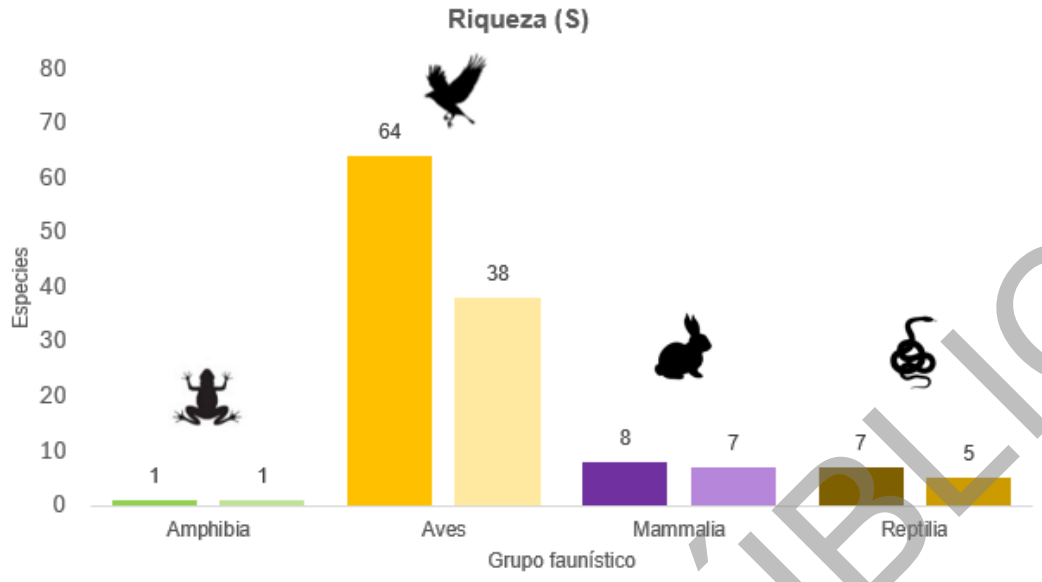


Figura III.115. Comparación de la riqueza por grupo faunístico en la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

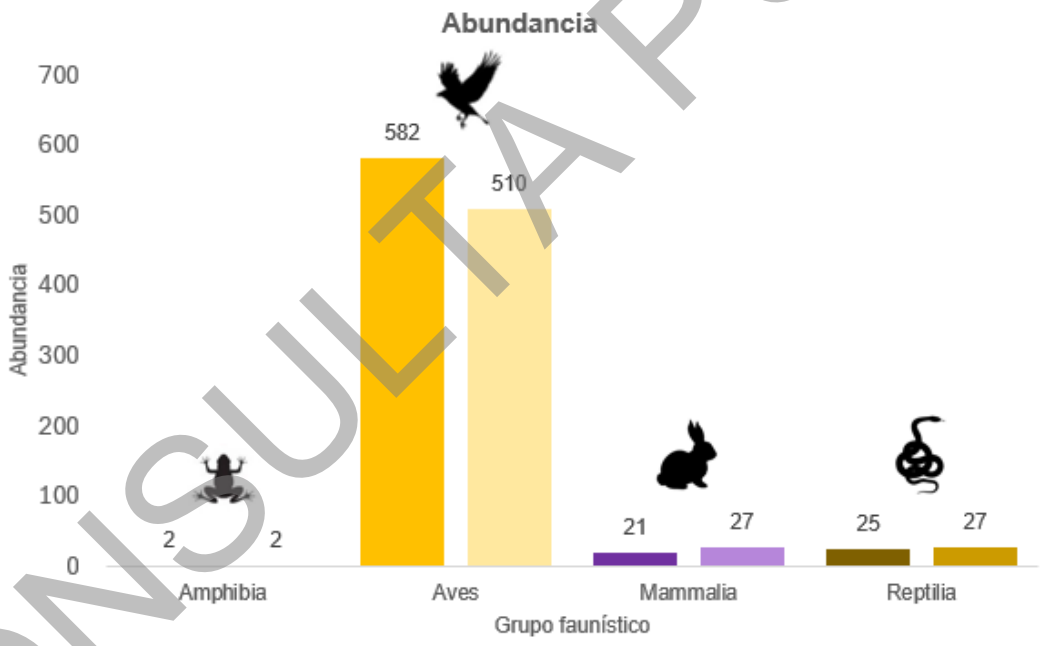


Figura III.116. Comparación de abundancias por grupo faunístico en la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

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.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.115. 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**

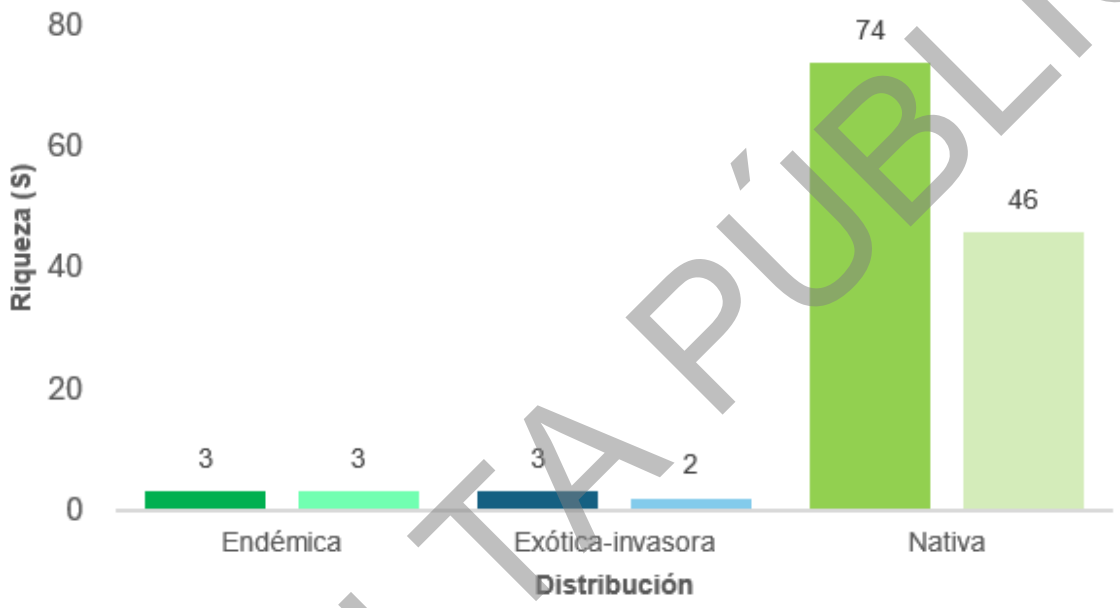


Figura III.117. Comparación de las especies de fauna registradas dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

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 III.116. 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	☑	
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	☑	

CONSULTA PÚBLICA

Clase	Familia	Especie	Nombre común	Endemismo	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista Roja IUCN	Apéndices CITES	RE	AP
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.

Tabla III.117. Especies de fauna registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

NOM-059-SEMARNAT-2010	RE		AP	
	Riqueza	Porcentaje	Riqueza	Porcentaje
Sujeta a Protección Especial (Pr)	2	50.00	0	0.00
Amenazada (A)	2	50.00	2	100.00
Total	**4**	**100.00**	**2**	**100.00**

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).

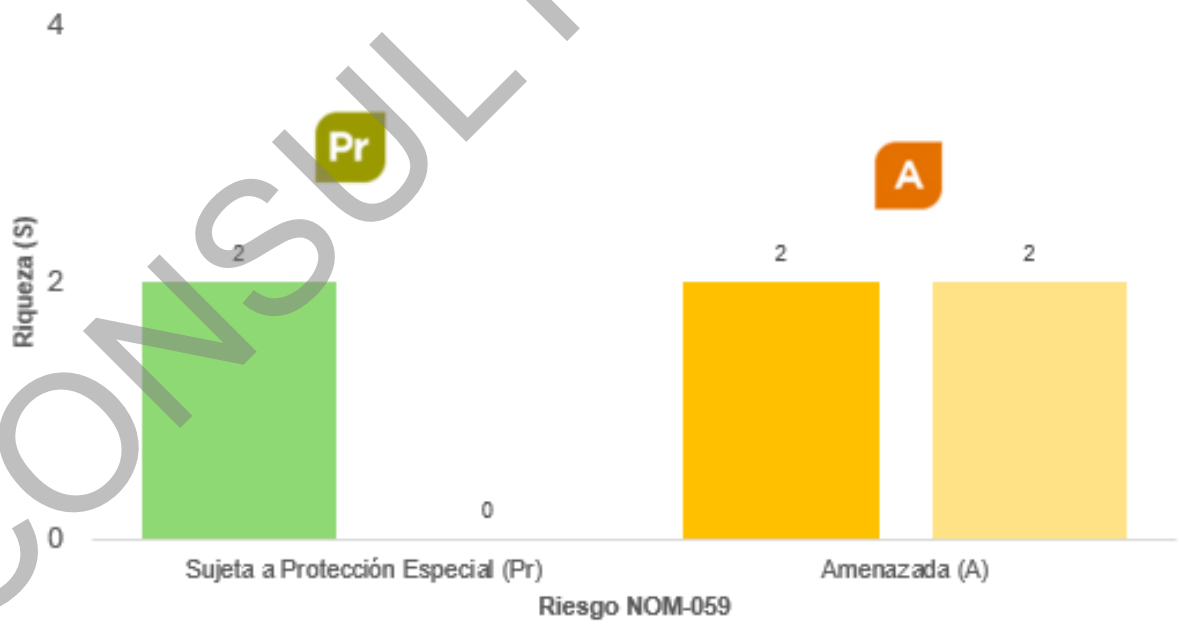


Figura III.118. Comparación de especies identificadas con riesgo nacional conforme al NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo IIII dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

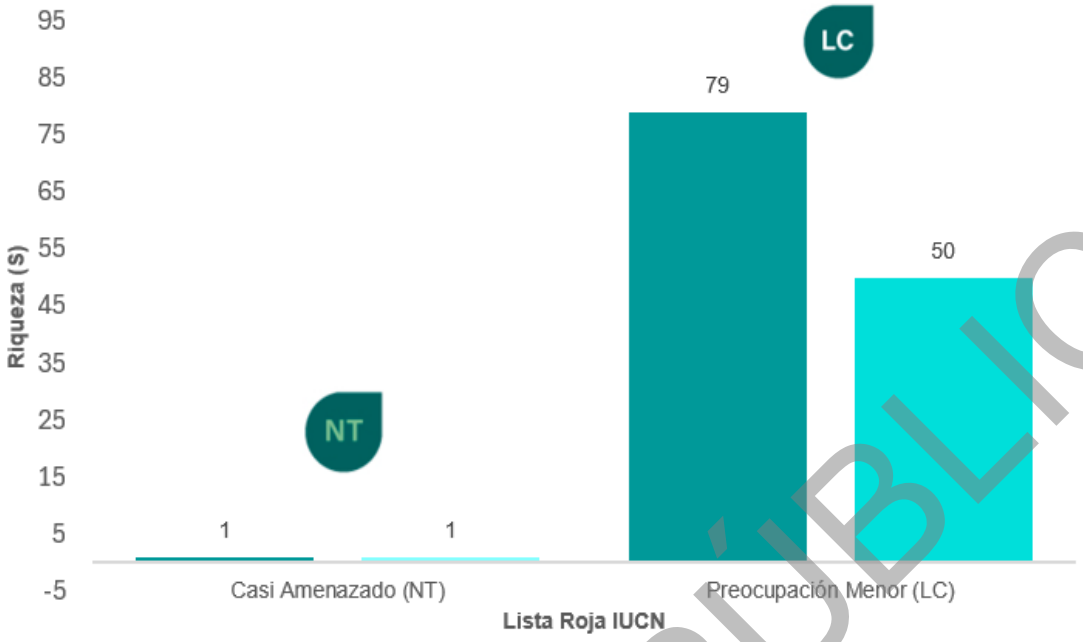


Figura III.119. Comparación de especies identificadas con riesgo internacional conforme a la Lista Roja de la IUCN dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

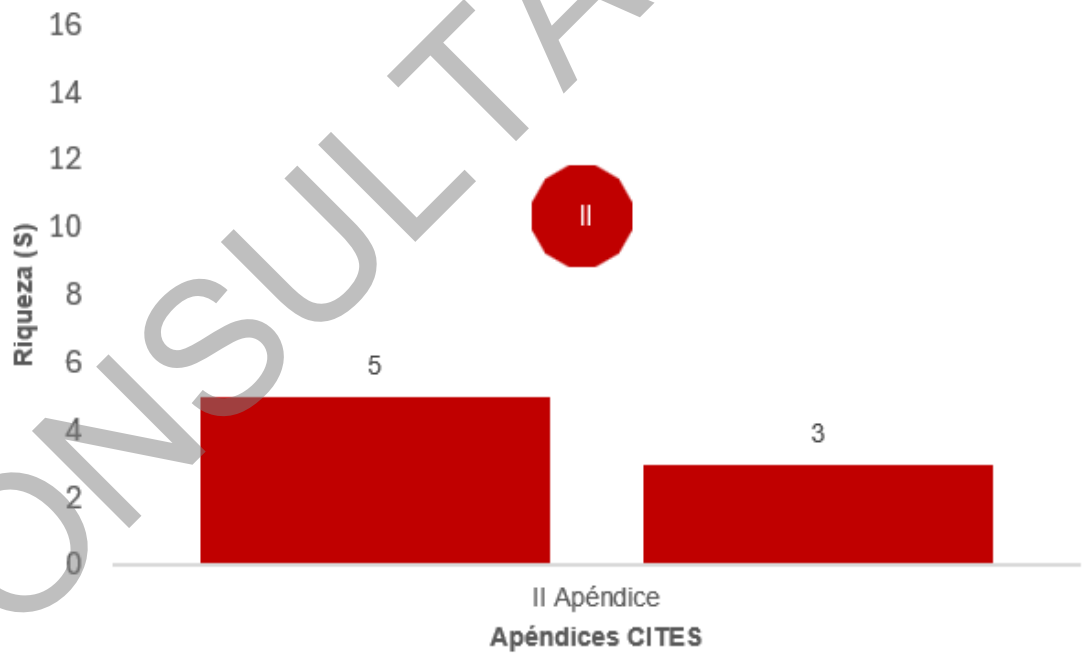


Figura III.120. Comparación de especies identificadas dentro de los apéndices de la CITES dentro de la RE (izquierda) y AP (derecha). Elaboración propia.

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

CONSULTA PÚBLICA

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 *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.*

Tabla III.118. Índices de diversidad de la RE y el AP. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Índice de Shannon-Wiener (H')		Nivel de biodiversidad		Máximo de Índice de Shannon-Wiener (H' max)		Índice de Simpson (λ)		Índice de equitatividad de Pielou (J')		Nivel de equitatividad	
	RE	AP	RE	AP	RE	AP	RE	AP	RE	AP	RE	AP
Amphibia	0.000	0.000	Nula	Nula	1.000	1.000	1.000	1.000	0.0000	0.0000	Nula	Nula
Aves	3.589	3.015	Alta	Media	4.159	3.638	0.042	0.073	0.8630	0.8289	Alta	Alta
Mammallia	1.992	1.852	Baja	Baja	2.079	1.946	0.147	0.166	0.9582	0.9518	Alta	Alta
Reptilia	1.811	1.061	Baja	Baja	1.946	1.609	0.181	0.479	0.9308	0.6591	Alta	Media

CONSULTA PÚBLICA

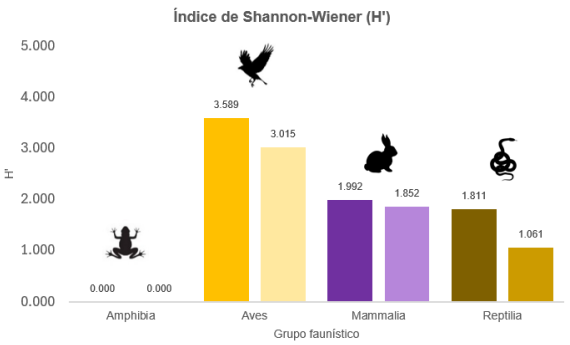


Figura III.121. Índice de Shannon-Wiener (H’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia.

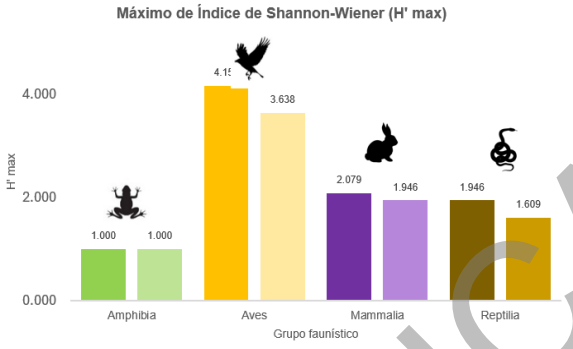


Figura III.122. Máximo de índice de Shannon-Wiener (H’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia.

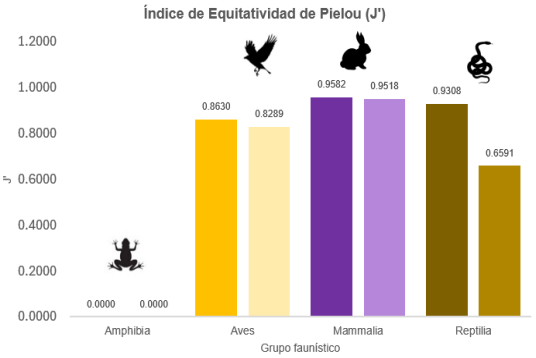


Figura III.123. Índice de Equitatividad de Pielou (J’) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia.

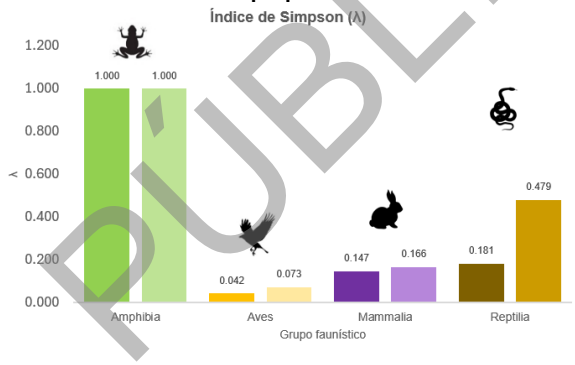


Figura III.124. Índice de Simpson (λ) de los grupos faunísticos en la RE y el AP. Elaboración propia.

ii. 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 III.119. 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).

CONSULTA PÚBLICA

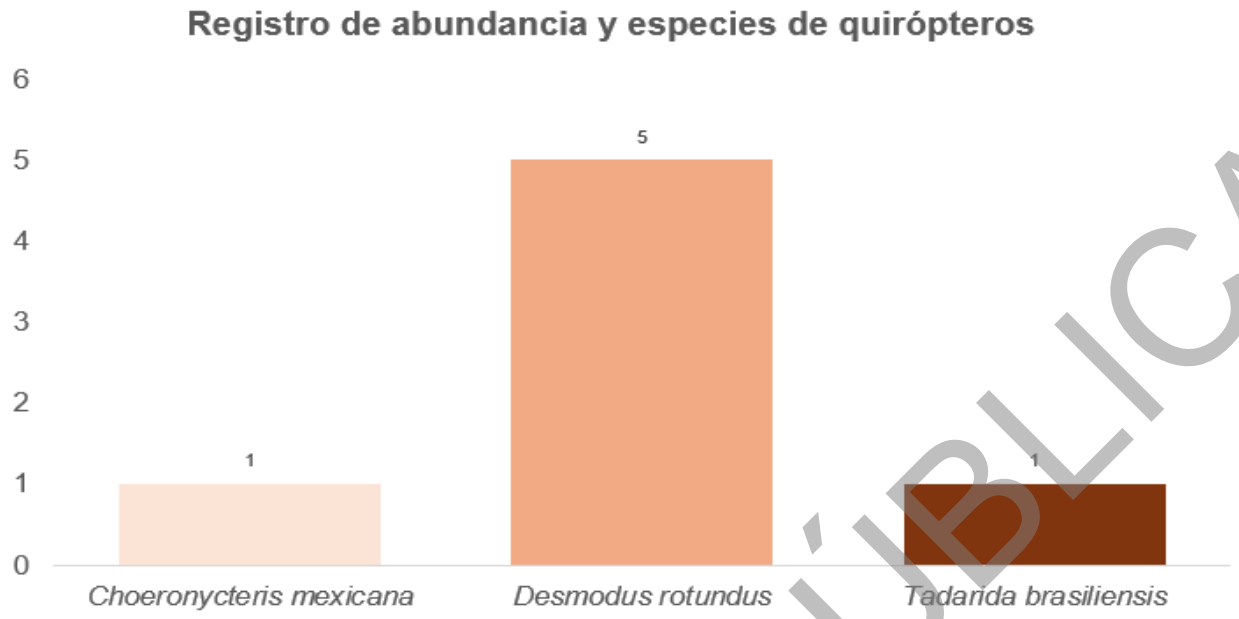


Figura III.125. Abundancia y riqueza de quirópteros en la RE. Elaboración propia.

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.

Tabla III.120. Índices de diversidad de quirópteros. Elaboración propia.

Grupo faunístico	Índice de Shannon-Wiener (H’)	Nivel de biodiversidad	Máximo de Índice de Shannon-Wiener (H’ max)	Índice de Simpson (λ)	Índice de equitatividad de Pielou (J’)	Nivel de equitatividad
Mammalia / Quirópteros	0.7963	Baja	1.0986	0.5510	0.7248	Media

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*) evidencia 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

e.3) Especies de importancia para la conservación incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019), la lista roja de la IUCN y los apéndices de la CITES, así como las señaladas por instituciones nacionales

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

- **Anfibios**

Con base en los muestreos biológicos y el análisis de las especies de anfibios potenciales dentro de la RE, se determinó que de manera potencial se registran 9 anfibios con alguna categoría de riesgo, de las cuales ninguna fue registrada en la RE ni en el AP.

Tabla III.121. Listado de anfibios en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia.

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Ambystoma mexicanum	En peligro de extinción (P)			
Ambystoma velasci	Sujeta a protección especial (Pr)			
Dryophytes plicatus	Amenazada (A)			
Eleutherodactylus verrucipes	Sujeta a protección especial (Pr)			
Isthmura bellii	Amenazada (A)			
Lithobates berlandieri	Sujeta a protección especial (Pr)			
Lithobates montezumae	Sujeta a protección especial (Pr)			
Lithobates neovolcanicus	Amenazada (A)			
Lithobates pustulosus	Sujeta a protección especial (Pr)			

- **Aves**

Para el grupo de las aves se determinó que de manera potencial se registran 26 especies con alguna categoría de riesgo, de las cuales 1 se encuentra registrada en la RE, *Astur cooperii,* como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III.122. Listado de aves en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019). Elaboración propia. Elaboración propia.

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Accipiter striatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Anarhynchus nivosus	Amenazada (A)			
Anas diazi	Amenazada (A)			
Aquila chrysaetos	Amenazada (A)			
Astur cooperii	Sujeta a protección especial (Pr)			
Botaurus lentiginosus	Amenazada (A)			
Buteo albonotatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Buteo lineatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Buteo platypterus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Buteo swainsoni	Sujeta a protección especial (Pr)			
Cairina moschata	En peligro de extinción (P)			
Calidris mauri	Amenazada (A)			
Chondrohierax uncinatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Cyrtonyx montezumae	Sujeta a protección especial (Pr)			
Falco peregrinus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Geothlypis tolmiei	Amenazada (A)			
Geranoaetus albicaudatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Ictinia mississippiensis	Sujeta a protección especial (Pr)			
Megascops seductus	Amenazada (A)			
Myadestes occidentalis	Sujeta a protección especial (Pr)			
Mycteria americana	Sujeta a protección especial (Pr)			
Parabuteo unicinctus	Sujeta a protección especial (Pr)			

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Passerina ciris	Sujeta a protección especial (Pr)			
Phoenicopterus ruber	Amenazada (A)			
Tachybaptus dominicus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Tachybaptus dominicus brachypterus	Sujeta a protección especial (Pr)			

- **Mamíferos**

En cuanto a los mamíferos potenciales dentro de la Región Ecológica (RE), se determinó que de manera potencial se registran 2 mamíferos con alguna categoría de riesgo, siendo éstas 2 especies de quirópteros (murciélagos), de las cuales solo una fue registrada en el área de estudio, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III.123. Listado de mamíferos en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019).

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Choeronycteris mexicana	Amenazada (A)			
Leptonycteris yerbabuenae	Sujeta a protección especial (Pr)			

- **Reptiles**

Por último, de las especies de reptiles potenciales dentro de la RE, se determinó que de manera potencial se registran 28 especies en alguna categoría de riesgo, de las cuales 2 se registraron dentro de la RE y 1 dentro del AP como se muestra en la siguiente tabla. Se destaca a la especie *Lampropeltis annulata* (Falsa coralillo real del Noreste) que fue registrada en la RE y el AP como especie con distribución potencial para la zona.

Tabla III.124. Listado de reptiles en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III (14 de noviembre de 2019).

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Aspidoscelis mexicanus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus aquilus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus atrox	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus molossus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus molossus nigrescens	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus polystictus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus scutulatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus scutulatus scutulatus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Crotalus tzabcan	Sujeta a protección especial (Pr)			
Geophis mutitorques	Sujeta a protección especial (Pr)			
Hypsiglena jani	Sujeta a protección especial (Pr)			
Hypsiglena torquata	Sujeta a protección especial (Pr)			
Kinosternon hirtipes	Sujeta a protección especial (Pr)			
Kinosternon hirtipes murrayi	Sujeta a protección especial (Pr)			
Kinosternon integrum	Sujeta a protección especial (Pr)			
Lampropeltis annulata	Amenazada (A)			
Lampropeltis polyzona	Amenazada (A)			
Masticophis flagellum	Amenazada (A)			
Pituophis deppei	Amenazada (A)			
Pituophis deppei deppei	Amenazada (A)			
Salvadora bairdi	Sujeta a protección especial (Pr)			
Sceloporus grammicus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Sceloporus grammicus microlepidotus	Sujeta a protección especial (Pr)			
Thamnophis cyrtopsis	Amenazada (A)			
Thamnophis eques	Amenazada (A)			
Thamnophis eques eques	Amenazada (A)			

CONSULTA PÚBLICA

Nombre científico	Categoría de riesgo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Thamnophis melanogaster	Amenazada (A)			
Thamnophis scaliger	Amenazada (A)			
Trachemys scripta elegans	Sujeta a protección especial (Pr)			

ii. Especies endémicas

Respecto a las especies endémicas, dentro del listado potencial de la RE, se registraron 85 especies con algún grado de endemismo de acuerdo con su distribución, siendo de tal manera 58 especies consideradas como endémicas, 22 semiendémicas y 5 cuasiendémicas. Para los registros en campo, dentro de la RE y el AP se registraron 3 especies endémicas.

Tabla III.**125. Listado de especies catalogadas como endémicas. Elaboración propia.**

Grupo faunístico	Nombre científico	Grado de endemismo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro de la RE
Anfibios	*Ambystoma mexicanum*	Endémica			
	Ambystoma velasci	Endémica			
	Anaxyrus compactilis	Endémica			
	Dryophytes eximius	Endémica			
	Dryophytes plicatus	Endémica			
	Eleutherodactylus verrucipes	Endémica			
	Incilius occidentalis	Endémica			
	Isthmura bellii	Endémica			
	Lithobates montezumae	Endémica			
	Lithobates neovolcanicus	Endémica			
	Lithobates pustulosus	Endémica			
	Lithobates spectabilis	Endémica			
	Rheohyla miotympanum	Endémica			
Aves	*Archilochus alexandri*	Semiendémica			
	Basileuterus rufifrons	Cuasiendémica			
	Calothorax lucifer	Semiendémica			
	Campylorhynchus gularis	Endémica			
	Cynanthus latirostris	Semiendémica			
	Empidonax difficilis	Semiendémica			
	Empidonax difficilis occidentalis	Semiendémica			
	Empidonax oberholseri	Semiendémica			
	Empidonax wrightii	Semiendémica			
	Geothlypis nelsoni	Endémica			
	Icterus abeillei	Endémica			
	Icterus bullockii	Semiendémica			
	Icterus cucullatus	Semiendémica			
	Icterus graduacauda	Cuasiendémica			
	Icterus parisorum	Semiendémica			
	Junco phaeonotus	Cuasiendémica			
	Lampornis clemenciae	Semiendémica			
	Leiothlypis virginiae	Semiendémica			
	Megascops seductus	Endémica			
	Melanotis caerulescens	Endémica			
	Micrathene whitneyi	Semiendémica			
	Oriturus superciliosus	Endémica			
	Passerina amoena	Semiendémica			
	Pheucticus melanocephalus	Semiendémica			
	Poecile sclateri	Cuasiendémica			
	Ptiliogonys cinereus	Cuasiendémica			
	Ramosomyia violiceps	Semiendémica			
	Selasphorus calliope	Semiendémica			
	Selasphorus platycercus	Semiendémica			
	Setophaga nigrescens	Semiendémica			
	Spizella pallida	Semiendémica			
	Toxostoma ocellatum	Endémica			
	Turdus rufopalliatus	Endémica			
	Tyrannus vociferans	Semiendémica			
	Vireo cassinii	Semiendémica			
Mamíferos	*Corynorhinus mexicanus*	Endémica			
	Ictidomys mexicanus	Endémica			
	Peromyscus amplus	Endémica			
	Peromyscus collinus	Endémica			
	Peromyscus difficilis	Endémica			
	Peromyscus levipes	Endémica			

CONSULTA PÚBLICA

Grupo faunístico	Nombre científico	Grado de endemismo	Registro potencial en la RE	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro de la RE
	Peromyscus levipes levipes	Endémica			
	Peromyscus melanotis	Endémica			
	Peromyscus zamorae	Endémica			
	Sigmodon leucotis	Endémica			
Reptiles	*Aspidoscelis mexicanus*	Endémica			
	Aspidoscelis sackii	Endémica			
	Barisia ciliaris	Endémica			
	Conopsis lineata	Endémica			
	Conopsis nasus	Endémica			
	Crotalus aquilus	Endémica			
	Crotalus polystictus	Endémica			
	Crotalus triseriatus	Endémica			
	Geophis mutitorques	Endémica			
	Gerrhonotus ophiurus	Endémica			
	Hypsiglena torquata	Endémica			
	Kinosternon integrum	Endémica			
	Pituophis deppei	Endémica			
	Rhadinaea gaigeae	Endémica			
	Salvadora bairdi	Endémica			
	Sceloporus aeneus	Endémica			
	Sceloporus dugesii	Endémica			
	Sceloporus melanogaster	Endémica			
	Sceloporus minor	Endémica			
	Sceloporus mucronatus	Endémica			
	Sceloporus scalaris	Endémica			
	Sceloporus spinosus	Endémica			
	Sceloporus torquatus	Endémica			
	Tantilla bocourti	Endémica			
	Thamnophis melanogaster	Endémica			
	Thamnophis scaliger	Endémica			
	Trimorphodon tau	Endémica			

iii. 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 de manera potencial la presencia de **9 especies exóticas-invasoras** de fauna de las cuales ***Ardea ibis, Passer domesticus*** **y** ***Streptopelia decaocto*** **se registraron para el Área de Proyecto (AP)**, que 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, son clasificadas solo como exóticas con la capacidad de invadir ecosistemas nativos. A continuación, se presenta el listado de especies exóticas y exóticas-invasoras que pudieran presentarse y deberán presentar un manejo especial en el marco de este proyecto.

Tabla III.**126. Listado de especies exóticas y exóticas-invasoras potenciales y registradas para el Área del Proyecto (AP). Elaboración propia.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DISTRIBUCIÓN
Ardea ibis	Garza ganadera	Exótica-Invasora*
Columba livia	Paloma doméstica	Exótica-Invasora
Hemidactylus turcicus	Geco casero del Mediterráneo, geco del mediterraneo, geco pinto, lagartija de cristal	Exótica-Invasora
Indotyphlops braminus	Serpiente ciega de Braminy	Exótica-Invasora
Myiopsitta monachus	Perico monje argentino	Exótica-Invasora
Passer domesticus	Gorrión casero, gorrión doméstico	Exótica-Invasora
Streptopelia decaocto	Paloma de collar turca, tórtola de collar	Exótica-Invasora*
Streptopelia roseogrisea	Paloma de collar africana	Exótica-Invasora
Sturnus vulgaris	Estornino pinto	Exótica-Invasora

*Especie registrada dentro del Área del Proyecto (AP).
*Exóticas: especies que no se distribuyen de manera natural dentro de México.
*Exóticas-invasoras: especies que no se distribuyen de manera natural dentro de México y que tienen la capacidad de reproducirse y establecerse dentro de los ecosistemas naturales del país y desplazar a las especies nativas.

CONSULTA PÚBLICA

iv. Especies ferales y domésticas

De manera potencial no se registraron especies ferales o domésticas, sin embargo, tanto el área del proyecto (AP), así como también gran parte de la RE se encuentran en áreas ligeramente degradadas por actividades agrícolas ofreciendo un escenario más prometedor para la proliferación de especies ferales y domésticas dadas las actividades antropocéntricas que se llevan a cabo en la zona. Es de este modo que, a través de las actividades realizadas en campo, se registraron un total de 5 especies ferales-domésticas las cuáles se muestran a continuación.

Tabla III.127. Listado de especies ferales y domésticas identificadas. Elaboración propia.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Canis lupus familiaris	Perro
Felis catus	Gato
Bos taurus	Vaca
Equus ferus caballus	Caballo
Sus scrofa domestica	Cerdo doméstico

v. Especies de vertebrados terrestres polinizadores

De acuerdo con el listado potencial presentado para la caracterización de la Región Ecológica (RE), se identificó la presencia de 24 especies polinizadoras. De ellas, 18 correspondieron a aves y 6 a mamíferos voladores (murciélagos).

Tabla III.128. Listado de especies polinizadoras registradas de manera potencial dentro de la RE y el AP. Elaboración propia.

FAMILIA	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RE	AP
Aves	Trochilidae	*Archilochus alexandri*	Colibrí barba negra		
Aves	Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí		
Aves	Thraupidae	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar		
Aves	Trochilidae	Basilinna leucotis	Zafiro oreja blalnca		
Aves	Trochilidae	Calothorax lucifer	Colibrí lucifer		
Aves	Trochilidae	Colibri thalassinus	Colibrí orejas violetas		
Aves	Trochilidae	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho		
Aves	Trochilidae	Eugenes fulgens	Colibrí magnífico		
Aves	Trochilidae	*Lampornis clemenciae*	Colibrí garganta azul		
Aves	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta		
Aves	Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		
Aves	Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho		
Aves	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí corona violeta		
Aves	Trochilidae	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo		
Aves	Trochilidae	*Selasphorus calliope*	Colibrí garganta rayada		
Aves	Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha		
Aves	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo		
Mammalia / Quiróptera	Phyllostomidae	*Choeronycteris mexicana*	Murciélago trompudo mexicano		
Mammalia / Quiróptera	Phyllostomidae	*Leptonycteris yerbabuenae*	Murciélago hocicudo menor		

vi. Estacionalidad de las aves

Con base en los muestreos biológicos y el análisis de las especies dentro de la RE y el AP, se registraron 43 especies migratorias en la región ecológica, de las cuales 22 se encuentran presentes en el área de proyecto. A continuación, se enlistan las especies migratorias registradas, donde 39 corresponden a especies migratorias de invierno, 2 a especies migratorias de invierno y verano, 1 especie migratoria de invierno y transitoria y finalmente 1 especie migratoria de verano.

CONSULTA PÚBLICA

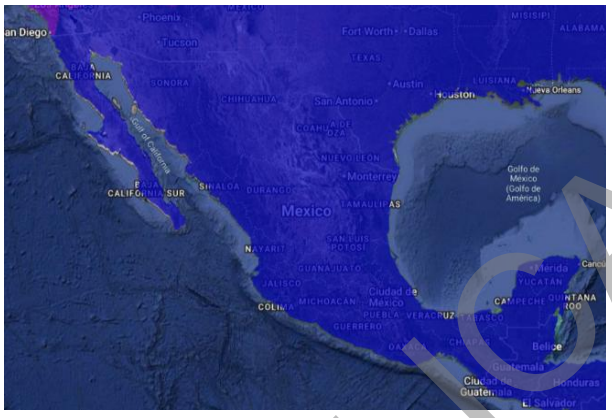
Tabla III.129. Listado de especies migratorias presentes en la RE y el AP. Elaboración propia.

Nombre científico	Nombre común	Estacionalidad	Registro en campo dentro de la RE	Registro en campo dentro del AP
Anas acuta	Pato golondrino	Migratoria de invierno (MI)		
Ardea alba	Garza blanca	Migratoria de invierno (MI)		
Ardea herodias	Garza morena	Migratoria de invierno (MI)		
Ardea ibis	Garza ganadera	Migratoria de invierno (MI)		
Astur cooperii	Gavilán de Cooper	Migratoria de invierno (MI)		
Buteo jamaicensis	Aguililla cola roja	Migratoria de invierno (MI)		
Butorides virescens	Garcita Verde	Migratoria de invierno (MI)		
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	Migratoria de invierno (MI)		
Chondestes grammacus	Gorrión arlequín	Migratoria de invierno (MI)		
Corthylio calendula	Reyezuelo Matraquita	Migratoria de invierno (MI)		
Egretta thula	Garza dedos dorados	Migratoria de invierno (MI)		
Falco sparverius	Cernícalo americano	Migratoria de invierno (MI)		
Himantopus mexicanus	Monjita Americana	Migratoria de invierno (MI)		
Icterus parisorum	Calandria Tunera	Migratoria de invierno (MI); Migratoria de verano (MV)		
Lanius ludovicianus	Verdugo Americano	Migratoria de invierno (MI)		
Mareca americana	Pato chalcuán	Migratoria de invierno (MI)		
Megaceryle alcyon	Martín pescador norteño	Migratoria de invierno (MI)		
Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln	Migratoria de invierno (MI)		
Mimus polyglottos	Sinsonte norteño	Migratoria de invierno (MI)		
Molothrus ater	Tordo cabeza café	Migratoria de invierno (MI)		
Nycticorax nycticorax	Garza Nocturna Corona Negra	Migratoria de invierno (MI)		
Passerculus sandwichensis	Gorrión sabanero	Migratoria de invierno (MI)		
Passerina caerulea	Picogordo azul	Migratoria de invierno (MI); Migratoria de verano (MV)		
Passerina cyanea	Colorín azul	Migratoria de invierno (MI)		
Passerina versicolor	Colorín morado	Migratoria de verano (MV)		
Phainopepla nitens	Capulinero negro	Migratoria de invierno (MI)		
Plegadis chihi	Ibis Ojos Rojos	Migratoria de invierno (MI)		
Podiceps nigricollis	Zambullidor Orejón	Migratoria de invierno (MI)		
Polioptila caerulea	Perlita Azulgris	Migratoria de invierno (MI)		
Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	Migratoria de invierno (MI)		
Recurvirostra americana	Avoceta americana	Migratoria de invierno (MI)		
Sayornis nigricans	Papamoscas negro	Migratoria de invierno (MI)		
Sayornis phoebe	Papamoscas fibí	Migratoria de invierno (MI)		
Sayornis saya	Papamoscas llanero	Migratoria de invierno (MI)		
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	Migratoria de invierno (MI)		
Setophaga nigrescens	Chipe Negrogrís	Migratoria de invierno (MI)		
Spatula clypeata	Pato cucharón norteño	Migratoria de invierno (MI)		
Spatula discors	Cerceta Alas Azules	Migratoria de invierno (MI)		
Spizella pallida	Gorrión pálido	Migratoria de invierno (MI)		
Troglodytes aedon	Saltapared Común	Migratoria de invierno (MI); Transitoria (T)		
Tyrannus vociferans	Tirano Chibiú	Migratoria de invierno (MI)		
Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas	Migratoria de invierno (MI)		
Zenaida macroura	Huilota Común	Migratoria de invierno (MI)		

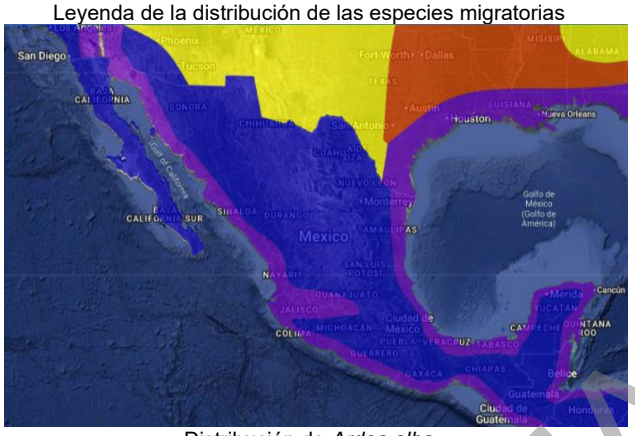
CONSULTA PÚBLICA



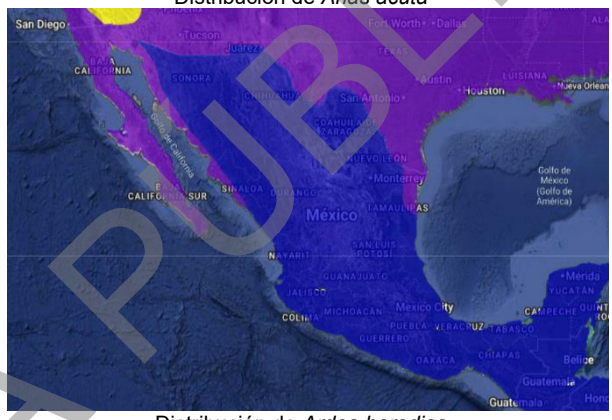
Leyenda de la distribución de las especies migratorias



Distribución de *Anas acuta*



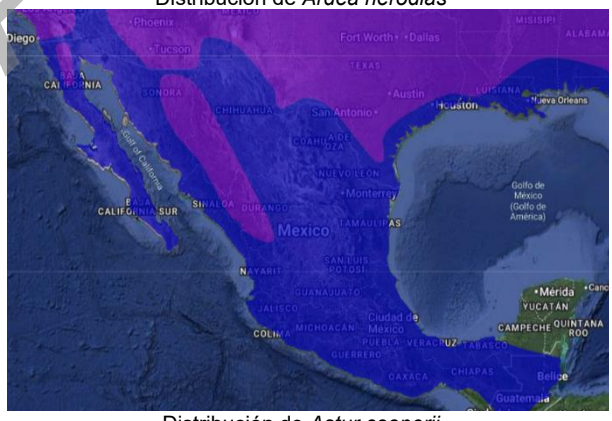
Distribución de *Ardea alba*



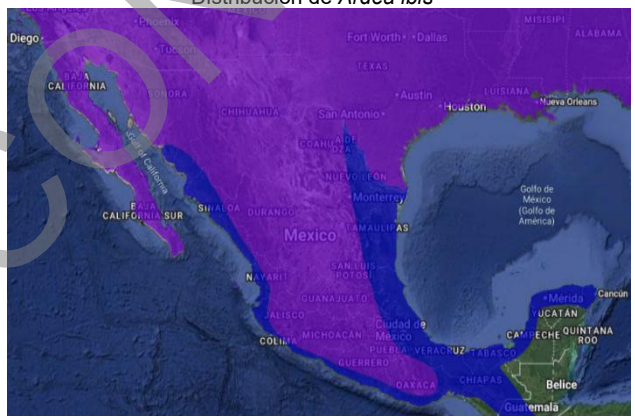
Distribución de *Ardea herodias*



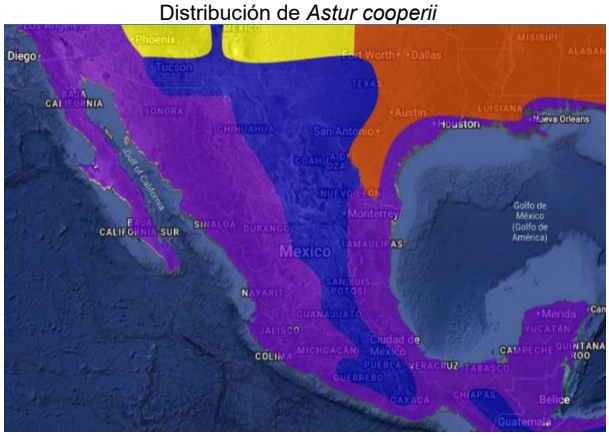
Distribución de *Ardea ibis*



Distribución de *Astur cooperii*

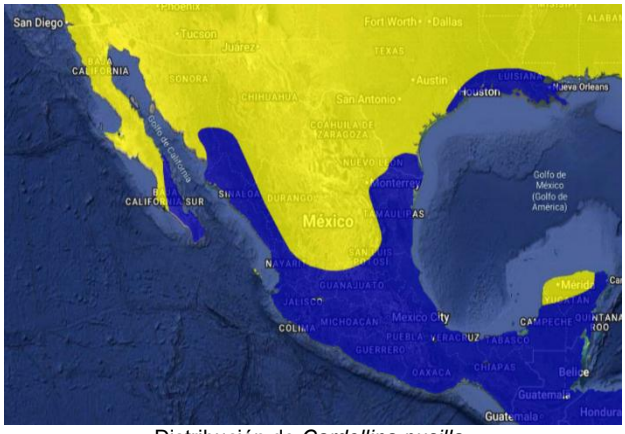


Distribución de *Buteo jamaicensis*

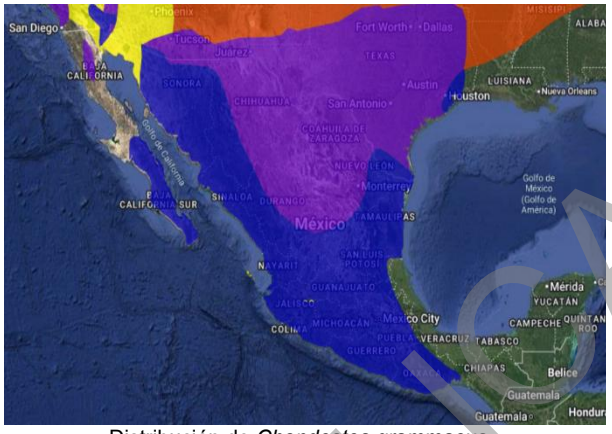


Distribución de *Butorides virescens*

CONSULTA PÚBLICA



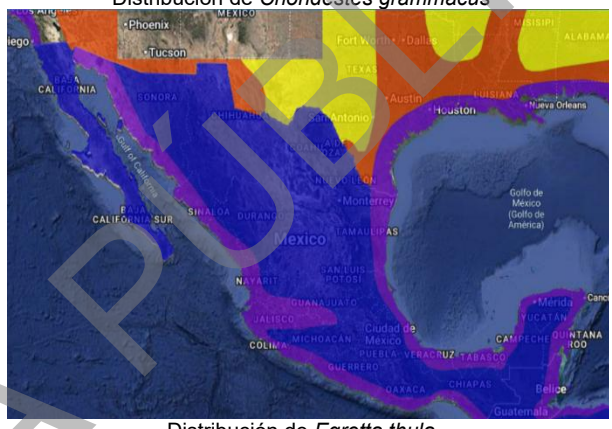
Distribución de *Cardellina pusilla*



Distribución de *Chondestes grammacus*



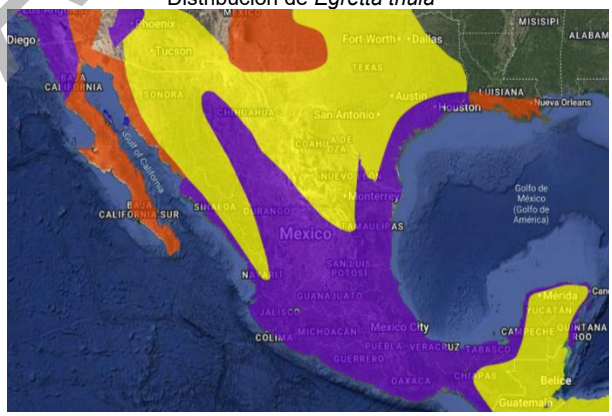
Distribución de *Corthylio calendula*



Distribución de *Egretta thula*



Distribución de *Falco sparverius*



Distribución de *Himantopus mexicanus*

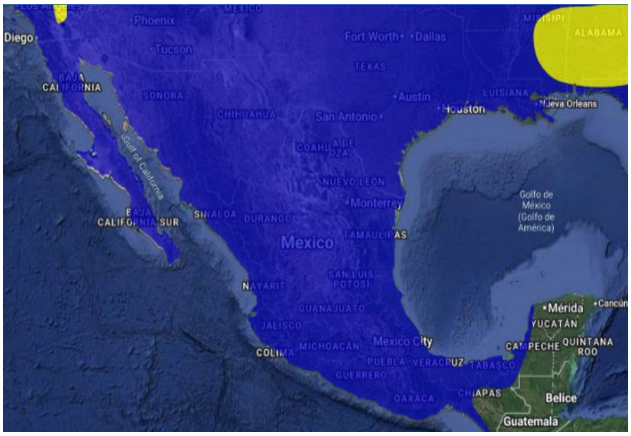


Distribución de *Icterus parisorum*

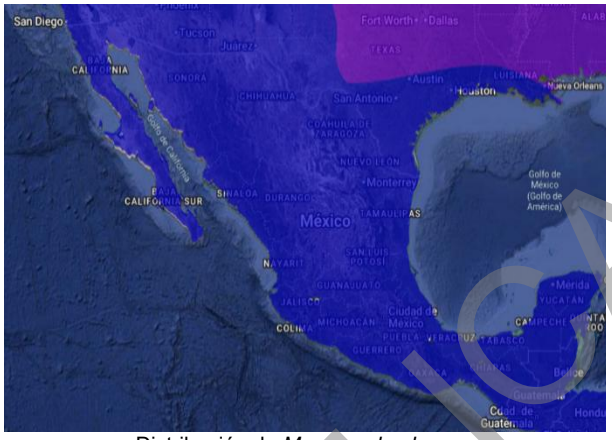


Distribución de *Lanius ludovicianus*

CONSULTA PÚBLICA



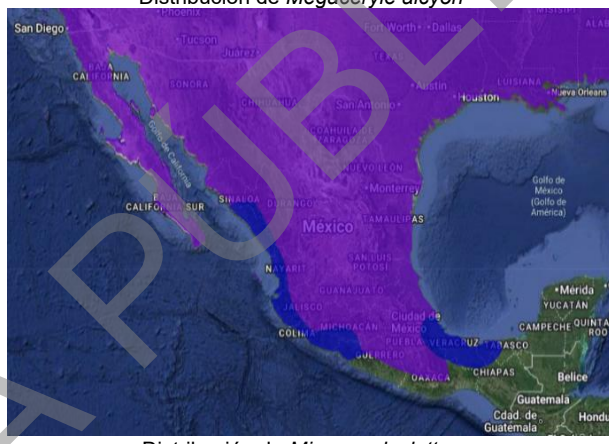
Distribución de *Mareca americana*



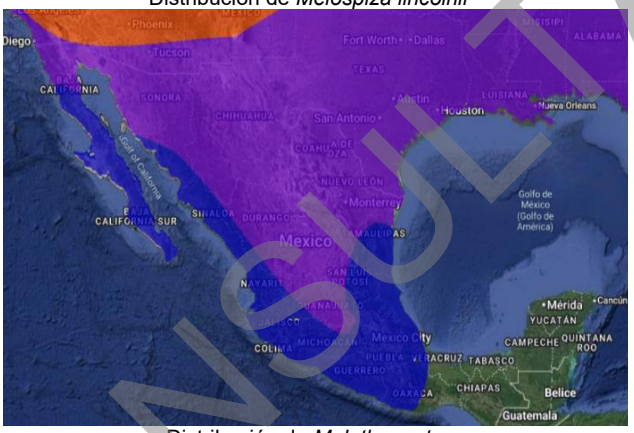
Distribución de *Megaceryle alcyon*



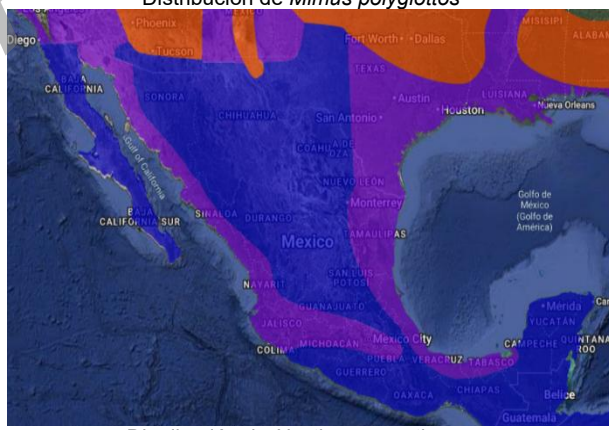
Distribución de *Melospiza lincolnii*



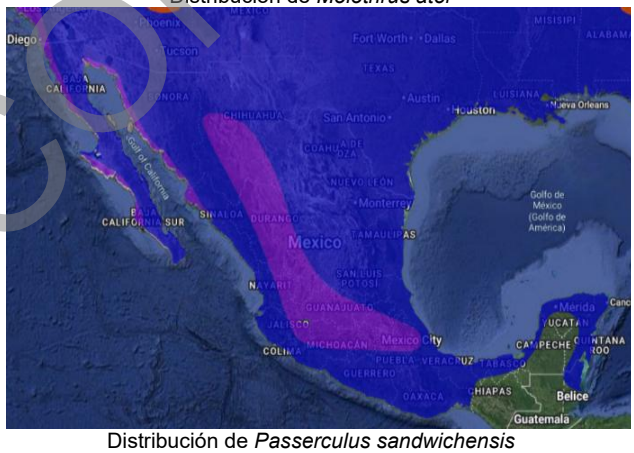
Distribución de *Mimus polyglottos*



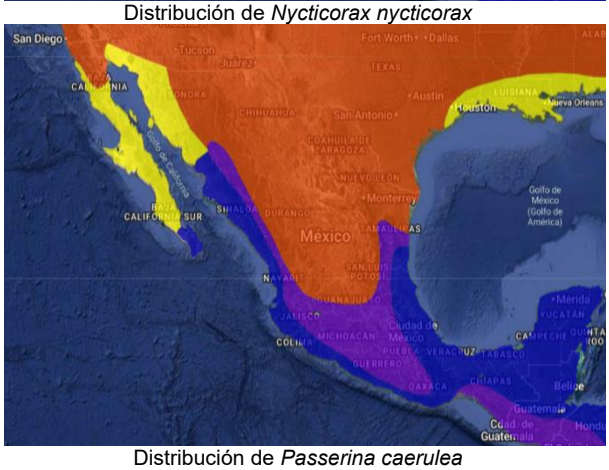
Distribución de *Molothrus ater*



Distribución de *Nycticorax nycticorax*

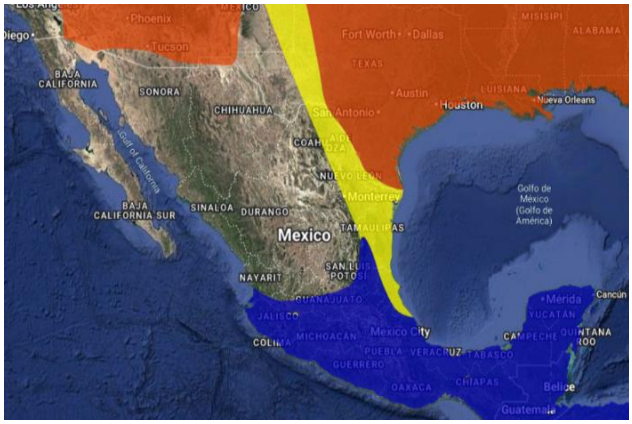


Distribución de *Passerculus sandwichensis*



Distribución de *Passerina caerulea*

CONSULTA PÚBLICA



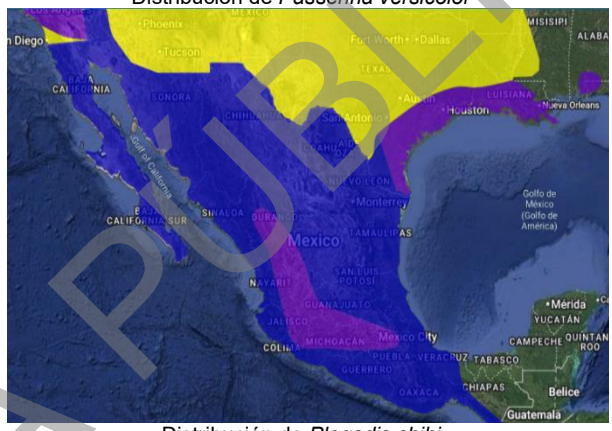
Distribución de *Passerina cyanea*



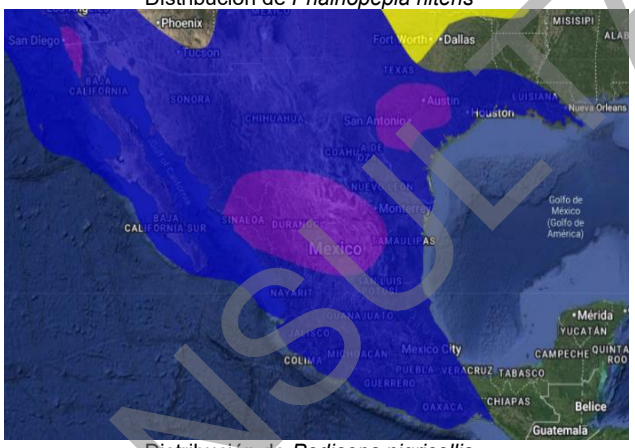
Distribución de *Passerina versicolor*



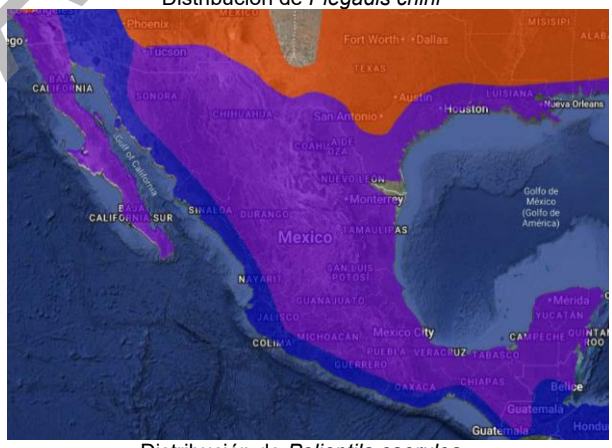
Distribución de *Phainopepla nitens*



Distribución de *Plegadis chihi*



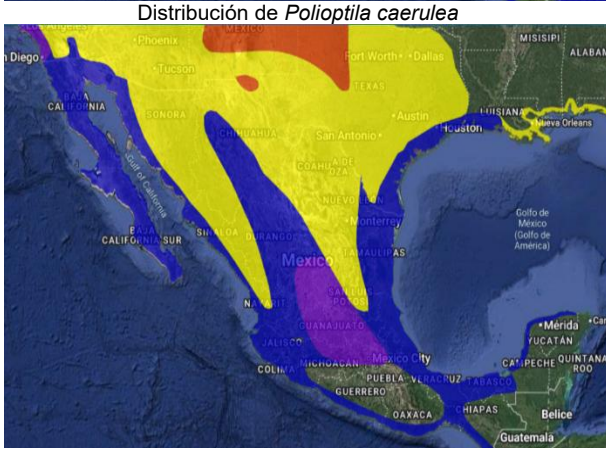
Distribución de *Podiceps nigricollis*



Distribución de *Polioptila caerulea*



Distribución de *Pyrocephalus rubinus*

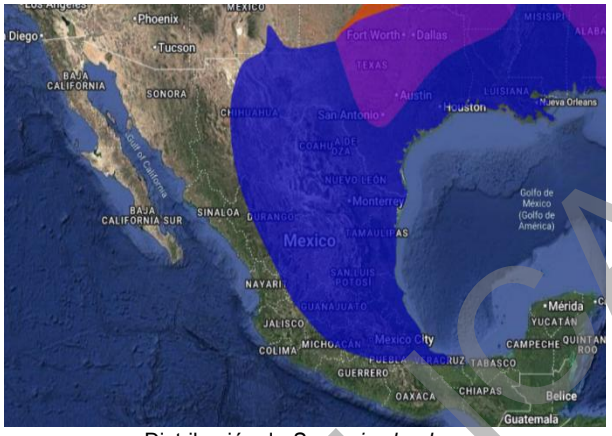


Distribución de *Recurvirostra americana*

CONSULTA PÚBLICA



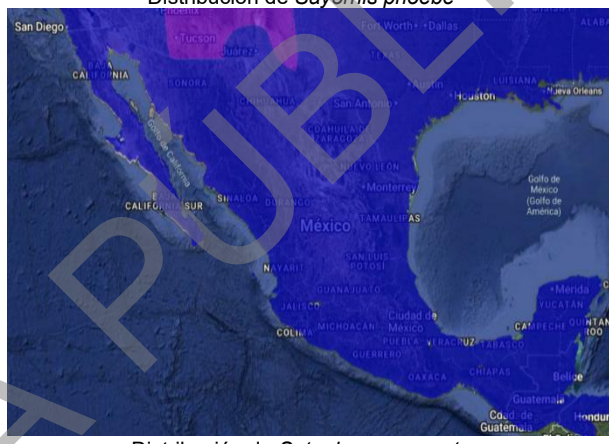
Distribución de *Sayornis nigricans*



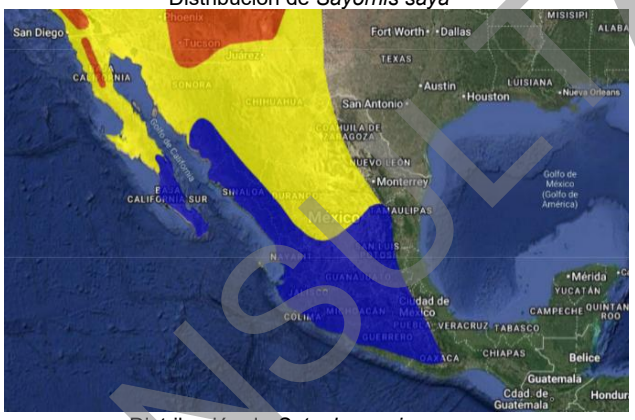
Distribución de *Sayornis phoebe*



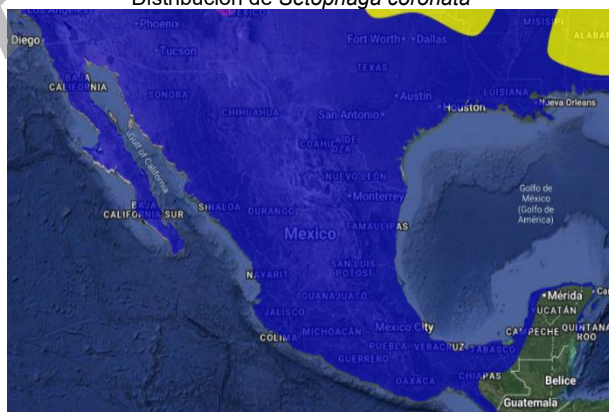
Distribución de *Sayornis saya*



Distribución de *Setophaga coronata*



Distribución de *Setophaga nigrescens*



Distribución de *Spatula clypeata*

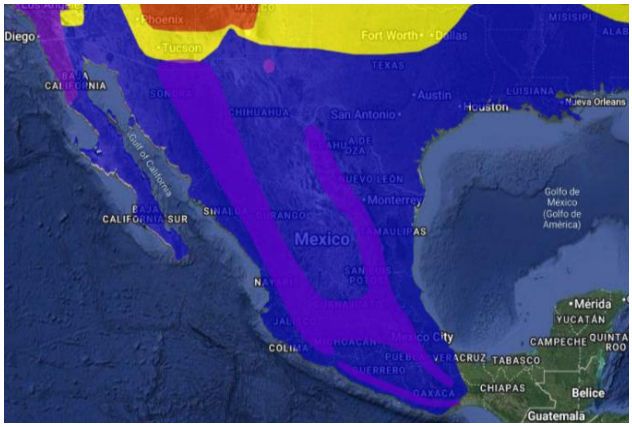


Distribución de *Spatula discors*



Distribución de *Spizella pallida*

CONSULTA PÚBLICA



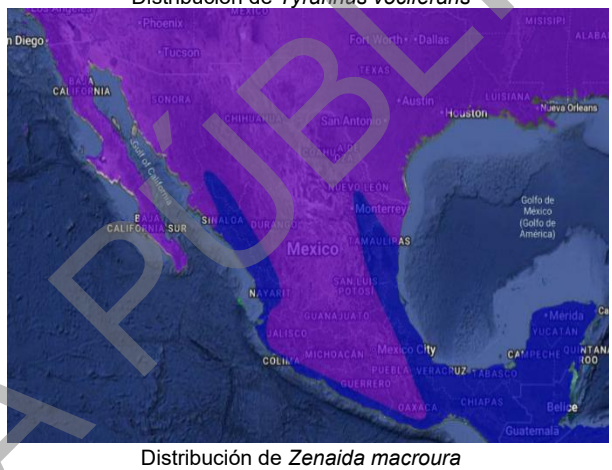
Distribución de *Troglodytes aedon*



Distribución de *Tyrannus vociferans*



Distribución de *Zenaida asiatica*



Distribución de *Zenaida macroura*

Figura 126. Distribución de las especies migratorias. Elaboración propia

f) 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 a 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. ANÁLISIS RESPECTO A LA INCIDENCIA DEL SISTEMA AMBIENTAL CON ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA), ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS, MANGLARES, SITIOS RAMSAR, REGIÓN HIDROLÓGICA PRIORITARIAS, REGIÓN MARÍTIMA PRIORITARIA

III.8.1. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves 2015 (AICA).

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs). Por otro lado, el AICA más cercana es la 08 El Zamorano a 9,624 m de distancia de la RE y a >10,000 m del AP conforme al SIGEIA.

Tabla III.130. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs) conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
08 El Zamorano	-----	>10,000	-----	9,624

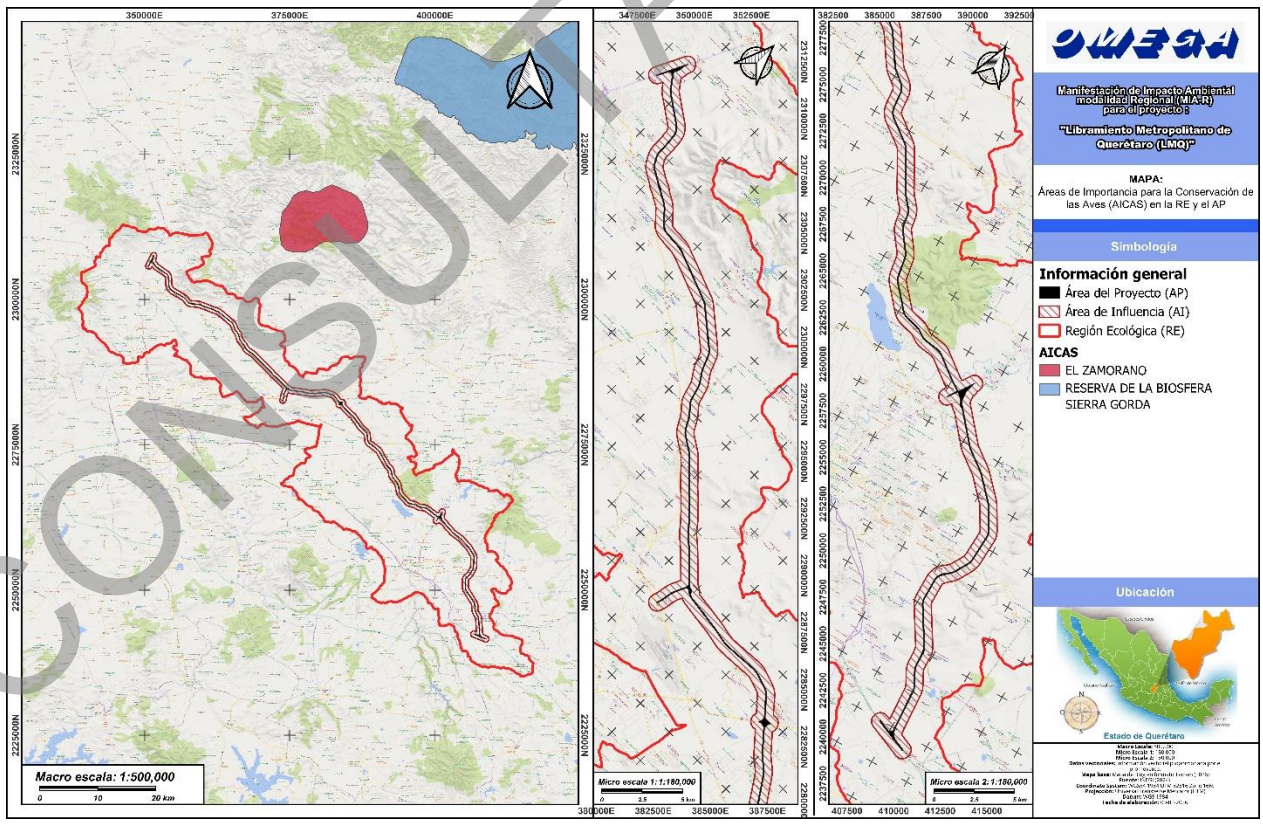


Figura 127. Mapa de incidencia de las AICAs en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.2. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter federales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ANP Federal. CONANP.

La Región Ecológica (RE) incide en 17,838,836 m^2 dentro del Área de Protección de los Recursos Naturales Peña Colorada mientras que el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDE** dentro de **Polígonos de Protección**, estando a 3,874 m de distancia de esta. En tanto, la siguiente ANP federal más cercana es el Parque Nacional Cerro de las Campanas a 9,906 m de distancia de la RE y a >10,000 m del AP.

Tabla III.131. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Naturales Protegidas Federales	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Área de Protección de los Recursos Naturales Peña Colorada	-----	3,874	17,838,836	-----
Parque Nacional Cerro de las Campanas	-----	>10,000	-----	9,906

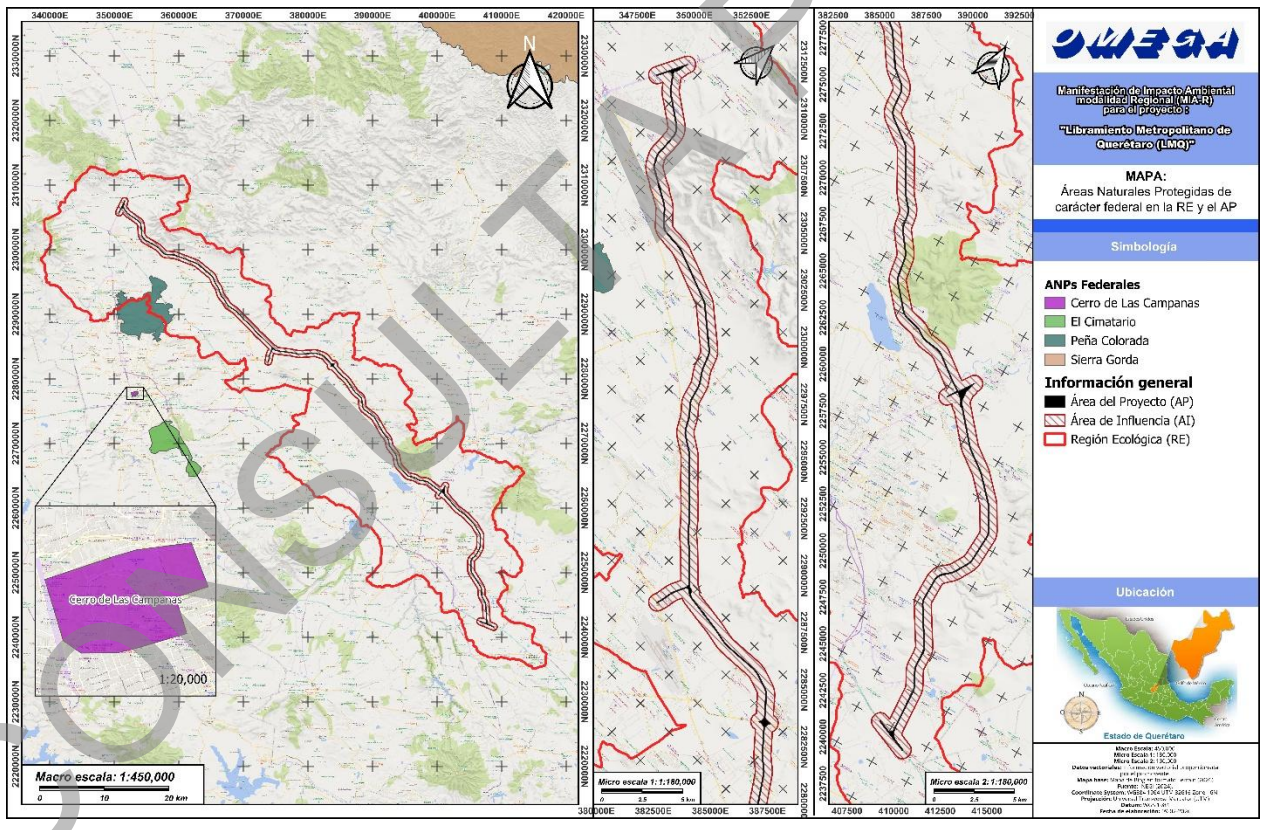


Figura 128. Mapa de incidencia de las ANPs federales en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.3. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter estatal

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ANP Estatal. CONANP.

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **INCIDEN** dentro del Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango en 49,865,412 m^2 y 26,734 m^2, respectivamente. En tanto, las ANPs estatales más cercanas a la RE son el Parque Estatal Mario Molina Pasquel 1 a 4,773 m, Parque Estatal Mario Molina Pasquel 2 a 7,053 m, la Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 1 a 7,053 m, la ZSCE El Tangano a 8,090 m y la Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 2 a 9,440 m, mientras que el AP se ubica a >10,000 m de las ANPs en comento.

Tabla III.132. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Naturales Protegidas Estatales	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango	26,734	-----	49,865,412	-----
Parque Estatal Mario Molina Pasquel 1	-----	>10,000	-----	4,773
Parque Estatal Mario Molina Pasquel 2	-----	>10,000	-----	7,053
ZSCE El Tangano	-----	>10,000	-----	8,090
Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 1	-----	>10,000	-----	7,053
Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 2	-----	>10,000	-----	9,440

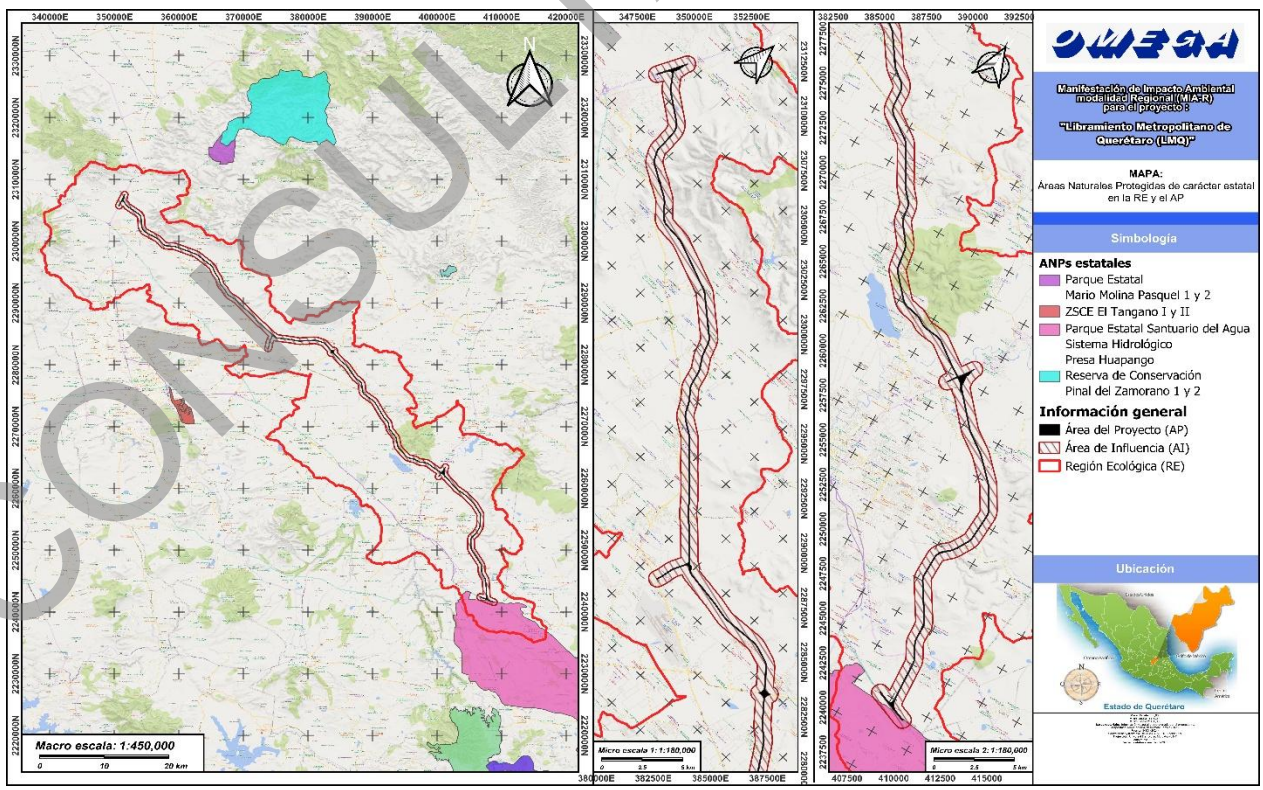


Figura 129. Mapa de incidencia de las ANPs estatales en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.4. Áreas Naturales Protegidas (ANPs) de carácter municipal

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ANP municipal. CONANP.

Para las ANPs Municipales, la RE incide dentro de 43,080,627 m^2 dentro de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Zona Occidental de Microcuencas, mientras que el AP se encuentra a 7,031 m de distancia. Asimismo, la siguiente ANP municipal más cercana es la Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población (parque intraurbano) a 1,182 m de distancia de la RE y a >10,000 m del AP.

Tabla III.133. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a las Áreas Naturales Protegidas Municipales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Áreas Naturales Protegidas Estatales	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Zona Sujeta a Conservación Ecológica Zona Occidental de Microcuencas	-----	7,031	43,080,627	-----
Zona de Preservación Ecológica de Centros de Población (parque intraurbano)	-----	>10,000	-----	1,182

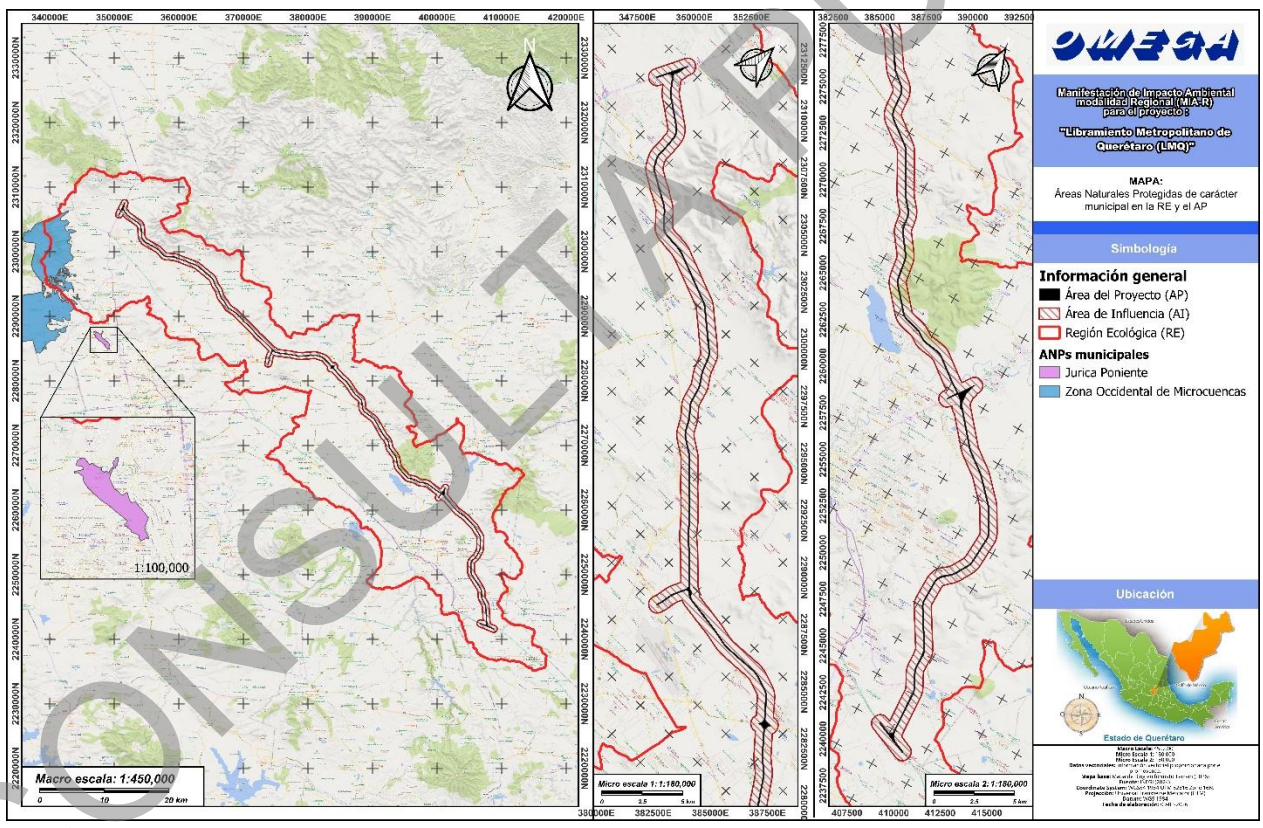


Figura 130. Mapa de incidencia de las ANPs municipales en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.5. Humedales

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Humedales. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 1:250,000.

Dentro de la Región Ecológica (RE) se presenta una incidencia total de 13,977,551 m^2 de humedales, de los cuales 8,589,216 m^2 son del tipo estuarino, 1,683,589 m^2 del tipo fluvial y 5,203,192 m^2 del tipo palustre, mientras que en el Área del Proyecto (AP) se incide en 5,874 m^2 de humedal tipo palustre, y los más cercanos al AP son uno fluvial a 915 m, uno lacustre a 1,142 m y uno creado a 3,414 m de distancia.

Tabla III.134. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a humedales conforme al análisis SIGEIA (2026).

Tipo de humedales	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Creado	-----	3,414	5,786,613	
Lacustre	-----	1,142	3,468,246	-----
Palustre	5,874	-----	3,446,757	-----
Fluvial	-----	915	1,275,935	-----

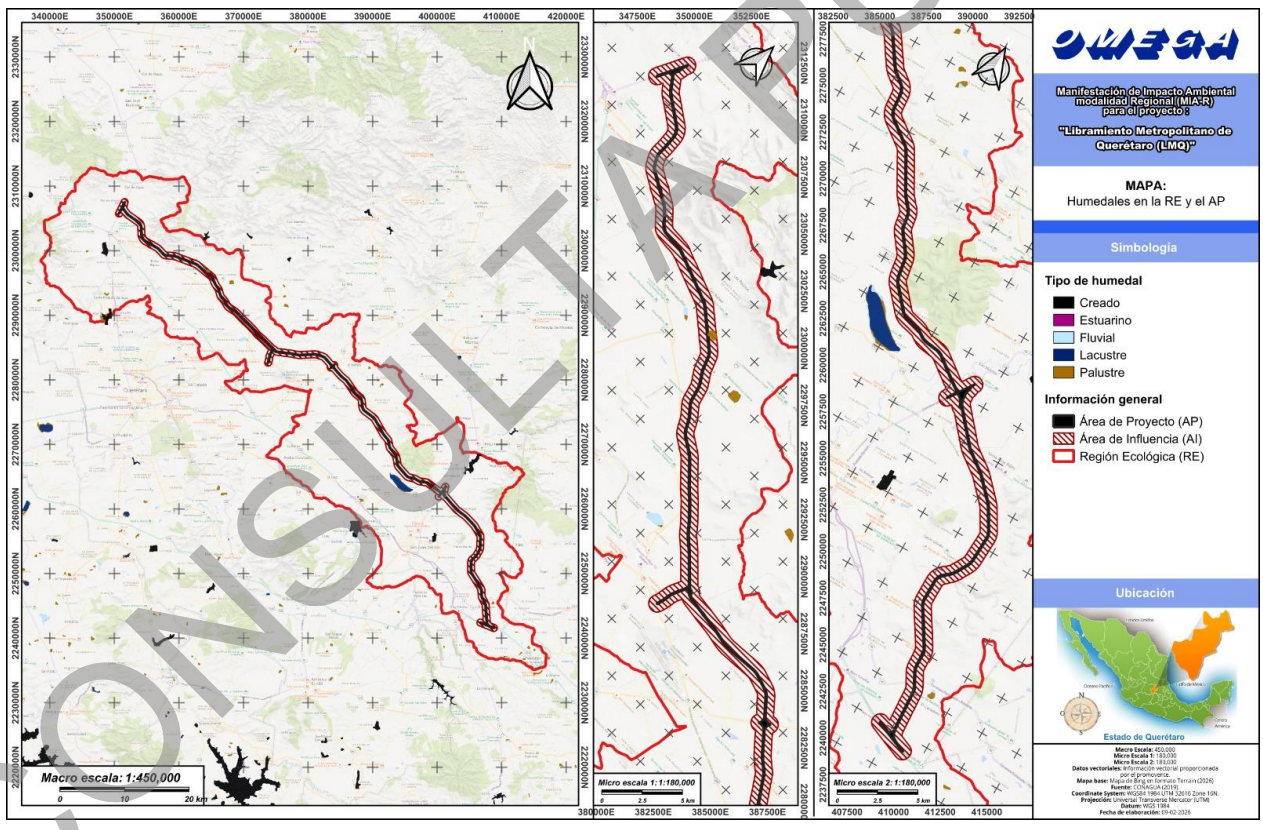


Figura 131. Mapa de incidencia de humedales en la RE y AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.8.6. Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVCs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: ADVC. CONANP.

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) NO INCIDEN dentro 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.

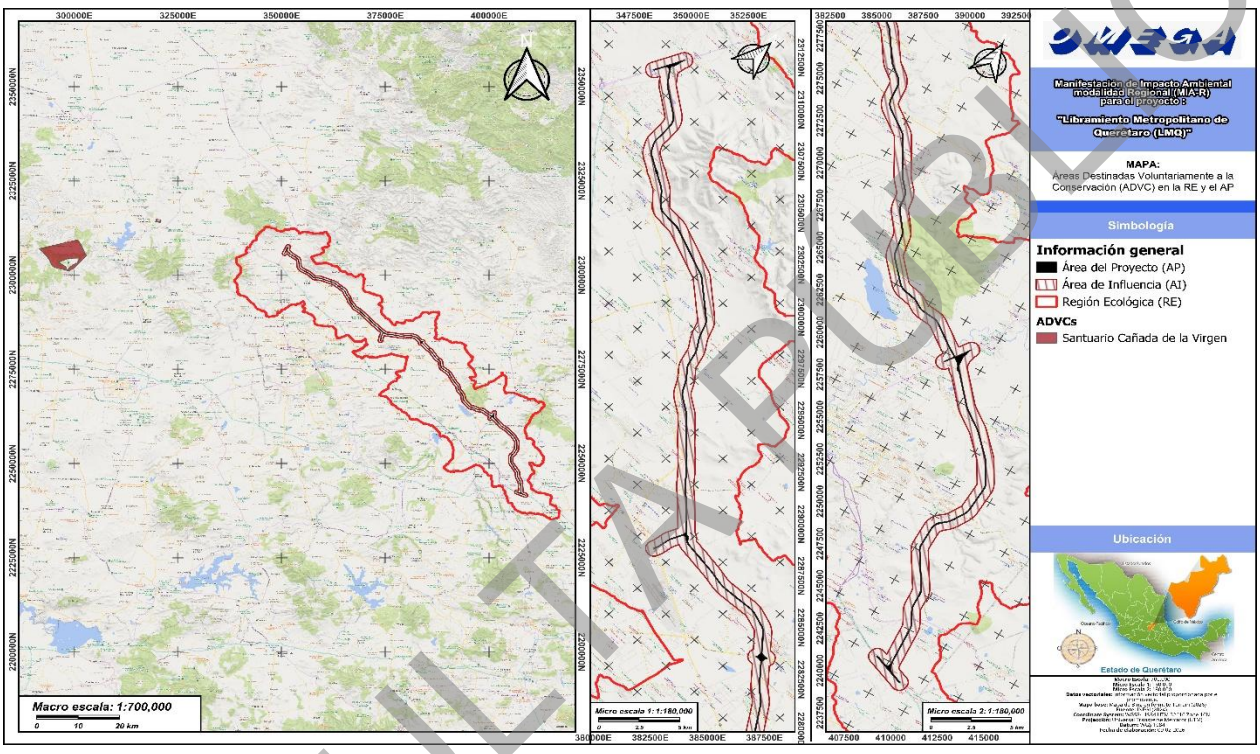


Figura 132. Mapa de incidencia de las ADVCs en la RE y AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.8.7. Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA), 2020.

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de alguna Unidad de Manejo Ambiental (UMA), en tanto que las más cercanas a la RE son El Parral a 6,862 m y Humus Recuperación y Desarrollo del Entorno a 7,923 m de distancia, y estas quedan a >10,000 m del AP.

Tabla III.135. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a UMAs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Unidades de Manejo Ambiental (UMAs)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
El Parral	-----	>10,000	----	6,862
Humus Recuperación y Desarrollo del Entrono	-----	>10,000	-----	7,923

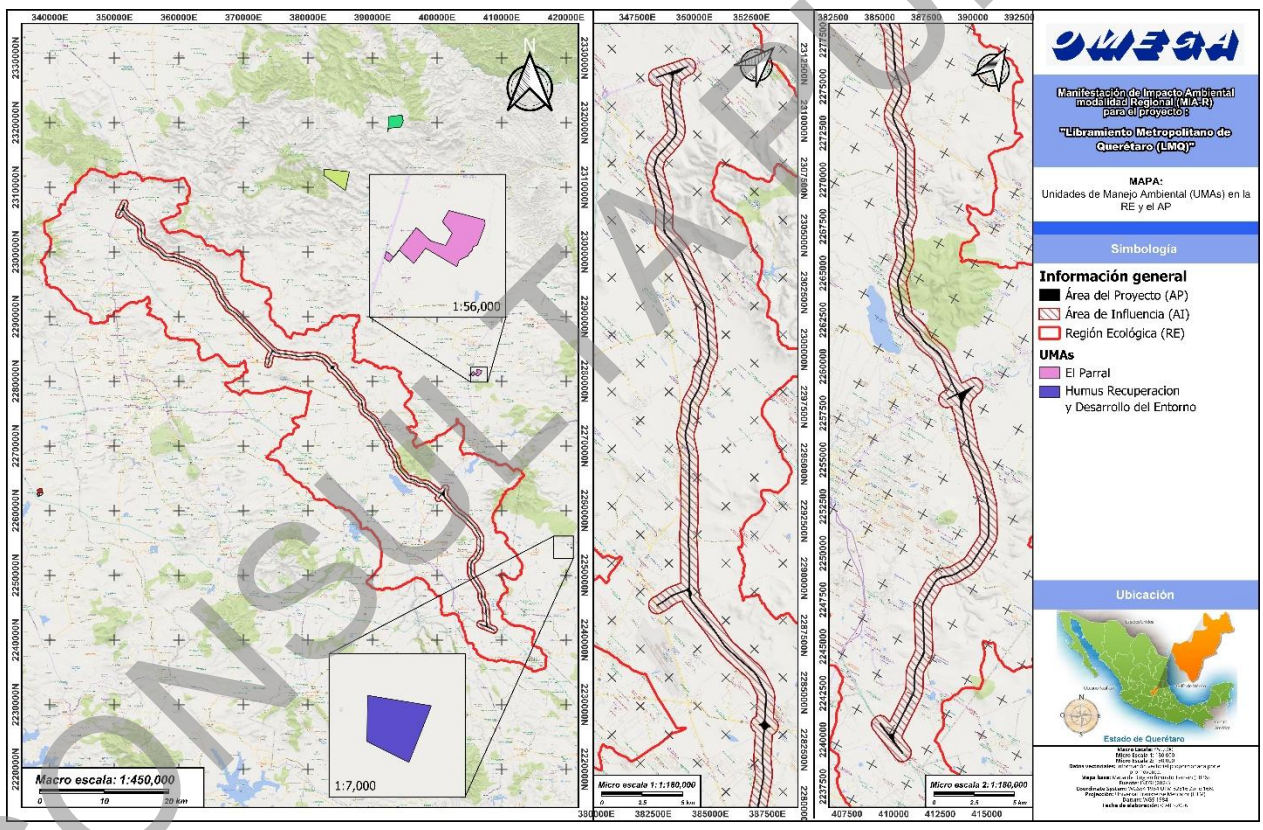


Figura 133. Mapa de incidencia de las UMAs en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.8. Distritos de riego

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Distritos de Riego INEGI.

La Región Ecológica (RE) incide dentro de 2 distritos de riego: en el 023 San Juan del Río en 113,322,256 m^2 y en el 096 Arroyozarco en 41,638,138 m^2, mientras que el AP sólo incide en este último en una superficie de 21,955 m^2, además de que se encuentra a 805 m de distancia del 023 San Juan del Río.

Tabla III.136. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los distritos de riego conforme al análisis SIGEIA (2026).

Campamentos tortugueros	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
023 San Juan del Río	-----	805	113,322,256	-----
096 Arroyozarco	21,955	-----	41,638,138	-----

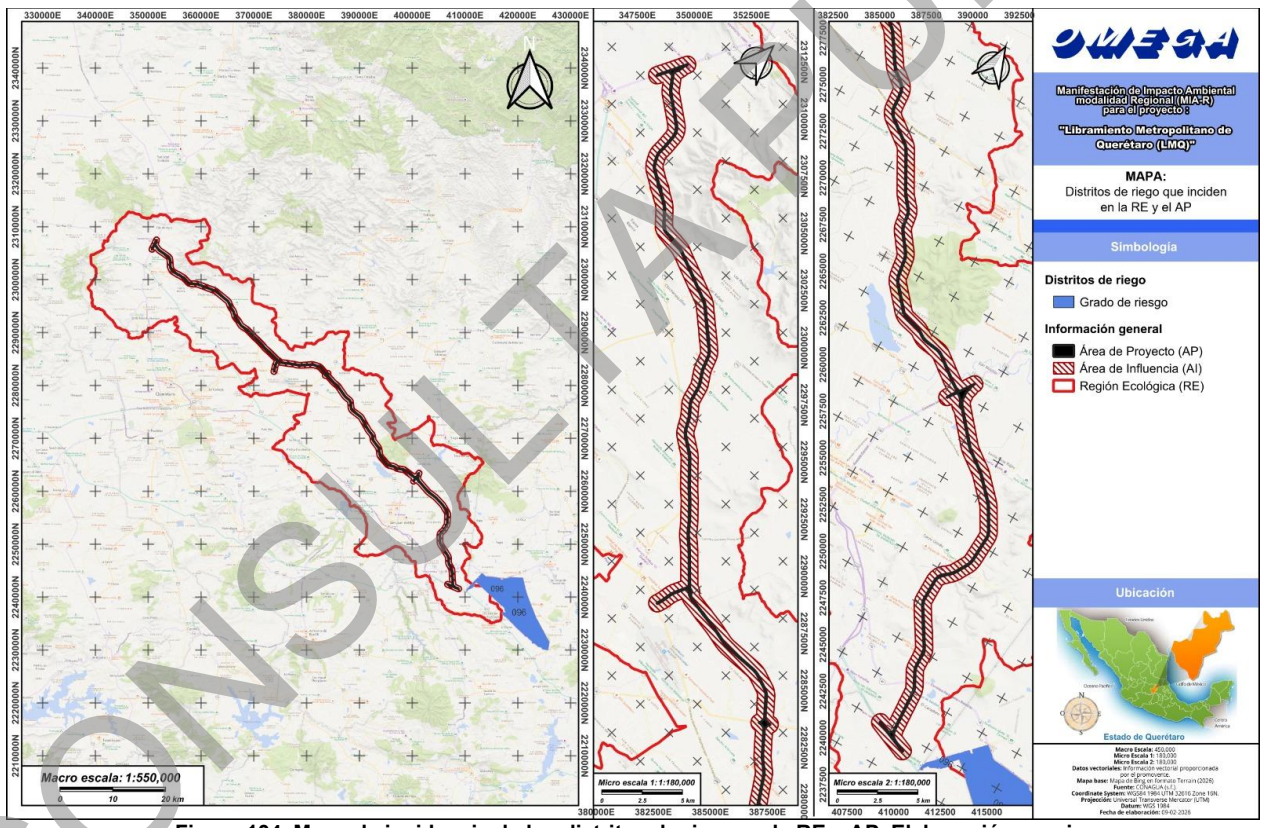


Figura 134. Mapa de incidencia de los distritos de riego en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.9. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Hidrológicas Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs), mientras que conforme al análisis SIGEIA, no se presentan cercanías a menos de 10,000 m de distancia.

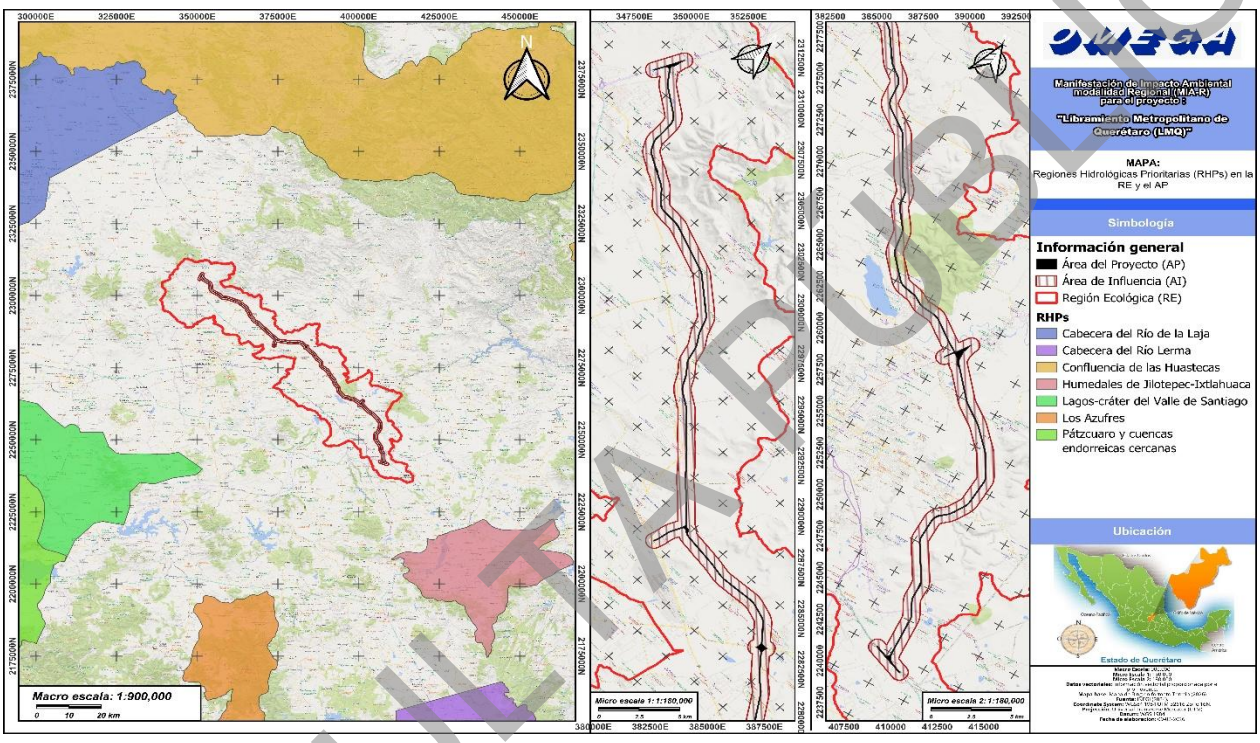


Figura 135. Mapa de incidencia de las RHPs en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.10. Regiones Marinas Prioritarias (RMPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Marinas Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Regiones Marinas Prioritarias (RMPs), mientras que conforme al análisis SIGEIA, no se presentan cercanías a menos de 10,000 m de distancia.

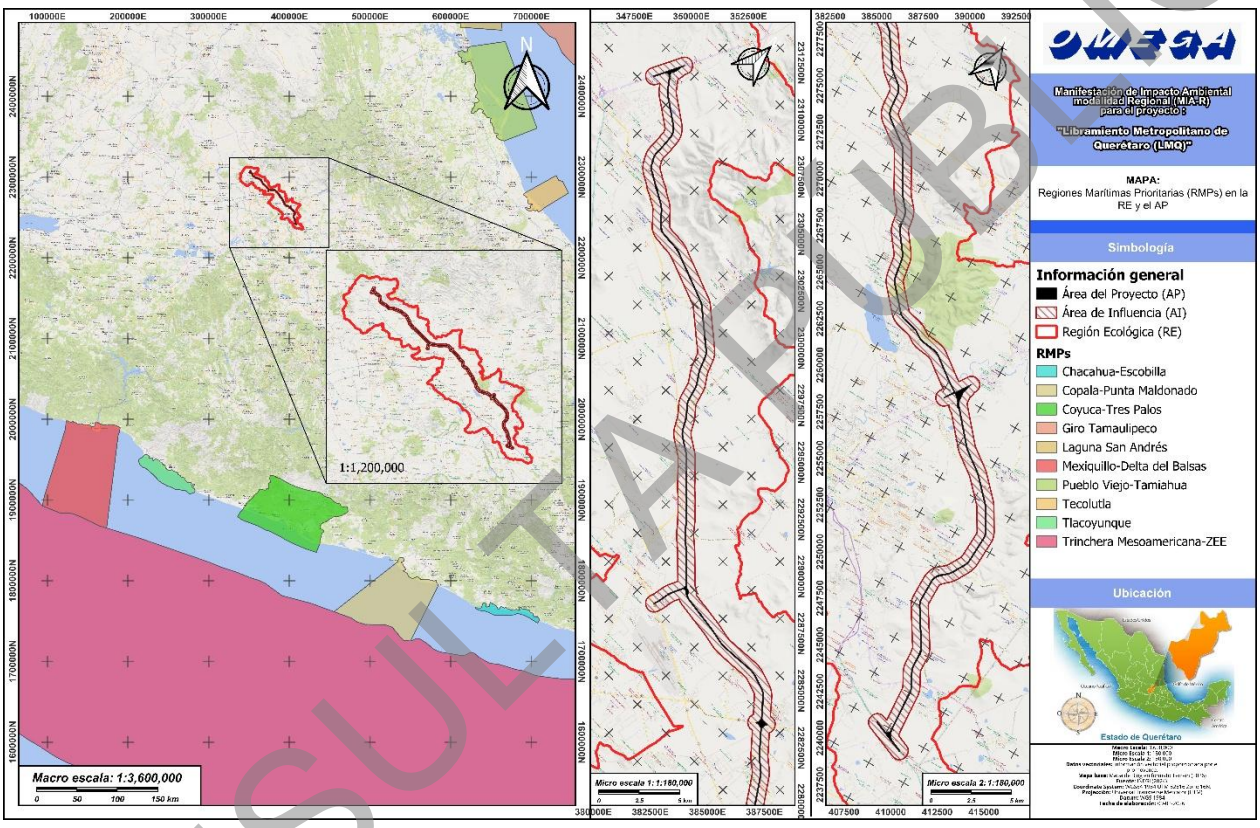


Figura 136. Mapa de incidencia de las RMPs en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.11. Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Regiones Terrestres Prioritarias. CONABIO. 1:4,000,000.

La Región Ecológica (RE) presenta una incidencia de 26,178 m^2 dentro de la RTP 100 Cerro Zamorano, mientras que el Área del Proyecto (AP) se encuentra a una distancia de 9,396 m. Asimismo, se menciona que no se presentan otras RTPs cercanas a menos de 10,000 de distancia.

Tabla III.137. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a RTPs conforme al análisis SIGEIA (2026).

Regiones Terrestre Prioritarias (RTPs)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia	Cercanía (m)	Incidencia	Cercanía (m)
RTP 100	-----	9,396	26,178	-----

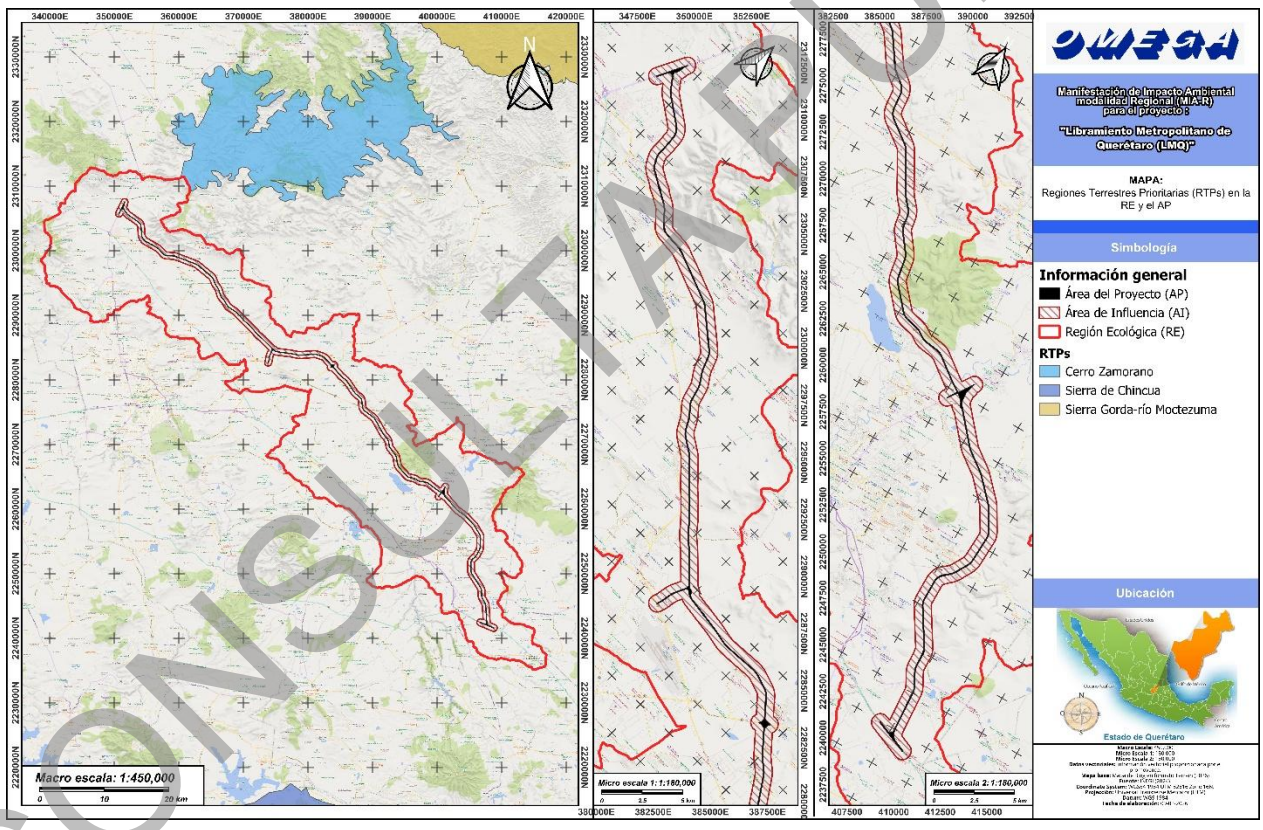


Figura 137. Mapa de incidencia de las RTPs en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.12. Sitios RAMSAR

Análisis de incidencia: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) (2026).

Vector de origen: Sitios RAMSAR. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP).

Tanto la Región Ecológica (RE) como el Área del Proyecto (AP) **NO INCIDEN** dentro de Sitios RAMSAR, mientras que conforme al análisis SIGEIA, no se presentan cercanías a menos de 10,000 m de distancia.

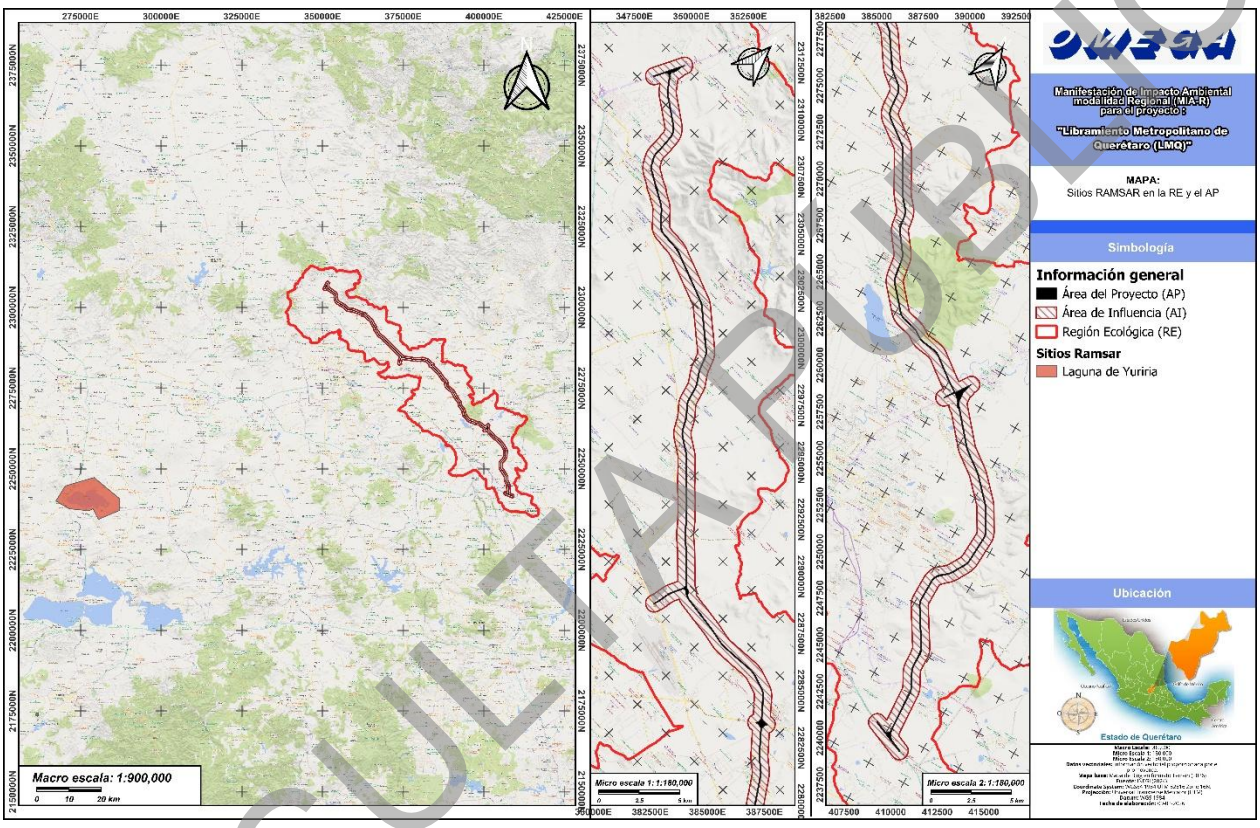


Figura 138. Mapa de incidencia de los Sitios RAMSAR en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.13. Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad (CBC)

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Vector de origen: CONABIO-CONANP.PNUD, (2019). 'Corredores bioclimáticos para la conservación de la biodiversidad de México (2019)', escala: 1:250000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Ciudad de México, México.

La Región Ecológica (RE) incide en 367,214,306.1369 m^2 dentro de Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad (CBC), mientras que el Área del Proyecto (AP) incide en 1,719,432.9276 m^2.

Tabla III.138. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los Corredores Bioclimáticos conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia.

Corredores bioclimáticos	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
De importancia para la conservación de la biodiversidad	1,719,431.9276	-----	367,214,306.1369	-----

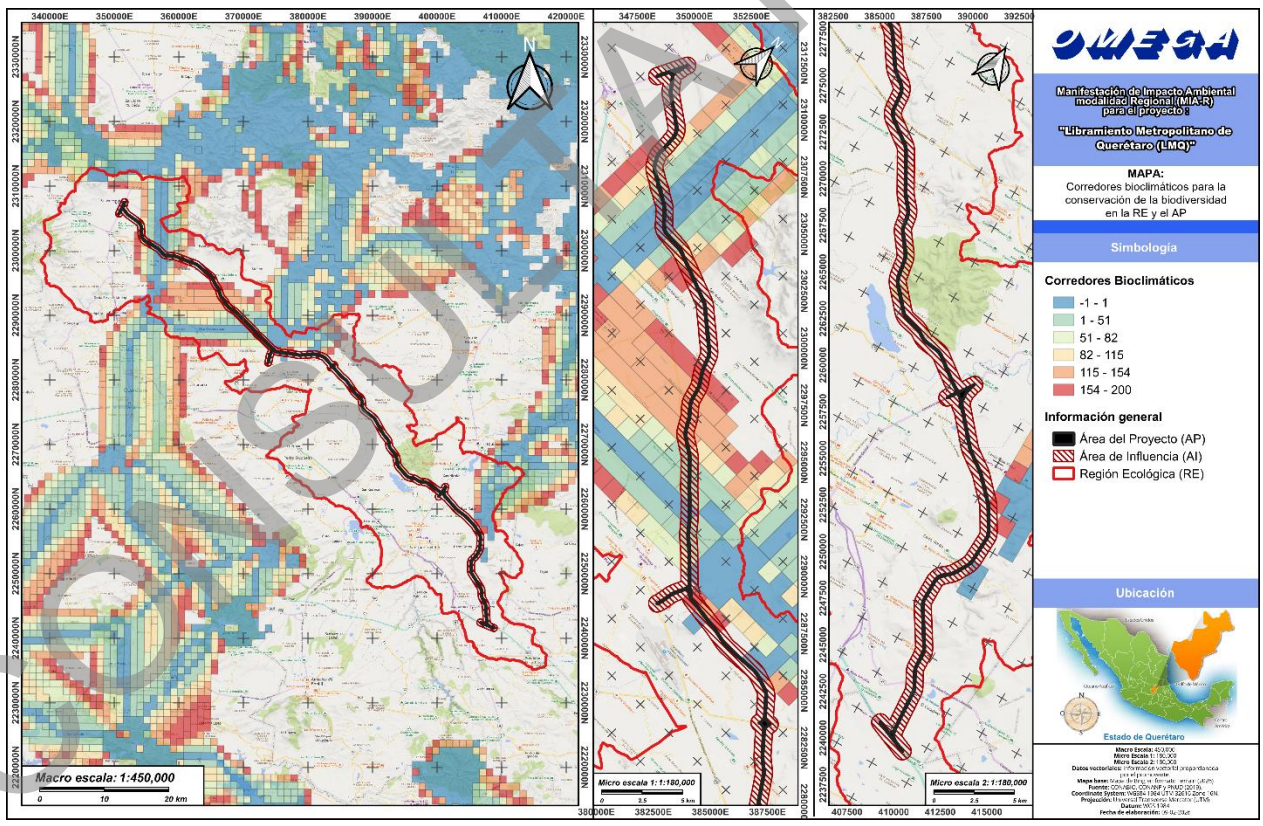


Figura 139. Mapa de incidencia con Corredores Bioclimáticos para la Conservación de la Biodiversidad en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.14. Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad (SAP)

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Vector de origen: CONABIO, (2016). 'Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad de México (2016)', escala: 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

La Región Ecológica (RE) incide en 43,249,930.3483 m^2 dentro de estos sitios, específicamente de importancia media en una superficie 12,083,023.7124 m^2, de importancia alta en una superficie de 16,610,425.6122 m^2 y de importancia extrema en una superficie de 14,556,481.0237 m^2. En tanto, dentro del AP no se registraron incidencias, pero se encuentra a una distancia de 107 m de un SAP de importancia media, a 2,028 m de un SAP de importancia alta y a 1,152 m de un SAP de importancia extrema.

Tabla III.139. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SAP conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia.

Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad (SAP)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Importancia media	-----	107	12,083,023.7124	-----
Importancia alta	-----	2,028	16,610,425.6122	-----
Importancia extrema	-----	1,152	14,556,481.0237	-----

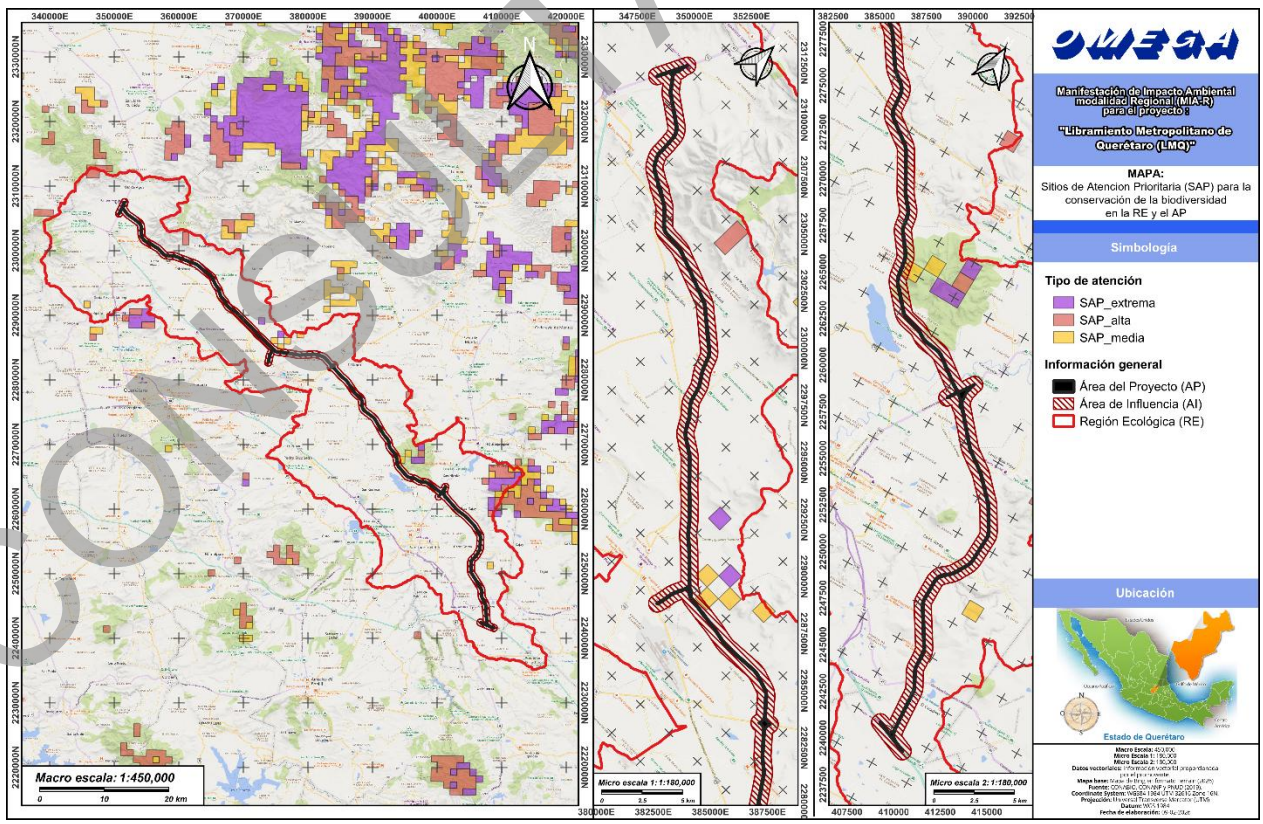


Figura 140. Mapa de incidencia con SAPs en la RE y AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.8.15. Sitios prioritarios acuáticos y epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPEC)

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Vector de origen: CONABIO-CONANP, (2010). 'Sitios prioritarios acuáticos epicontinentales para la conservación de la biodiversidad de México (2010)', escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México, D. F.

La Región Ecológica (RE) incide en 32,097.44208 m^2 dentro de estos sitios, específicamente de importancia media, mientras que se encuentra a 30,929 m de distancia de un SAP de importancia alta y a 4,298 m de un SAP de importancia extrema. En el caso del AP, se encuentra a 39 m de distancia de un SAP de importancia media, a 41,586 m de un SAP de importancia alta y a 8,945 m de un SAP de importancia extrema.

Tabla III.140. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPEC conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia.

Sitios prioritarios acuáticos y epicontinentales para la conservación de la biodiversidad (SPEC)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Importancia media	-----	39	32,097.44208	-----
Importancia alta	-----	41,586	-----	30,929
Importancia extrema	-----	8,945	-----	4,298

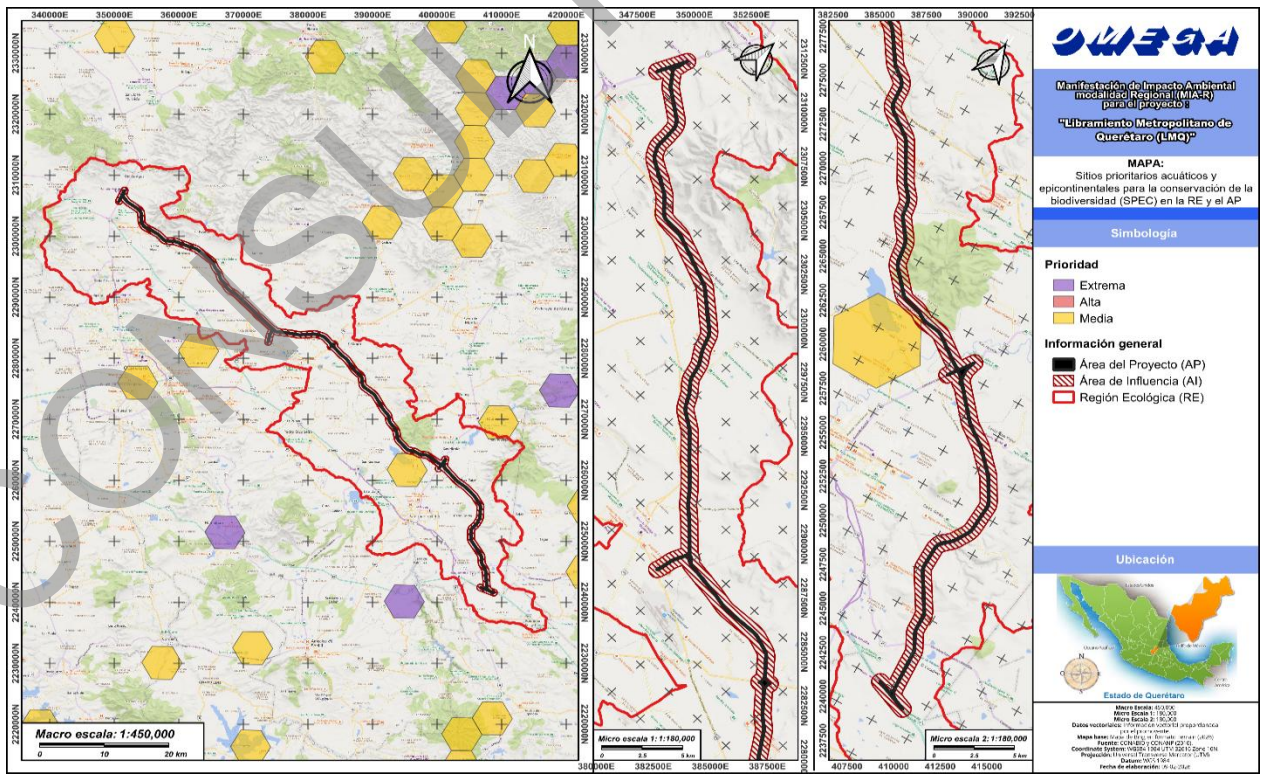


Figura 141. Mapa de incidencia con SPEC en la RE y AP. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

III.8.16. Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPT)

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Vector de origen: CONABIO, CONANP, TNC, Pronatura, (2007). 'Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad de México (2007)', escala: 1:1000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy - Programa México, Pronatura. México, D. F.

Dentro de la Región Ecológica (RE) se identificó una incidencia total en 946,721,128.9812 m^2, específicamente en sitios en 675,324,369.7762 m^2 de importancia media y en 271,396,759.2050 m^2 de importancia alta. En el caso del AP, se presentó una incidencia en 3,306,352.1619 m^2 de importancia media y en 1,318,560.6258 m^2, sumando así una incidencia de 4,624,912.7877 m^2.

Tabla III.141. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPT conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia.

Sitios prioritarios terrestres para la conservación de la biodiversidad (SPT)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Importancia media	3,306,352.1619	-----	675,324,369.7762	-----
Importancia alta	1,318,560.6258	-----	271,396,759.2050	-----

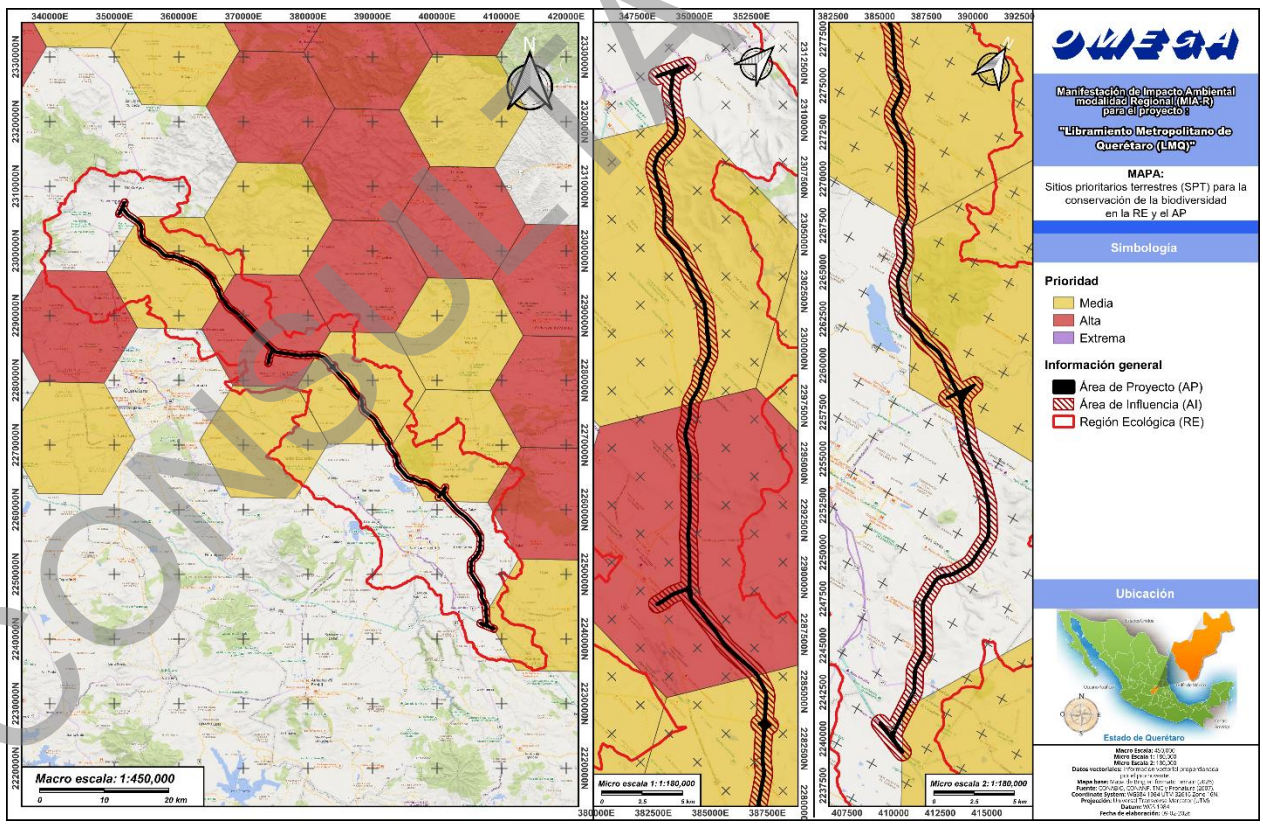


Figura 142. Mapa de incidencia con SPT en la RE y AP. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

III.8.17. Sitios prioritarios para la restauración (SPR)

Análisis de incidencia: GEOPORTAL CONABIO (2026) http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/

Vector de origen: CONABIO, (2016). 'Sitios prioritarios para la restauración de México (2016)', escala: 1:1 000000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Dentro de la Región Ecológica (RE) se identificó una incidencia total en 719,833,745.5554 m^2, específicamente en sitios en 12,652,282.9102 m^2 de importancia media, en 334,145,520.7801 m^2 de importancia alta y en 373,035,941.8652 m^2 de importancia extrema. En el caso del AP, se presentó una incidencia total de 4,379,405.3782 m^2, específicamente en 1,591,103.2642 m^2 de importancia alta y en 2,788,302.1140 m^2 de importancia extrema, así como a una distancia de 375 m de un SPR de importancia media.

Tabla III.142. Incidencias y cercanías de la RE y AP respecto a los SPR conforme al análisis vectorial de la CONABIO. Elaboración propia.

Sitios prioritarios para la restauración (SPR)	Área de Proyecto (AP)		Región Ecológica (RE)	
	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)	Incidencia (m^2)	Cercanía (m)
Importancia media	-----	375	12,652,282.9102	-----
Importancia alta	1,591,103.2642	-----	334,145,520.7801	-----
Importancia extrema	2,788,302.1140	-----	373,035,941.8652	-----

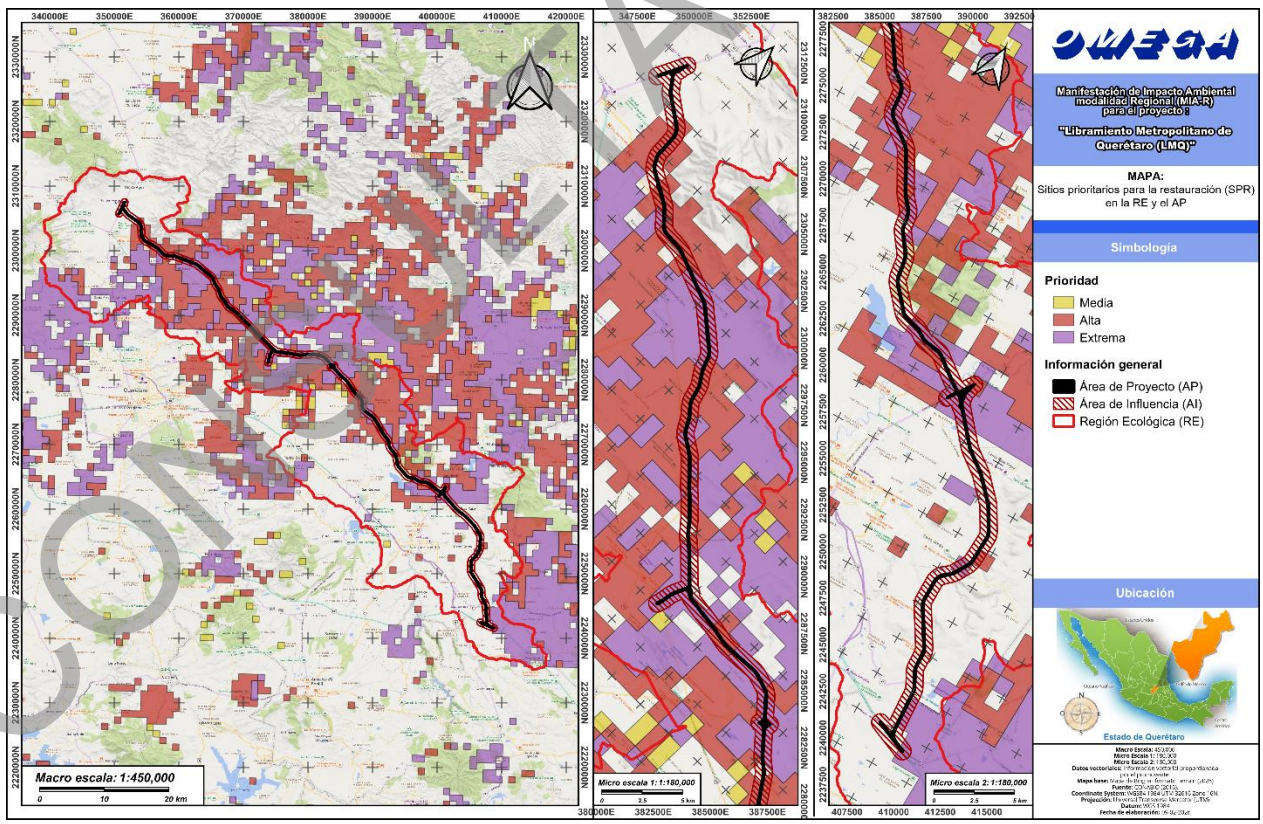


Figura 143. Mapa de incidencia con SPRs en la RE y AP. Elaboración propia

COPIA PÚBLICA

III.8.18. Conclusiones

Si bien el proyecto incide en algunas áreas de importancia ecológica conforme a la CONABIO en temas de regionalización ambiental y sitios prioritarios para la conservación y restauración, se manifiesta que dentro del capítulo IV se identifican los impactos ambientales que pudiera tener el proyecto y se indican las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para no provocar un desequilibrio ecológico de la RE ni de las áreas colindantes. Bajo esa línea de ideas, se ha diseñado un *Programa de Vigilancia Ambiental* que enuncia los indicadores, así como las medidas ambientales específicas para lograr este objetivo.

CONSULTA PÚBLICA

III.9. IDENTIFICACIÓN DE CORREDORES BIOLÓGICOS DENTRO DE LA REGIÓN ECOLÓGICA

III.9.1. Metodología para la identificación de los corredores biológicos

La elaboración del presente análisis surge a partir del reconocimiento por promover e implementar la conectividad ecológica dentro del área de estudio por medio de pasos de fauna, esto a raíz del efecto que tendrá la construcción del tren de pasajeros en el ecosistema. Se consultaron diversas metodologías para delimitar la red de conectividad del área de estudio.

La fragmentación de hábitats es un fenómeno que ocurre de manera global, por lo que son muchos los estudios que analizan el efecto que tiene en poblaciones de diversas especies, ya que el movimiento entre parches de hábitat es necesario para procesos importantes como la búsqueda de alimento y refugio y la reproducción, entre otros. Tomando en cuenta la importancia que tiene el movimiento de las especies para el mantenimiento de la biodiversidad, se diseñan estrategias para facilitar el flujo de especies entre parches de hábitat y áreas de conservación, formando redes ecológicas (Hilty, y otros, Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos, 2021).

Al proceso donde las especies se trasladan entre parches de ecosistema en busca de recursos, se le denomina ‘Conectividad’. Al hablar de la conectividad del paisaje, históricamente, nos referimos al grado en que el paisaje facilita o impide el movimiento entre parches de recursos (Taylor, Fahrig, Henein, & Merriam, 1993).

La conectividad del paisaje representa la relación que guarda el paisaje con la facilidad que tienen estas especies de desplazarse entre fragmentos del ecosistema original. De acuerdo con Taylor, *et al.,* (2006), la conectividad del paisaje combina así una descripción de la estructura física del paisaje con la respuesta de un organismo a esa estructura, es decir, el concepto de conectividad tiene dos aspectos: 1) los elementos físicos que facilitan o impiden el paso de especies, o conectividad estructural, y 2) el comportamiento de los organismos que interactúan en el medio, lo que se denomina conectividad funcional. La conectividad estructural se determina por la conexión espacial de diferentes tipos de hábitat en el paisaje; y la funcional se refiere a la respuesta en la conducta de los individuos y especies ante la estructura física del paisaje, en este último influyen los requisitos de hábitat de la especie, la tolerancia a hábitats alterados y la fase de vida (Alonso-F., Finegan, Brenes, Günter, & Palomeque, 2017b).

Actualmente, rastrear la conectividad de poblaciones de especies puede realizarse por distintas metodologías gracias al crecimiento de áreas complementarias de la biología. Con la genética es posible realizar estudios en los que se compara la recombinación genética entre poblaciones de la misma especie, encontrados en parches de terreno distintos, para determinar si existe flujo de especies entre estas zonas. Por ejemplo, el equipo de Pérez *et al.* (2020), determinó altos niveles de conectividad en poblaciones de la especie de ave *Thalasseus elegans*, perteneciente al orden de los *Charadriiformes*, mediante la comparación de muestras genéticas de ejemplares de distintos puntos de su área de reproducción en el Golfo de México.

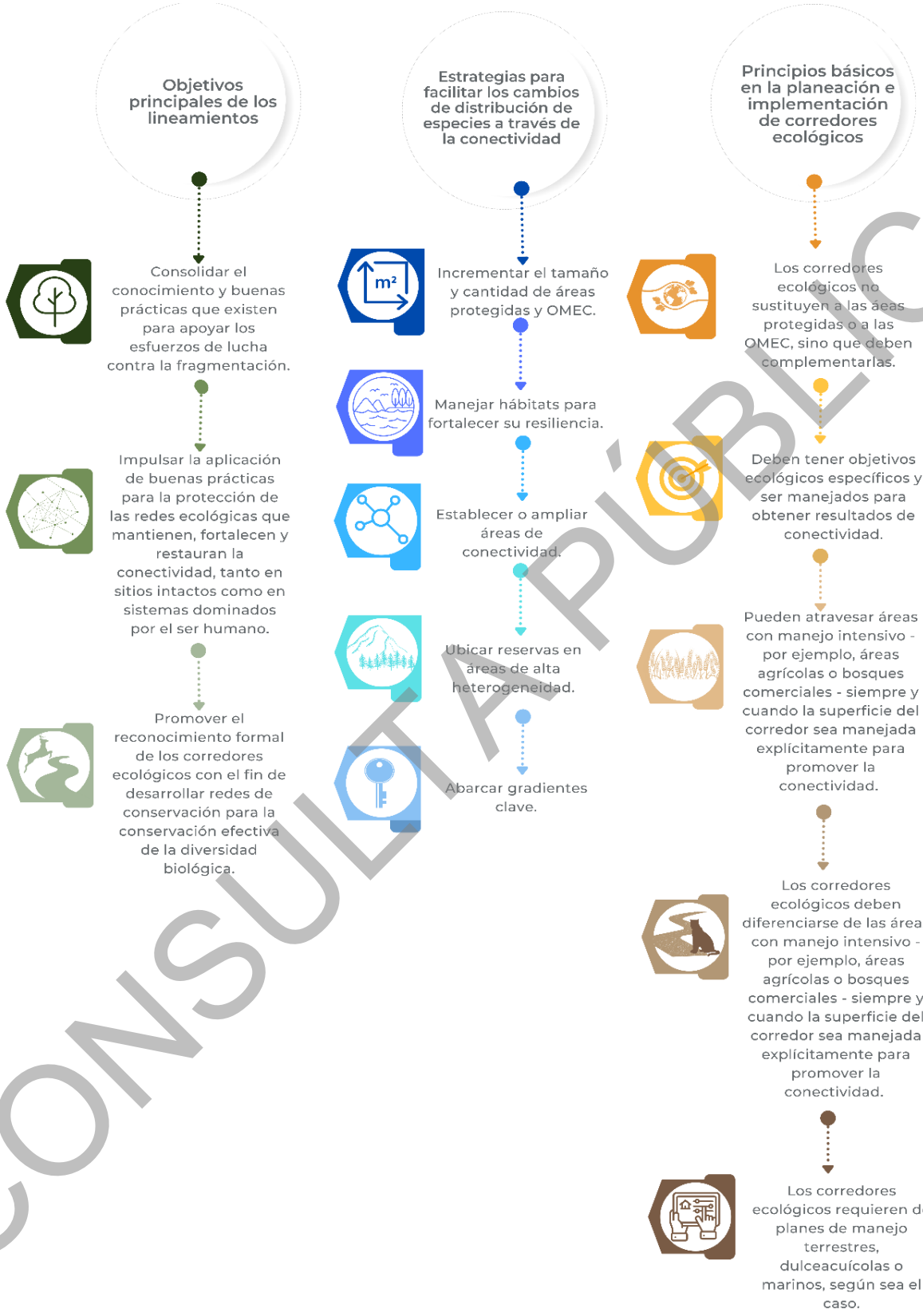
CONSULTA PÚBLICA

A) <u>Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)</u>

Las metodologías consultadas surgieron a partir de la preocupación de la comunidad internacional de conservación (UICN) por incorporar la conectividad ecológica debido a la pérdida de biodiversidad y la extinción de especies. Esto dio como resultado el documento “Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza”, cuyo principal objetivo es consolidar el conocimiento a través de la contribución para la construcción de capacidades institucionales e individuales, además de buenas prácticas que existen para apoyar los esfuerzos de lucha contra la fragmentación, y así gestionar los sistemas de áreas protegidas de manera eficaz, equitativa y sostenible, promoviendo la conservación de la conectividad.

Este instrumento es un marco de referencia importante para el proyecto, pues contiene una serie de estrategias, objetivos y principios que deben ser considerados para lograr la conectividad funcional y estructural de los corredores y redes ecológicas de conservación, como Áreas Naturales Protegidas (ANP), Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMEC), así como otros sitios de áreas intactas. Una síntesis de los objetivos y conceptos que presenta el instrumento se muestran en la siguiente figura y se explican más a detalle en los párrafos siguientes.

CONSULTA PÚBLICA



CONSULTA PÚBLICA

Figura III.144. Objetivos, estrategias y principios de la UICN para la conectividad. Fuente: Elaboración propia con base en la información de (Hilty, y otros, Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas, 2021).

Este análisis interpreta la conectividad como el libre movimiento de especies y el flujo de los procesos naturales que sostienen la vida en la Tierra (Hilty, *et al.*, 2021). La conectividad puede manejarse desde escalas pequeñas, por ejemplo, arroyos, arrecifes coralinos y pastos marinos, hasta escalas regionales e incluso continentales, como, cadenas de islas, montañas, grandes sistemas fluviales o respiraderos hidrotermales de los fondos marinos. Uno de los objetivos principales de la conectividad, es promover, permitir y facilitar la adaptación al cambio climático para algunas especies. La siguiente figura muestra los elementos que conforman el concepto de conectividad según los lineamientos de la UICN.

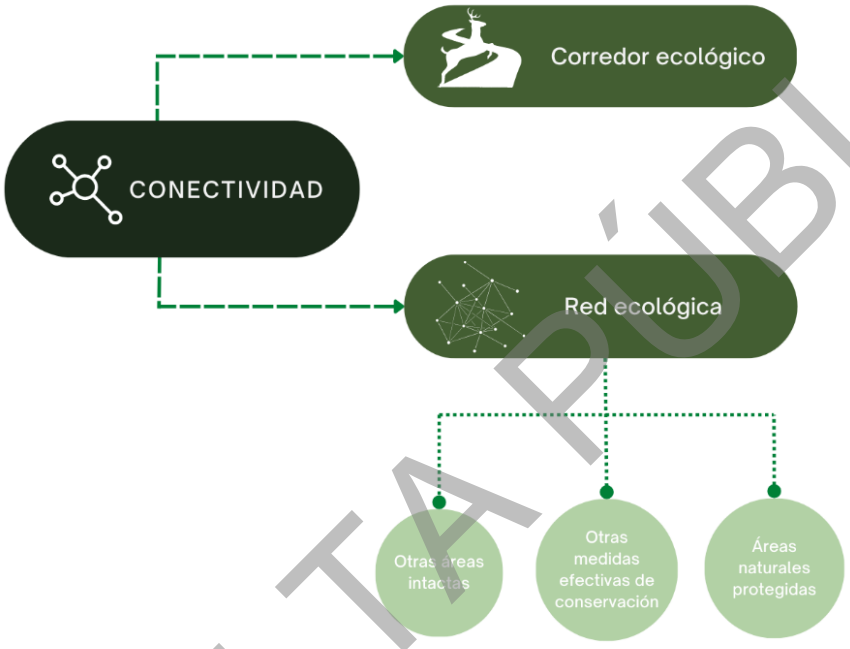


Figura III.145. Elementos clave para la conectividad de la UICN. Fuente: Elaboración propia con información de Hilty et al. (2021).

La conectividad provee dos funciones fundamentales, por un lado, permite regular los movimientos de los organismos, asegurando que las varias subdivisiones de una población puedan mantener el equilibrio genético, y segundo, facilita la dispersión entre el rango hogareño de las especies y sus áreas de migración (Chassot, Finegan, & Arias, 2011)

El corredor ecológico, es un espacio geográfico claramente definido que es administrado y manejado en el largo plazo con el fin de mantener, fortalecer y restaurar la conectividad de forma efectiva, en otras palabras, es una ruta de viaje de la flora y fauna, que conecta redes de biodiversidad. Este vínculo funcional entre ecosistemas o hábitats de una especie permite su dispersión y migración (Hilty, y otros, Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos. Serie Directrices para buenas prácticas en áreas protegidas, 2021) (Locquet & Clauzel, 2018). Por último, es necesario entender a una red ecológica para la conservación como un sistema de hábitats núcleo (áreas protegidas, OMEC y otras áreas naturales intactas), conectados a través de corredores ecológicos y que son establecidos, restaurados según sea necesario y preservados para conservar la diversidad biológica de los sistemas que han sido fragmentados.

CONSULTA PÚBLICA

B) <u>Red verde y azul</u>

“La Trame Verte et Bleue” o Red Verde y Azul (RVA por sus siglas en español), se basa en varias metodologías que presuponen la realización de un diagnóstico territorial, sin seguir un método único de análisis. Este se basa en los principios de la ecología del paisaje y tiene como objetivo constituir una red ecológica viable para las especies, compuesta por redes de biodiversidad y corredores terrestres o acuáticos y así combatir la erosión de la biodiversidad provocada por la fragmentación y destrucción de hábitats resultante de las actividades humanas (Locquet & Clauzel, 2018). Amsallem, Deshayes & Bonnevialle (2010) ejemplifican el concepto de la Red Verde y Azul mediante el esquema presentado en la siguiente figura.

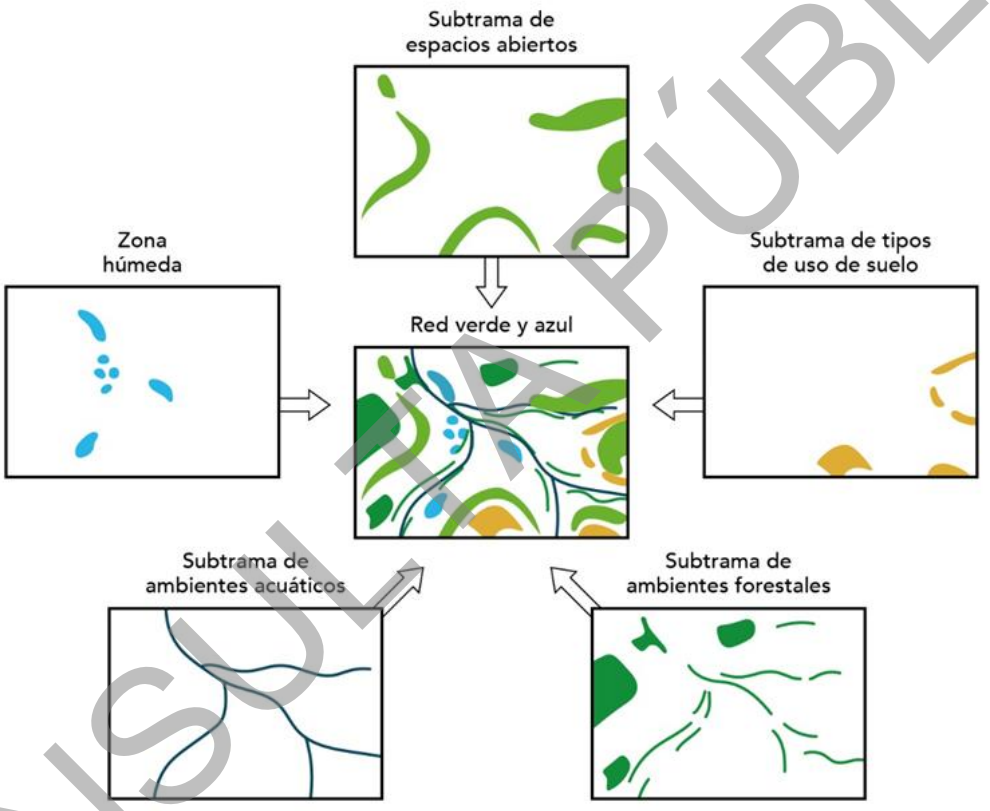


Figura III146. Ejemplo de una Red Verde y Azul (RVA). Fuente: Adaptado de (Amsallem, Deshayes, & Bonevialle, 2010).

Una RVA puede estar conformada por diferentes subestructuras como son bosque, humedal, acuáticas (agua corriente), ambiente agrícola extensivo, entre otros usos de suelo, que al unirlos permiten tener una diversidad de ambientes en forma de red. La elección de cada estructura en la red es determinada por tres factores:

- Zonificación de inventario, normativa, gestión o conservación
- La presencia de determinadas especies (inventarios)
- La calidad de los medios (permeabilidad)

CONSULTA PÚBLICA

Los reservorios de biodiversidad son las áreas en las que la biodiversidad está mejor representada y donde las especies pueden realizar todo o parte de su ciclo de vida, es decir alimentarse, reproducirse y descansar. Estas áreas están unidas entre sí por corredores que constituyen ‘vínculos funcionales’ permitiendo la circulación de especies o grupos de especies entre diferentes hábitats (Locquet & Clauzel, 2018).

Para que una red verde y azul pueda establecerse, es necesario que se realice un diagnóstico que consista en identificar las zonas de áreas naturales sujetas a protección especial, así como también localizar las especies más representativas de mamíferos, pájaros, reptiles, anfibios, insectos y plantas vasculares, mediante inventarios y observaciones de campo. Así también, el considerar realizar un mapeo general del territorio a partir de bases de datos sobre usos del suelo, lo que permite identificar áreas de hábitat y corredores.

Por otro lado, este tipo de redes tienen distintos enfoques como lo es el enfoque estructural de hábitats, y el cual presupone una interpretación de las redes ecológicas de un territorio a partir de la identificación de reservorios de biodiversidad, zonas de amortiguamiento y corredores. Esta perspectiva se ocupa principalmente del entorno más que de las especies (Berges, Roche, & Avon, 2010). Así mismo en esta red se encuentra el enfoque de especies, que permite simular los movimientos potenciales de especies indicadoras desde los reservorios de biodiversidad. Este enfoque se considera más funcional, puesto que se basa en los requerimientos ecológicos de las especies estudiadas y sus capacidades de movimiento asociadas a la calidad ecológica de los ambientes.

La RVA es una herramienta clave para la conservación de la biodiversidad y la conectividad de los ecosistemas, ya que simboliza la correcta planificación de la infraestructura con relación a la no perturbación de los hábitats de las áreas en donde se establezcan. Además, es un mecanismo completo al poder interconectar distintos ecosistemas para que exista un equilibrio ecológico. Por otra parte, brinda las bases para evitar que el paisaje se fragmente y llegue a impedir el movimiento de especies animales y vegetales. La RVA refiere a la creación de corredores ecológicos, los cuales son necesarios para que las rutas de desplazamiento de la flora y la fauna se conecten mediante reservorios de biodiversidad.

Sin embargo, es indispensable la colaboración de los actores regionales y locales como un elemento significativo para el éxito de la Red Verde y Azul. Esto con el fin de facilitar el desarrollo e implementación de los planes regionales de coherencia ecológica, y con un proceso con enfoque participativo, el cual debe permitir una construcción concertada del plan regional de coherencia ecológica con el fin de recopilar y tener en cuenta las opiniones de todos los interesados relacionados con el uso de la tierra y la planificación regional.

Por lo tanto, la Red Verde y Azul necesita basarse en un conocimiento compartido del patrimonio natural, lo más detallado posible, por un lado, con el diagnóstico de las zonas mediante los inventarios ecológicos y, por otro lado, con un enfoque que resalte las interacciones entre biodiversidad y las actividades humanas.

Este tipo de análisis nos pueden ayudar a determinar también, cuando existen limitaciones en la distribución de organismos entre parches, así como dar pistas sobre qué especies son las que presentan índices menores de movilidad o menor influencia entre poblaciones distintas.

CONSULTA PÚBLICA

La evaluación de la conectividad estructural ayudará a establecer rutas que permiten el flujo de organismos, así como demarcar las áreas de presencia permanente de especies de interés, y las zonas que son utilizadas únicamente como corredores.

III.9.2. Especies clave para la identificación de los corredores biológicos

En relación con la fauna potencial y aquellas registradas en campo durante la elaboración de este estudio, las especies clave identificadas para el uso de los pasos de fauna fueron el Coyote (*Canis latrans*), el Tlacuache (*Didelphis virginiana*), el Lince (*Lynx rufus*), el Zorrillo Listado Sureño (*Mephitis macroura*), la comadreja cola larga (*Neogale frenata*), el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), el Mapache (*Procyon lotor*), el zorrillo manchado del sur (*Spilogale angustifrons*) y la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*).

Por lo anterior, atendiendo al Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (*SNIB*), se determinó la distribución potencial de estas especies dentro de la región ecológica (*RE*) con el fin de proyectar sus posibles áreas, esto con excepción de la especie *Spilogale angustifrons* al no contar con un vector de su distribución potencial. Por otra parte, la superficie de la región ecológica (*RE*) es de **164,482.6467 ha**, por lo que, de acuerdo con los siguientes estudios, la población presente dentro de éste y que podría utilizar los pasos de fauna sería la siguiente.

Tabla III.143. Análisis de las especies clave para el empleo de los pasos de fauna. Elaboración propia.

ESPECIE CLAVE	ESTUDIO POBLACIONAL	POBLACIÓN km^2
Coyote (*Canis latrans*)	Reproducción, estructura, movimientos y densidad de Coyotes (*Canis latrans* Say) bajo control, en la región semiárida de San Luis Potosi (Clemente-Sánchez, 2017).	27 individuos
Tlacuache (*Didelphis virginiana*)	Diversidad genética y abundancia relativa de *Didelphis marsupialis* y *Didelphis virginiana* en Chiapas, México (Cruz-Salazar *et al.*, 2013)	23 individuos
Lince (*Lynx rufus*)	Densidad, idoneidad ambiental y nicho ecológico de cuatro especies de felinos americanos (Carnivora: Felidae) (Pérez-Irineo *et al.,* 2019).	2 individuos
Zorrillo Listado Sureño (*Mephitis macroura*)	Sin datos	Sin datos
Comadreja (*Neogale frenata*)	Sin datos	Sin datos
Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*)	Estudio poblacional y uso de hábitat por el Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginuanus*) en un bosque templado de la Sierra de Pachuca, Hidalgo, México (Sánchez-Riojas *et al.,* 2009)	De 1 a 4 individuos
Mapache (*Procyon lotor*)	Mapache – *Procyon lotor* (Linnaeus, 1758) (Salgado, 2015)	De 10 a 100 individuos
(Zorrillo manchado) Spilogale angustifrons	Sin datos	Sin datos
Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*)	Ecología del Cacomixtle (*Bassariscus astutus*) y la Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*) (Castellanos *et al.,* 2006)	8 individuos

CONSULTA PÚBLICA

III.9.3. Distribución potencial conocida de las especies

Se consultaron las distribuciones potenciales de estas especies bandera dentro de la plataforma del SNIB (Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad) de la CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) del 2026, se modelaron las distribuciones de estas especies dentro de la región ecológica (RE). A continuación, se enlistan las especies de las que se revisó la distribución potencial.

Tabla III.144. Lista de especies clave para la revisión de distribución potencial. Elaboración propia.

ESPECIES CLAVE
Coyote (*Canis latrans*)
Tlacuache (*Didelphis virginiana*)
Zorrillo Listado Sureño (*Mephitis macroura*)
Comadreja (*Neogale frenata*)
Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*)
Mapache (*Procyon lotor*)
Lince (*Lynx rufus*)
Zorra Gris (*Urocyon cinereoargenteus*)

CONSULTA PÚBLICA

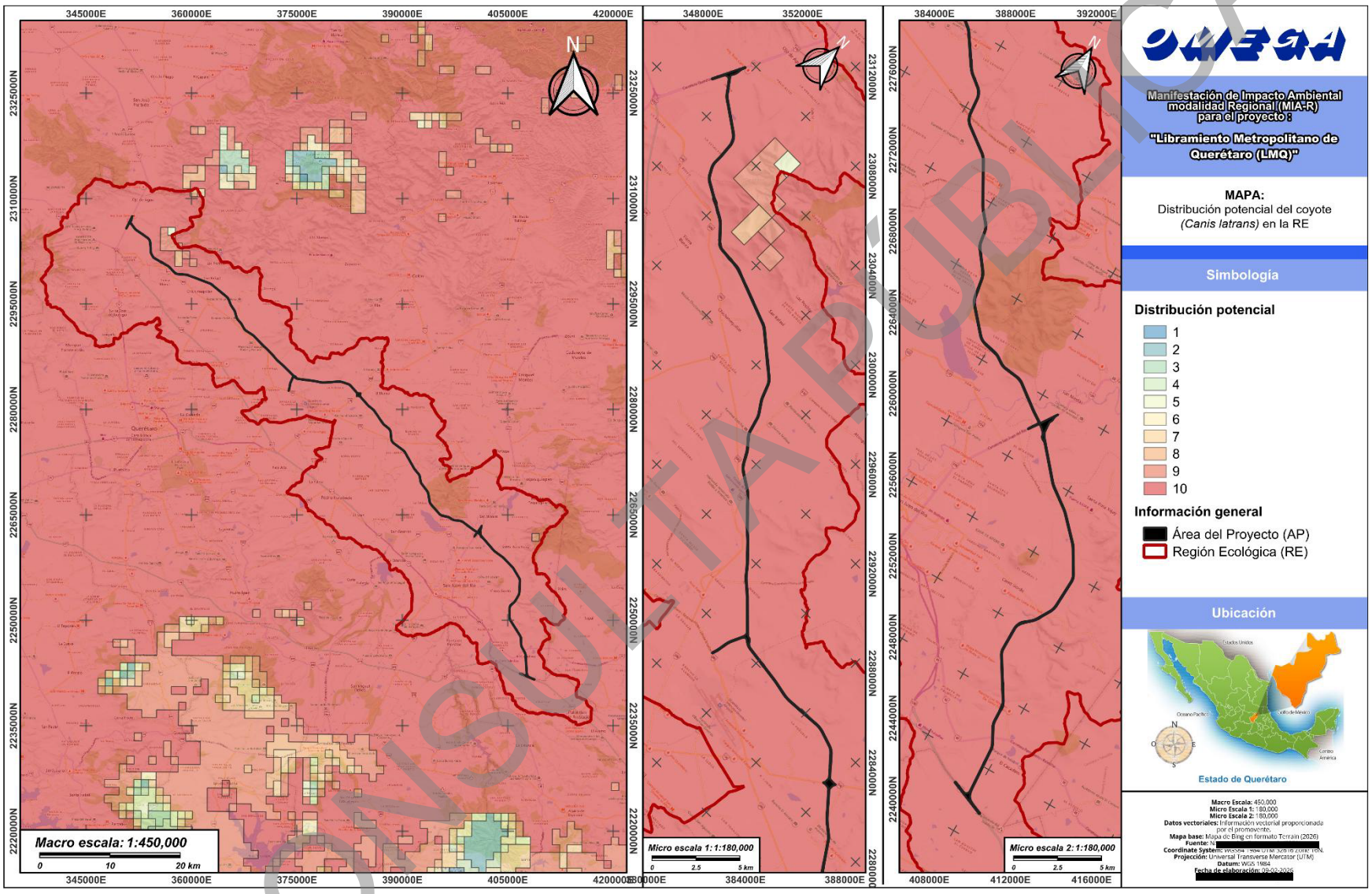


Figura III.147. Distribución potencial del Coyote (*Canis latrans*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

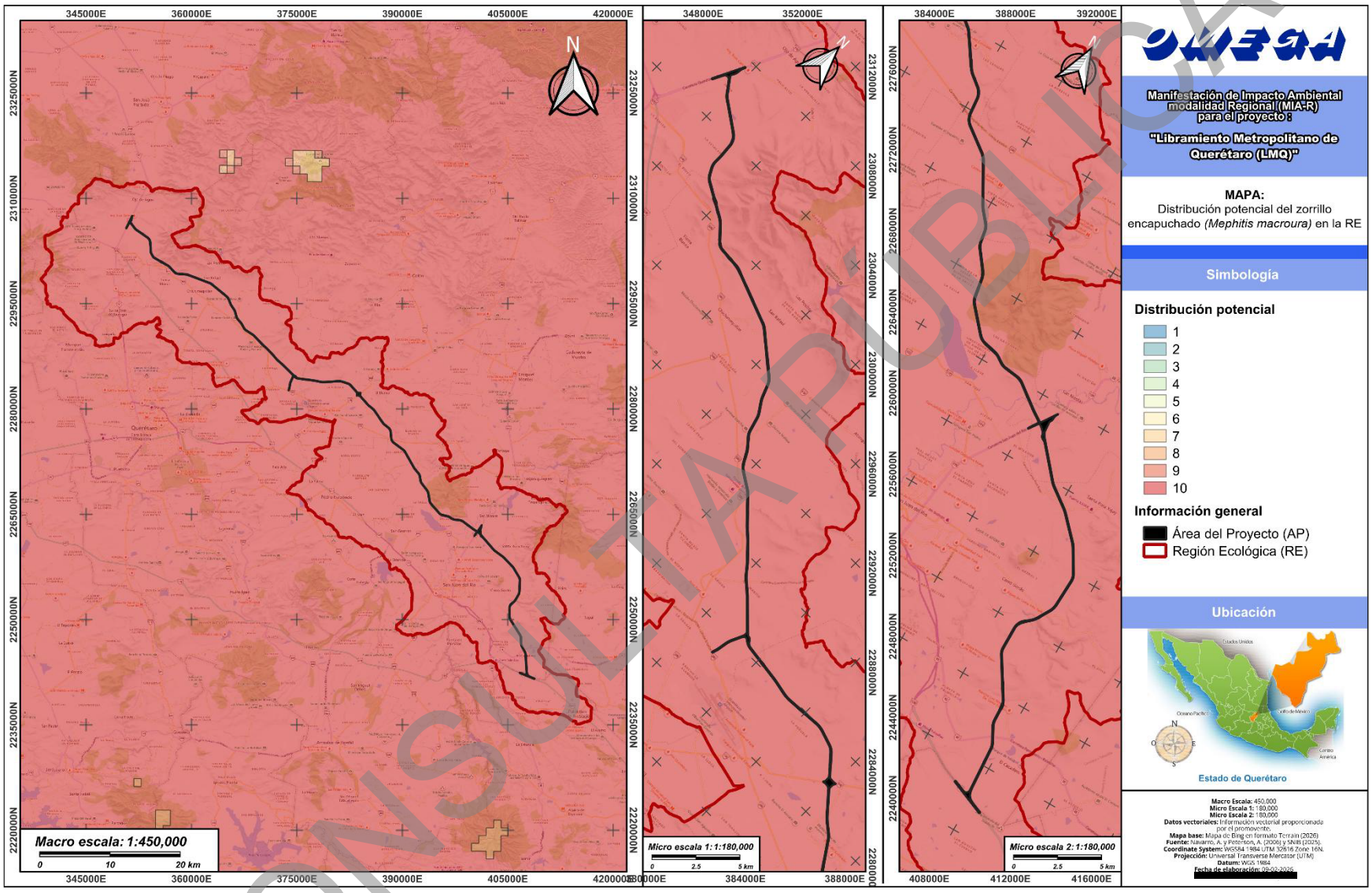


Figura III.148. Distribución potencial del Zorrillo Listado Sureño (*Mephitis macroura*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

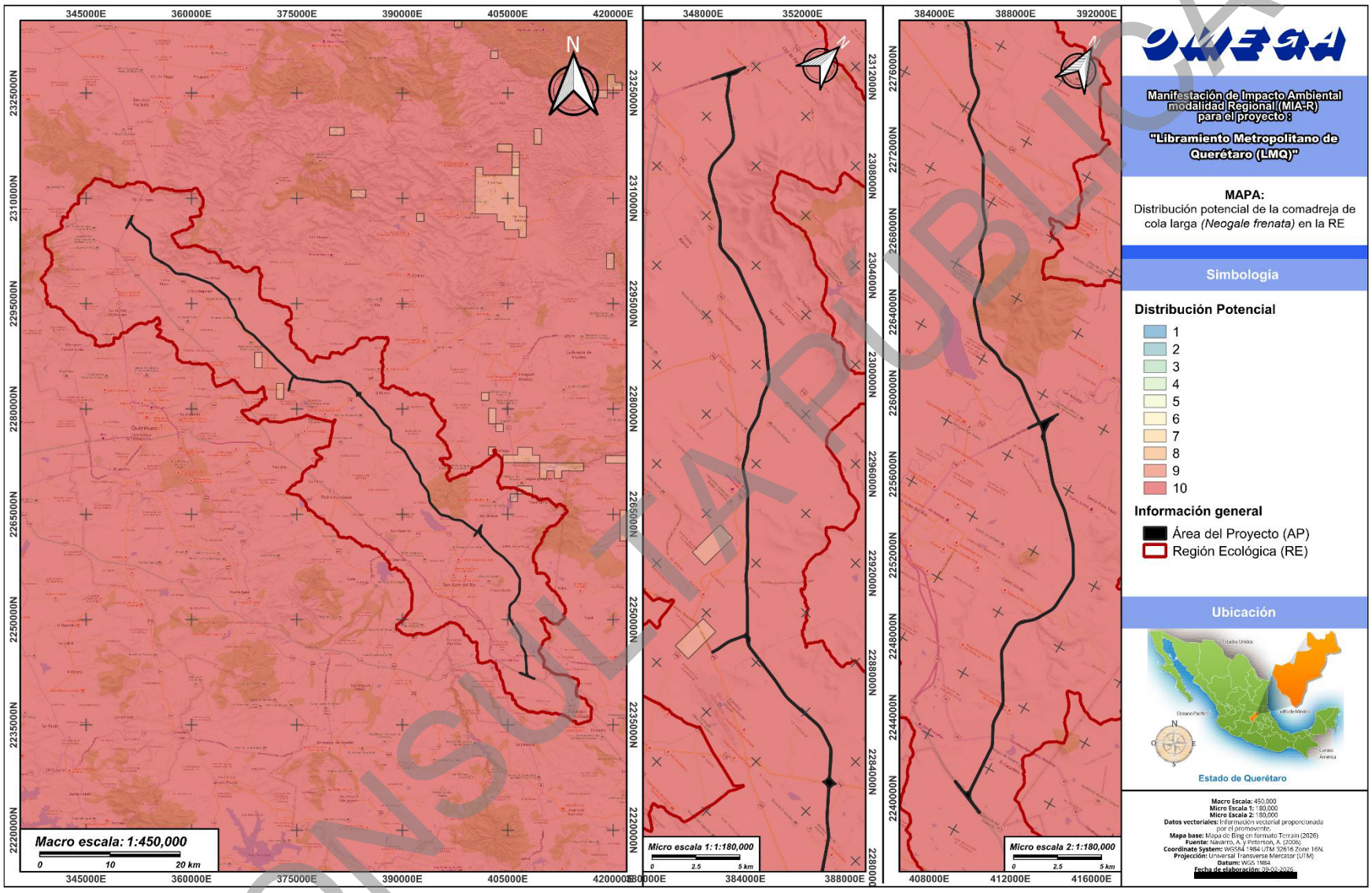


Figura III.149. Distribución potencial de la Comadreja (*Neogale frenata*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

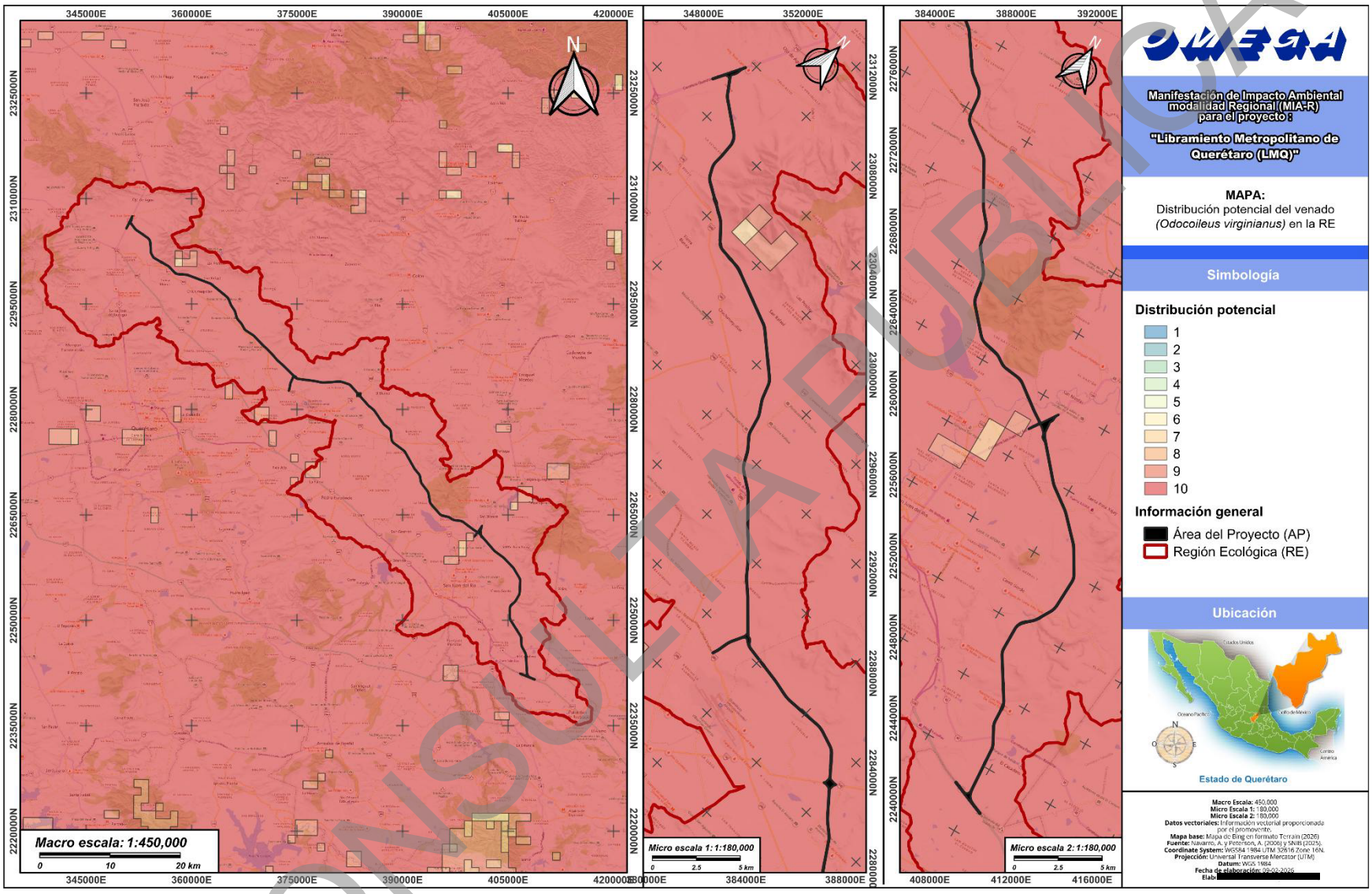


Figura III.150. Distribución potencial del Venado Cola Blanca (*Odocoileus virginianus*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

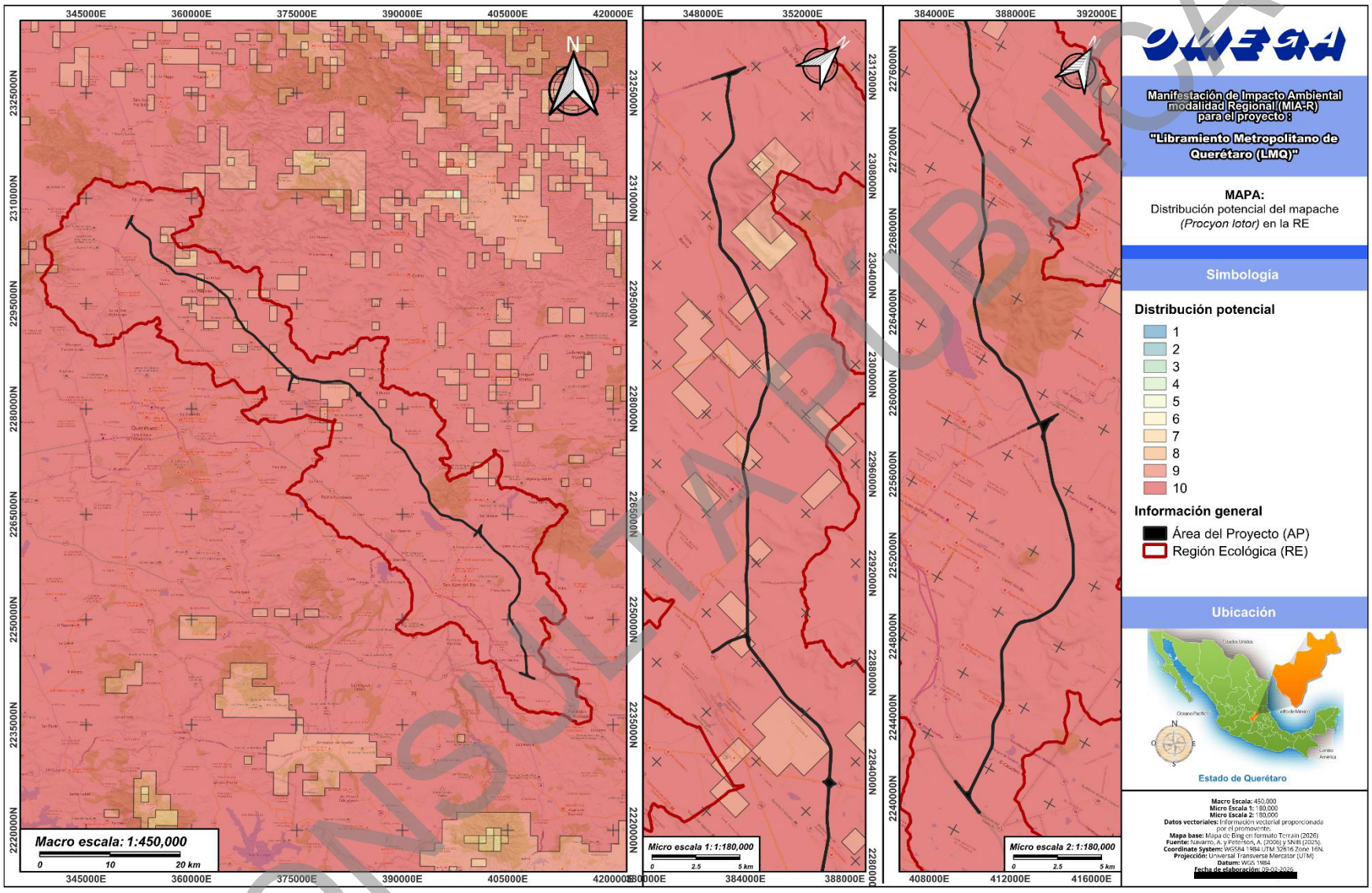


Figura III.151. Distribución potencial del Mapache (*Procyon lotor*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

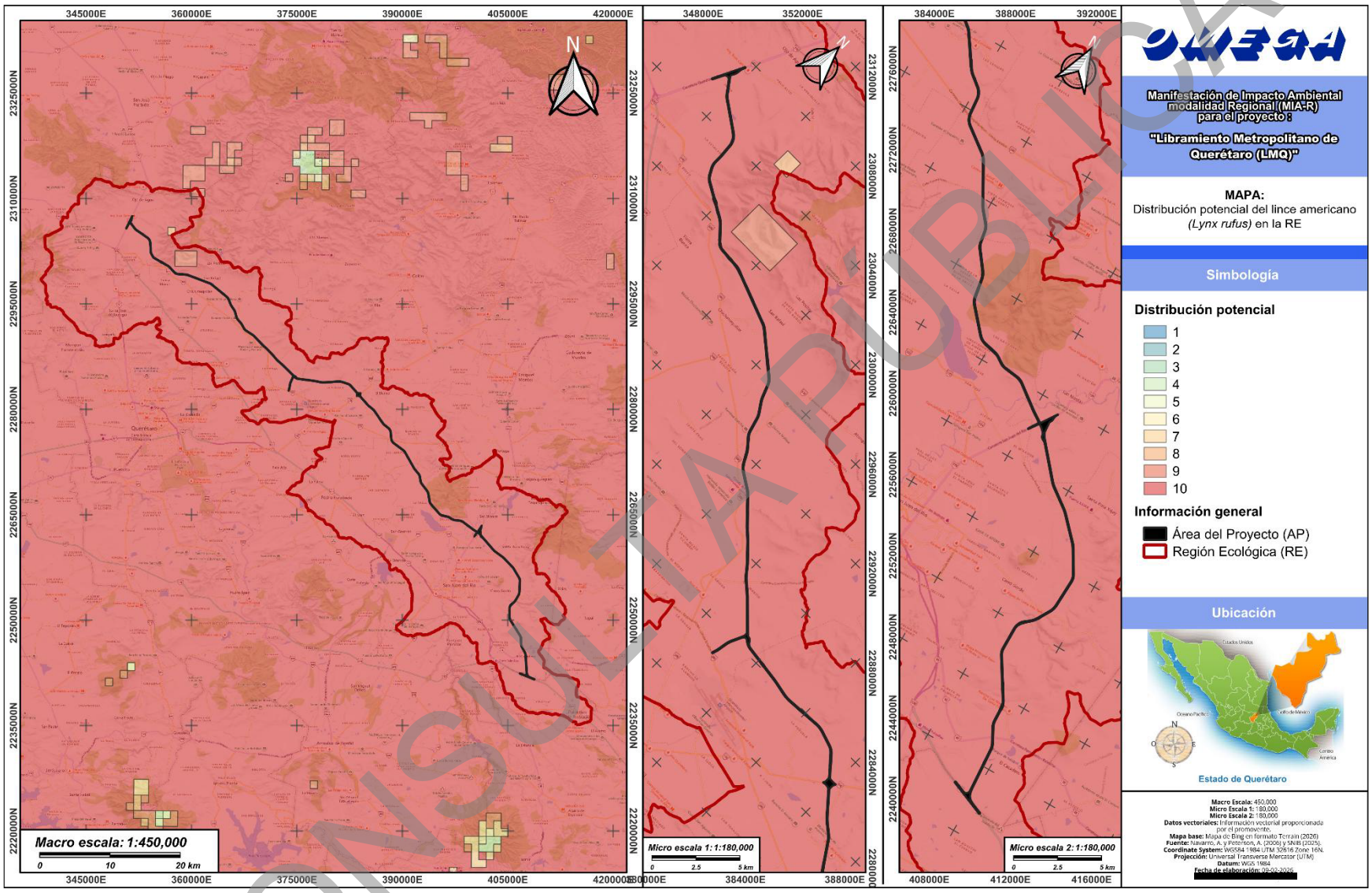


Figura III.152. Distribución potencial del Lince (*Lynx rufus*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

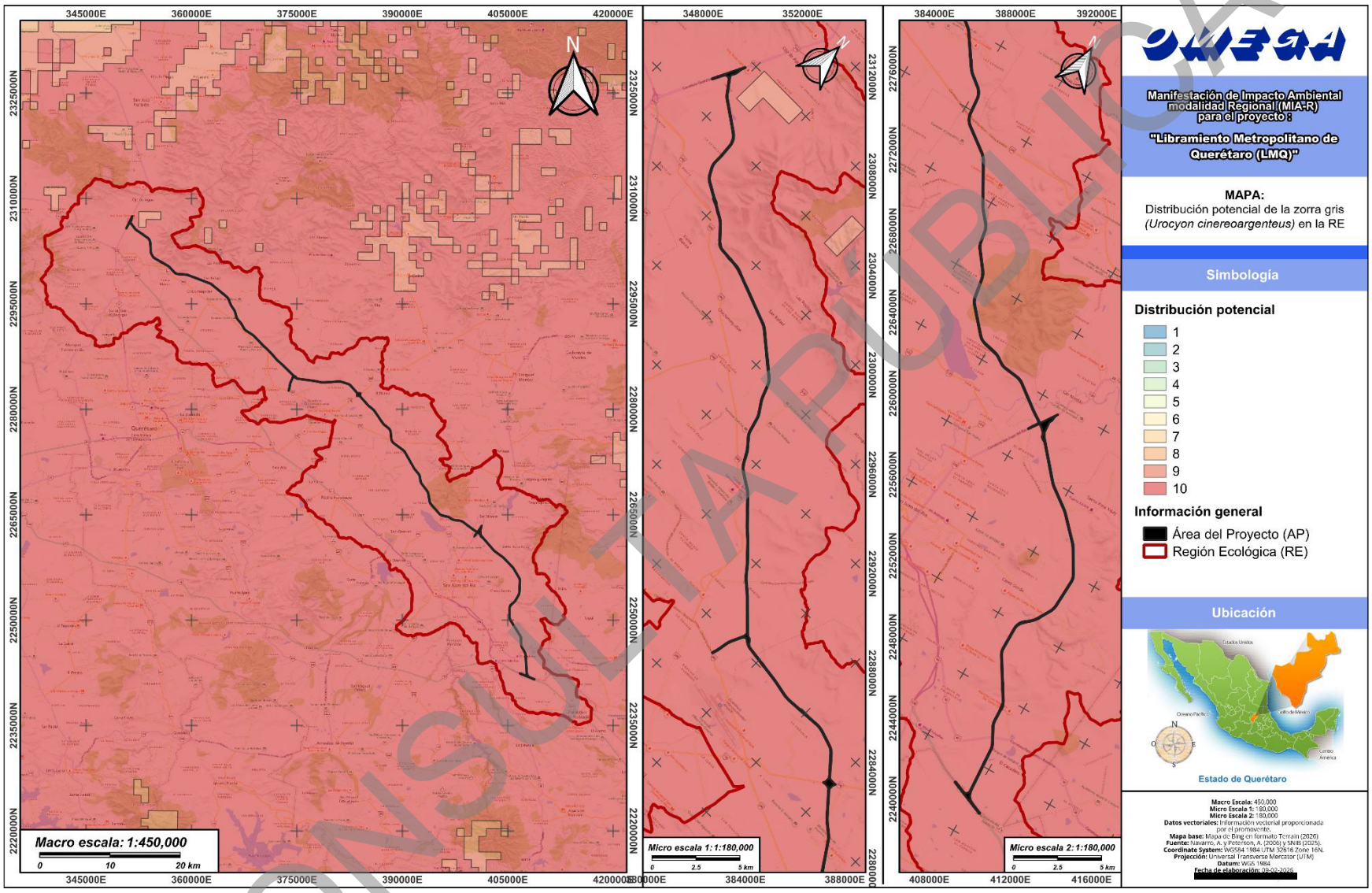


Figura III.153. Distribución potencial *Urocyon cinereoargenteus*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

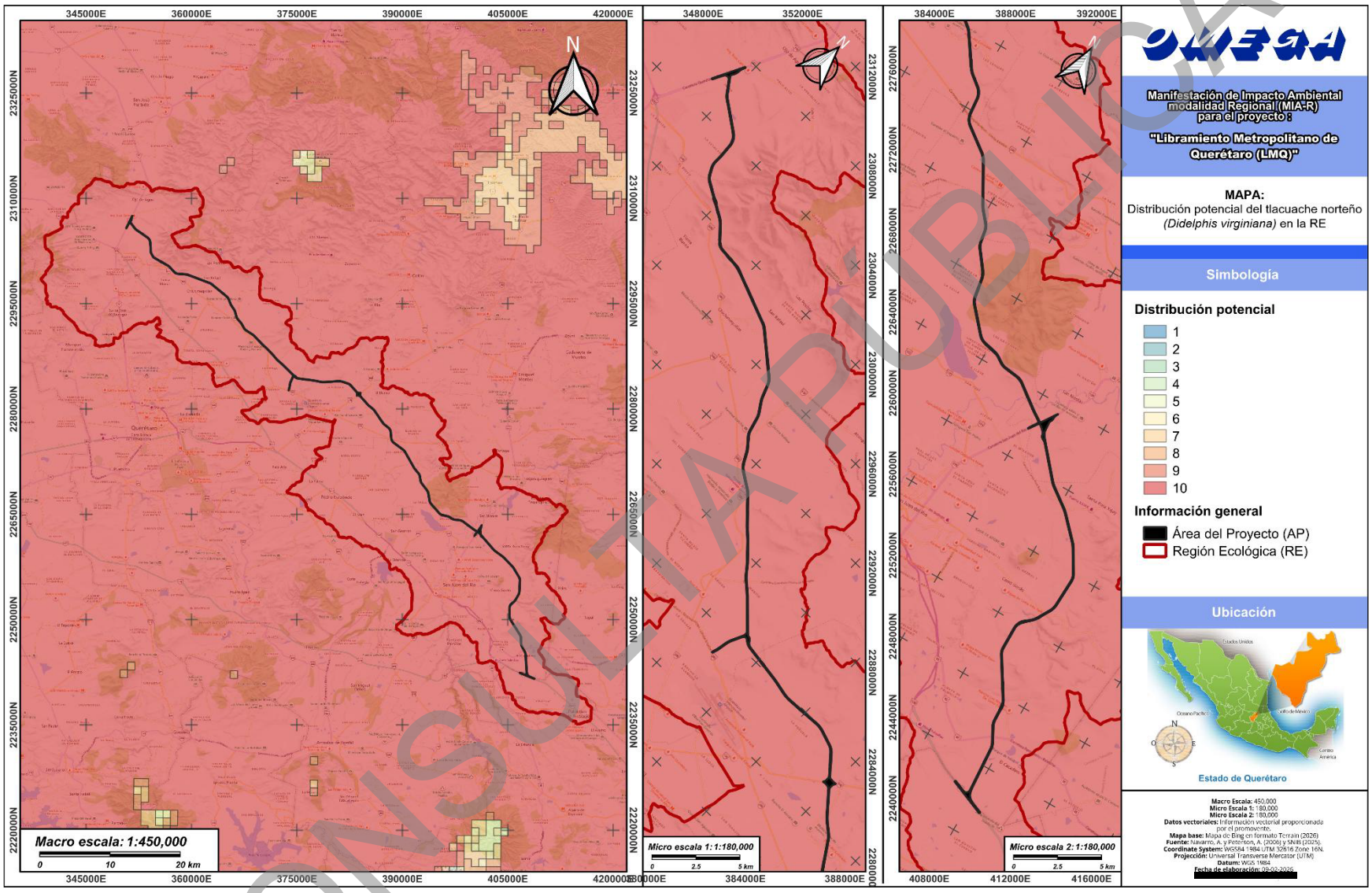
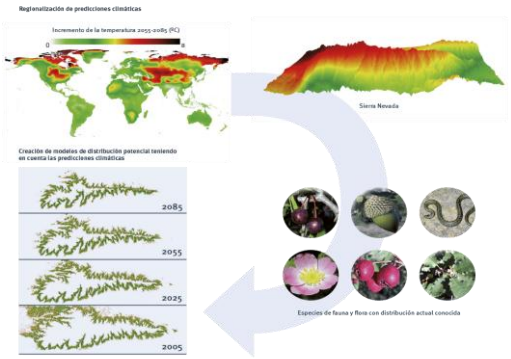


Figura III.154. Distribución potencial del Tlacuache (*Didelphis virginiana*). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

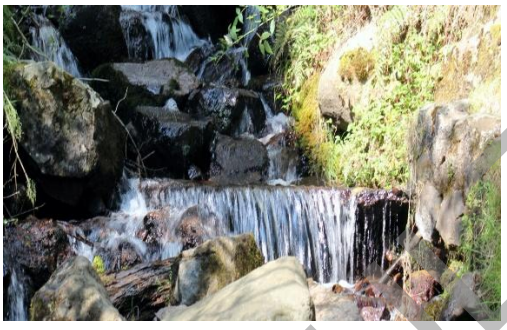
III.9.4. Análisis del paisaje para la identificación de los corredores biológicos

Para la identificación de los corredores biológicos para la determinación de los pasos de fauna en el marco de este proyecto se generó un mapa de ideoneidad de tránsito de fauna a través de insumos como la distribución potencial calculada con la información de la CONABIO (2025), la Red Hidrológica de INEGI (2009), la calidad ecosistémica, la calidad paisajística y el análisis de pendientes. Para el procesamiento del mapa de idoneidad se rasterizó la información y se clasificó asignando un puntaje de acuerdo con lo siguiente:



Distribución potencial de fauna con base en CONABIO (2025):

- Probabilidad muy alta (100-80%): 5 puntos.
- Probabilidad alta (80-50%): 4 puntos.
- Probabilidad regular (50-30%): 3 puntos.
- Probabilidad baja (30-10%): 2 puntos.
- Probabilidad muy baja (0-10%): 1 punto.



Red hidrológica de INEGI (2009)

- Cuerpo de agua de 7mo orden: 8 puntos.
- Cuerpo de agua de 5to-6to orden: 6 puntos.
- Cuerpo de agua de 3ro-4to orden: 4 puntos.
- Cuerpo de agua de 1er-2do orden: 2 punto.



Calidad paisajística

- Calidad paisajística alta: 4 puntos.
- Calidad paisajística media: 3 puntos.
- Calidad paisajística baja: 2 puntos.
- Calidad paisajística muy baja: 1 punto.



Calidad ecosistémica

- Calidad ecosistémica muy alta: 4 puntos.
- Calidad ecosistémica alta: 3 puntos.
- Calidad ecosistémica media: 2 puntos.
- Calidad ecosistémica baja: 1 punto.

CONSULTA PÚBLICA

Con base en los puntajes anteriores, se realizó un proceso de álgebra de mapas con el sistema de información geográfica QGis®, generando así un mapa de idoneidad de distribución y desplazamiento de la fauna empleando las variables anteriores. A continuación, se presenta la clasificación y una breve descripción de sus condiciones a través de los puntajes obtenidos:

- **Idoneidad o conectividad excelente:** 8 o más puntos.

Corresponde a zonas en donde las corrientes de agua superficiales perennes albergan vegetación riparia, bosques de galería u otras comunidades vegetales que presentan una conectividad directa entre los parches de hábitat hacia vegetación primaria o secundaria, así como manglares, cuerpos de agua superficiales o desemboque hacia el mar. Además, la distribución potencial de las especies coincide con estas ubicaciones.

- **Idoneidad o conectividad buena:** 6-7 puntos.

Corresponde a zonas en donde las corrientes de agua superficiales perennes albergan vegetación riparia, bosques de galería u otras comunidades vegetales, así como agricultura que presentan una conectividad directa o indirecta entre los parches de hábitat hacia vegetación primaria o secundaria, así como manglares, cuerpos de agua superficiales o desemboque hacia el mar. Aquí la distribución potencial de las especies coincide con estas ubicaciones.

- **Idoneidad o conectividad regular:** 4-5 puntos.

Corresponde a zonas en donde las corrientes de agua superficiales perennes albergan vegetación riparia y bosque de galería dentro de zonas agrícolas o plantaciones frutales, y que presentan conectividad indirecta entre los parches de hábitat hacia vegetación primaria o secundaria. En este caso, la distribución potencial de las especies coincide parcialmente con estas ubicaciones.

- **Idoneidad o conectividad baja:** 3 o menos puntos.

Corresponde a zonas en donde las corrientes de agua superficiales perennes albergan vegetación riparia en bajo estado de conservación que se encuentran inmersas en zonas agropecuarias, plantaciones frutales o asentamientos humanos. Conecta de manera indirecta con otras zonas de alta conectividad, pero dificulta el tránsito de las especies.

Atendiendo a lo anterior, con base en esos resultados se definieron los corredores biológicos para el desplazamiento de la fauna silvestre dentro de la región ecológica de este proyecto. Asimismo, los parches de hábitat dentro de la RE que son conectados a través de estos corredores biológicos se conforman por tipos de vegetación primarios y secundarios, así como cuerpos de agua perenne identificados dentro de este Sistema, y los que serán objetivo para mantener la conectividad de las poblaciones de especies de fauna identificados dentro del mismo.

Con esta información, se identificaron las obras transversales que deberán de ser adecuadas, o incluso consideradas dentro del proyecto carretero, lo cual se describe en los siguientes apartados.

CONSULTA PÚBLICA

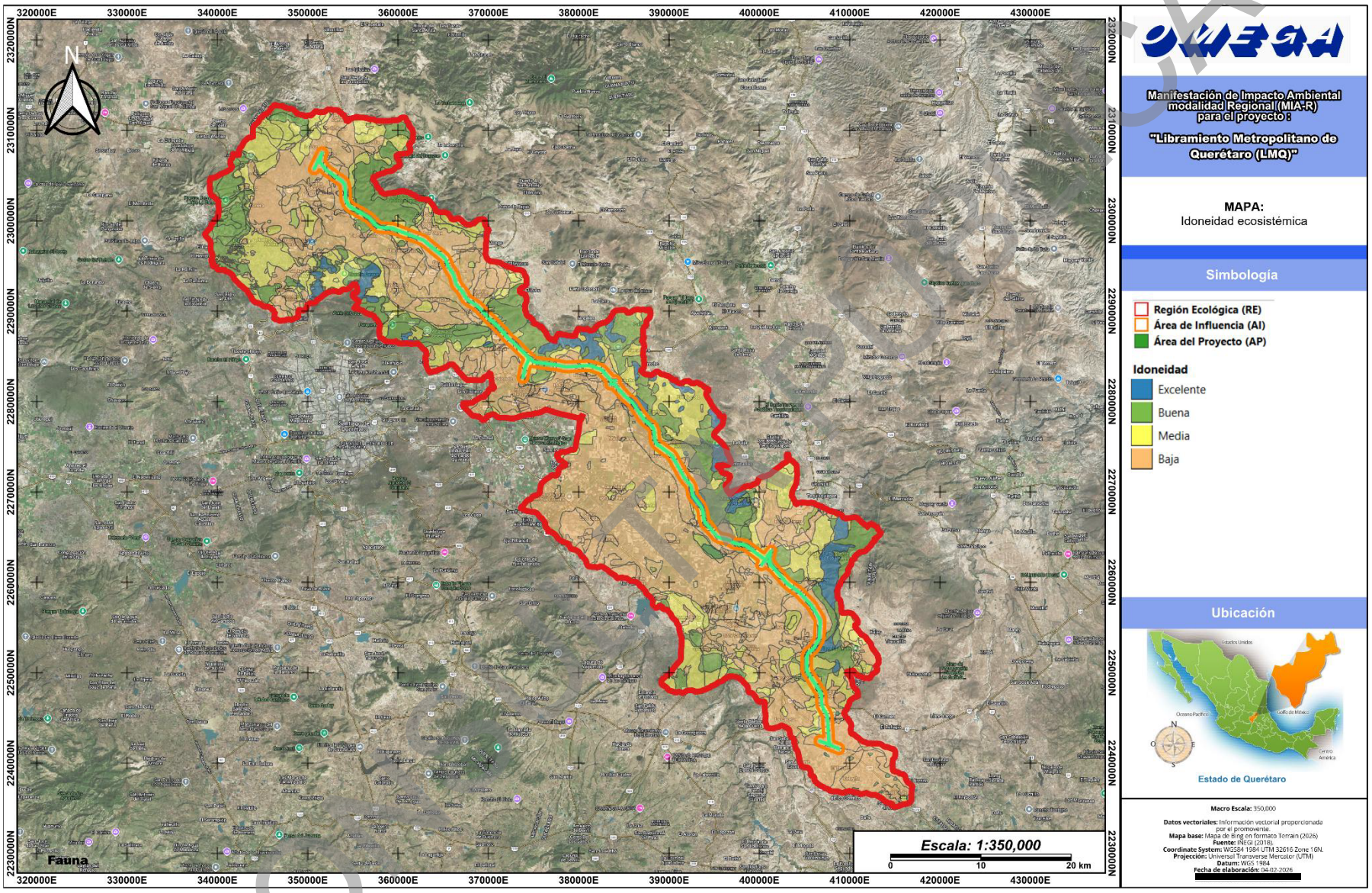


Figura III.155. Idoneidad ecológica para la conectividad. Elaboración propia.

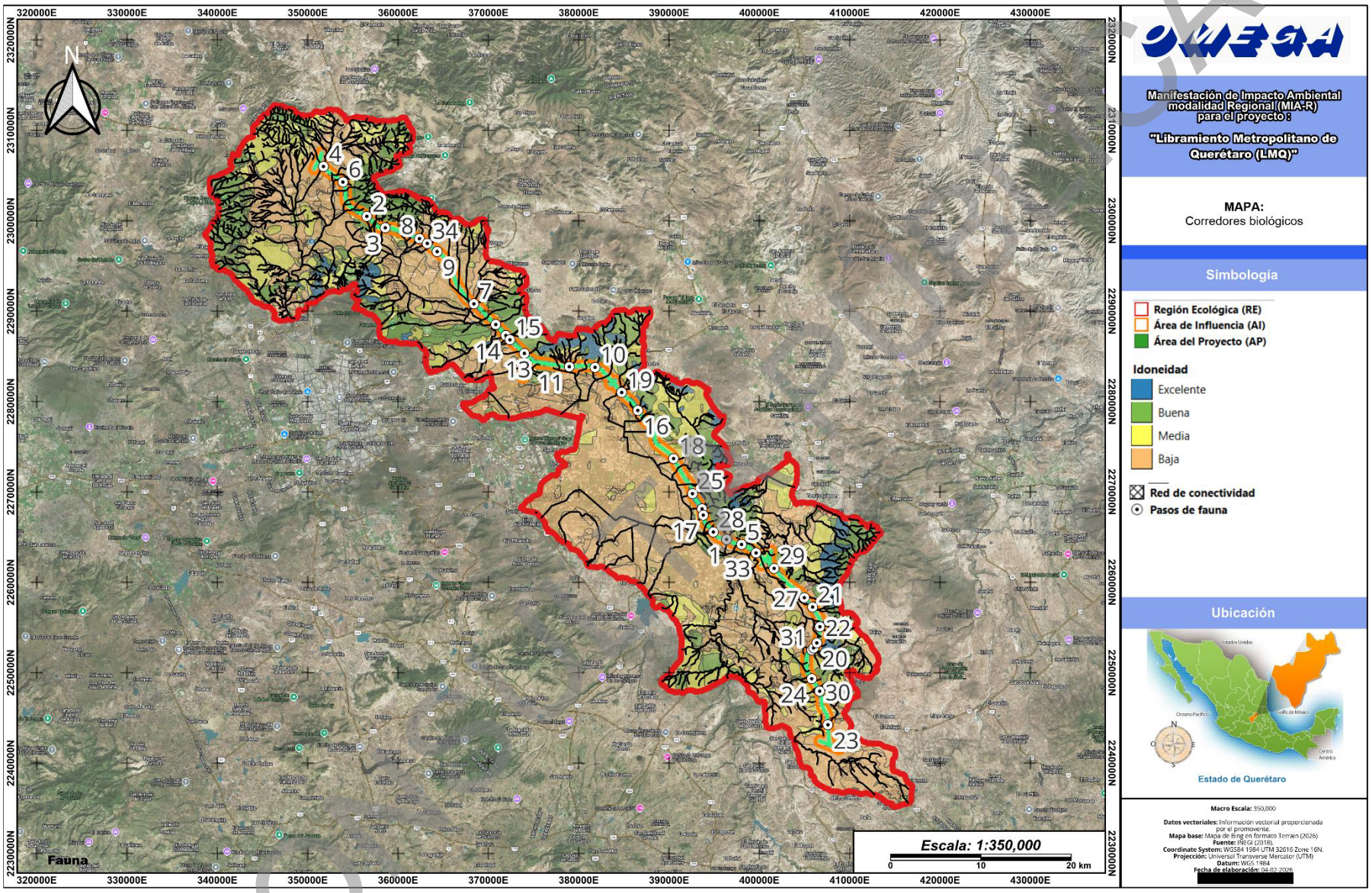


Figura III.156. Corredores biológicos y parches de hábitat dentro de la RE. Elaboración propia.

III.9.5. Adecuación de obras para la construcción de pasos de fauna

Con la finalidad de preservar la conectividad ecológica y disminuir el efecto de barrera que generan las obras lineales, el proyecto incorpora una red de pasos de fauna estratégicamente distribuidos a lo largo del trazo carretero. Estos pasos se definieron con base en el “Análisis de Conectividad Biológica” realizado para la zona de estudio, el cual se presenta de manera anexa en esta MIA. En este estudio se identificaron corredores de desplazamiento asociados principalmente a escurrimientos naturales, vegetación riparia, cañadas y zonas de tránsito tradicional para mamíferos, reptiles y anfibios.

El análisis permitió determinar la necesidad de 34 pasos de fauna, de los cuales 29 corresponden a adecuaciones de Obras de Drenaje Transversal (ODTs) y 5 a Puentes Hidráulicos, aprovechando sus dimensiones, ubicación y continuidad de hábitat para facilitar el cruce de fauna silvestre. Esta estrategia evita incrementos en superficie de ocupación y no implica modificaciones a la infraestructura proyectada, salvo en un paso de fauna que se describe más adelante.

Del total de estructuras que cumplen una función mixta se identifican:

- 5 Puentes Hidráulicos que funcionan también como pasos de fauna.
- 29 Obras de Drenaje Transversal (ODT) que pueden operar como pasos de fauna.
    - 13 Cajón Concreto.
    - 5 Tubos de Concreto.
    - 2 Tubos de Metal Corrugado.

Estas estructuras se ubican precisamente en los puntos donde el análisis de movilidad de fauna determinó la existencia de corredores biológicos o zonas de flujo utilizadas por diversas especies para desplazarse. La razón por la que los puentes y las ODT pueden servir como pasos para fauna se explica directamente por los patrones de movimiento observados en los estudios de conectividad, donde se menciona que la fauna silvestre suele desplazarse siguiendo los cauces, bordes de arroyos, depresiones naturales y zonas húmedas, ya que en estos sitios encuentran protección, alimento y rutas de tránsito menos expuestas. Las obras de drenaje proyectadas coinciden precisamente con estos puntos del terreno donde confluyen escurrimientos superficiales y corredores vegetales, lo que las convierte en espacios muy propicios para el cruce de fauna, especialmente durante los periodos sin avenidas importantes. De igual manera la geometría interior, iluminación natural en los extremos y la presencia de suelo natural o vegetación baja en los accesos de ODTs y puentes, favorecen el uso por parte de mamíferos medianos y pequeños, así como por herpetofauna asociada a ambientes más húmedos.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.145. Obras de drenaje transversal que serán construidas. Elaboración propia. Sistema de coordenadas WGS 1984, Zona UTM 14N.

ID	Tipo de obra	Cadenamiento	Características	Este X	Norte Y	Fauna transeúnte
1	ODT-1	1+630	Cajón concreto	407667.663	2243015.13	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
2	ODT-4	3+500	Cajón concreto	407546.104	2244881.17	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
3	ODT-17	17+130	Cajón concreto	405890.574	2257253.04	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
4	ODT-18	17+360	Cajón concreto	405764.223	2257445.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
5	ODT-25	28+206.75	Tubo concreto	397557.746	2264234.56	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
6	ODT-27	29+517.61	Tubo metal corrugado	396367.492	2264738.69	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
7	ODT-49	40+567.74	Cajón concreto	390556.301	2273585.34	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
8	ODT-51	43+580	Cajón concreto	388455.19	2275668.68	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
9	ODT-62	46+983.83	Tubo concreto	386897.339	2278500.57	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
10	ODT-75	57+697.480	Tubo concreto	378559.497	2283840.05	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
11	ODT-79	58+303.700	Tubo concreto	377963.463	2283948.95	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
12	ODT-88	63+931.000	Tubo concreto	373095.333	2286194.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
13	ODT-92	65+139.430	Tubo concreto	372192.995	2286997.22	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
14	ODT-95	66+069.080	Tubo concreto	371587.788	2287702.29	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
15	ODT-97	67+055.560	Tubo concreto	370907.554	2288416.73	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
16	ODT-100	68+230.180	Tubo concreto	370054.464	2289223.55	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
17	ODT-104	69+849.250	Tubo concreto	368933.408	2290391.72	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
18	ODT-107	70+537.150	Cajón concreto	368383.662	2290801.45	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
19	ODT-121	77+292.19	Tubo concreto	364706.236	2296272.33	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
20	ODT-130	80+640.27	Tubo concreto	361980.527	2298165.8	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles

CONSULTA PÚBLICA

ID	Tipo de obra	Cadenamiento	Características	Este X	Norte Y	Fauna transeúnte
21	ODT-135	82+259.98	Cajón concreto	360466.412	2298741.06	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
22	ODT-137	83+942.85	Tubo concreto	358859.49	2299200.67	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
23	ODT-140	85+409.95	Tubo metal corrugado	357499.506	2299576.39	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
24	ODT-141	85+909.64	Cajón concreto	357158.902	2299942.01	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
25	ODT-146	89+587.6	Cajón concreto	354292.975	2302136.47	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
26	ODT-148	90+205.79	Tubo concreto	354191.937	2302738.28	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
27	ODT-156	92+625.33	Cajón concreto	353242.203	2304767.61	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
28	ODT-157	92+836.73	Cajón concreto	353068.689	2304888.37	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
29	ODT-160	94+587.56	Cajón concreto	351736.388	2306001.56	Mamíferos medianos, cánidos y mamíferos pequeños, anfibios y reptiles
30	Puente-1	6+560 – 6+840	P. hidráulico	2247900.54	406688.79	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
31	Puente-2	11+800-11+960	P. hidráulico	2252479.24	405787.569	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
32	Puente-3	12+134 – 12+294	P. hidráulico	2252715.46	406022.295	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
33	Puente-4	25+803 – 25+883	P. hidráulico	2263232.99	399628.209	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles
34	Puente-5	79+189 – 79 + 249	P. hidráulico	2297494.09	363215.555	Mamíferos grandes, cánidos y mamíferos tanto medianos como pequeños, anfibios y reptiles

Para mayor detalle de esta información, consultar el Capítulo II y el Programa de Conectividad Biológica.

CONSULTA PÚBLICA

III.10. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La Región Ecológica (RE) abarca 12 municipios que se reparten entre los estados de Hidalgo, el Estado de México, Querétaro y Guanajuato.

De los municipios por donde intercederá el proyecto, “Polotitlán” es el único municipio que se encuentra en el Estado de México; mientras que seis de los 12 municipios “Colón”, “El Marqués”, “Pedro Escobedo”, “Querétaro”, “San Juan del Río” y “Tequisquiapan”, se encuentran en el estado de Querétaro. Por su parte, los municipios “San Miguel de Allende” y “San José Iturbide” se encuentran en el estado de Guanajuato, y finalmente en los municipios “Huichapan”, “Nopala de Villagrán” y “Tecozautla” del estado de Hidalgo.

III.10.1 Municipio de Polotitlán, Estado de México

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Polotitlán en 2020 fue 14,985 habitantes, siendo 51.1% mujeres y 48.9% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (1,352 habitantes), 10 a 14 años (1,342 habitantes) y 0 a 4 años (1,325 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.8% de la población total.

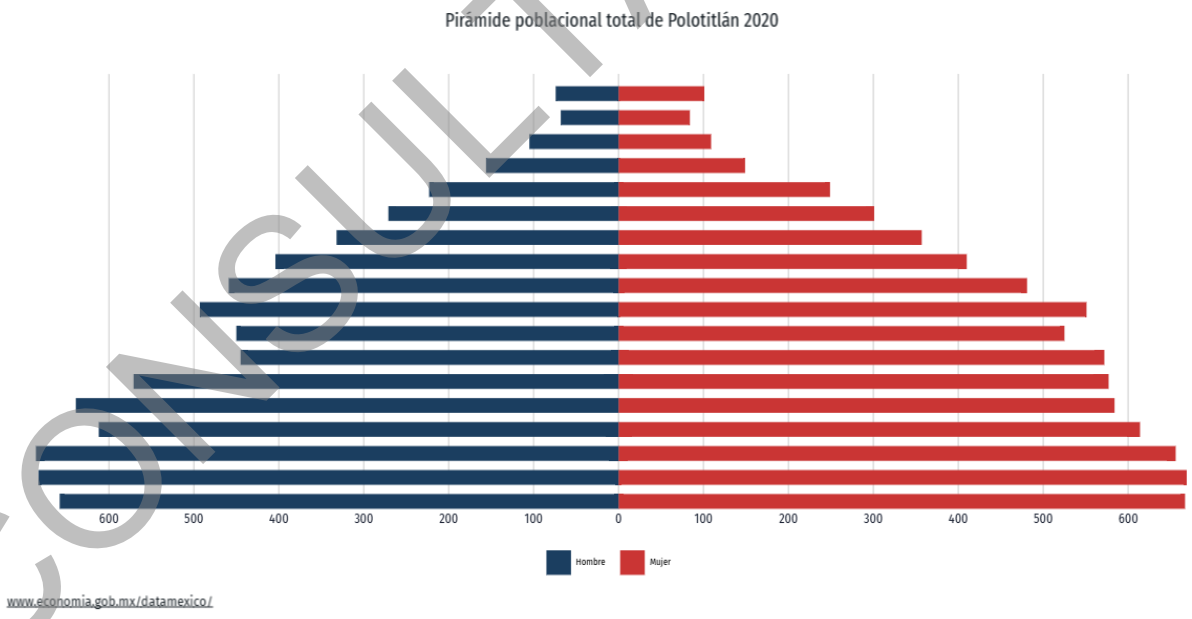


Figura III.157. Pirámide poblacional de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Estado de México fue 57.5%, lo que implicó una disminución de 1.33 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (58.9%).

La tasa de desocupación fue de 2.74% (225k personas), lo que implicó una disminución de 0.16 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.9%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Polotitlán fueron Secundaria (3.9k personas o 37.1% del total), Primaria (3.14k personas o 29.9% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (1.88k personas o 17.9% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En Polotitlán, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (7.68k), Consultorio de farmacia (3.78k) y IMSS (Seguro social) (2.59k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (6.26k) y No Especificado (4.53k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

El municipio enfrenta retos en términos de seguridad, particularmente en áreas menos urbanizadas donde la presencia policial y los servicios de emergencia son insuficientes. Esto es crucial para mejorar el clima de inversión y turismo (INEGI).

En 2024, 15.5% de los hombres mayores de 18 años de Estado de México percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 9.8% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico medio bajo percibieron mayor seguridad, 17% en el caso de hombres y 10.5% en el caso de mujeres. *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Estado de México, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 43% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.07% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 33.9%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 5.67%.

CONSULTA PÚBLICA

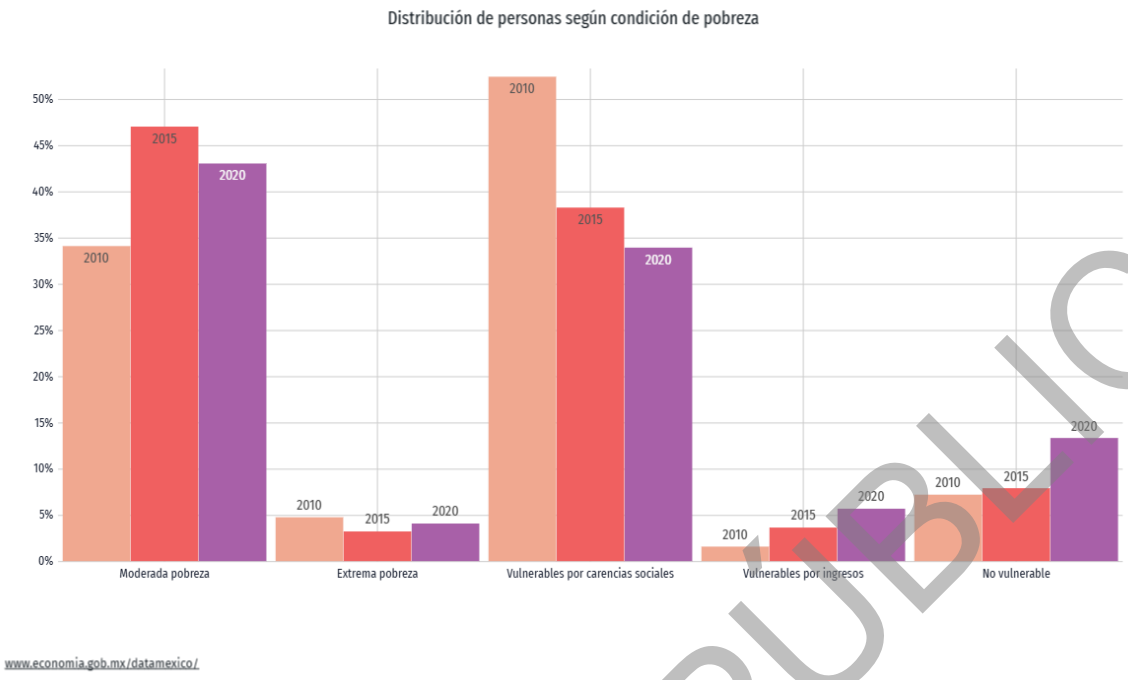


Figura III.158. Condición de pobreza en el municipio de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Polotitlán en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

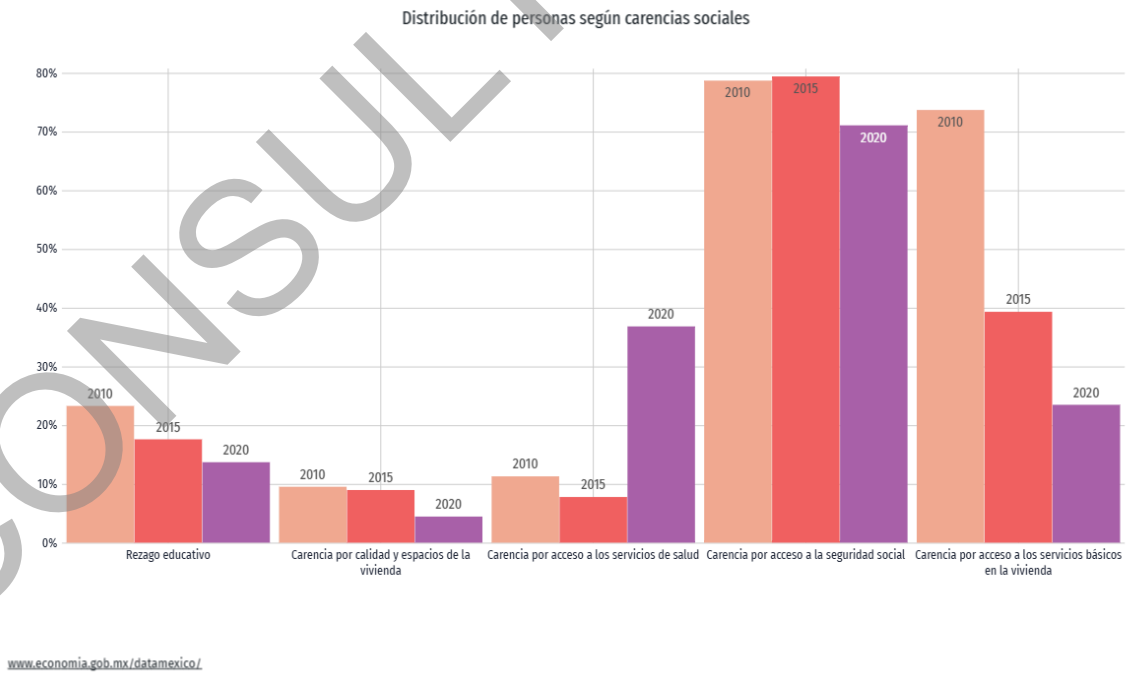


Figura III.159. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Polotitlán, Estado de México. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

III.10.2 Municipio de Colón, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Colón en 2020 fue 67,121 habitantes, siendo 50.5% mujeres y 49.5% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (6,913 habitantes), 10 a 14 años (6,865 habitantes) y 15 a 19 años (6,560 habitantes). Entre ellos concentraron el 30.3% de la población total.

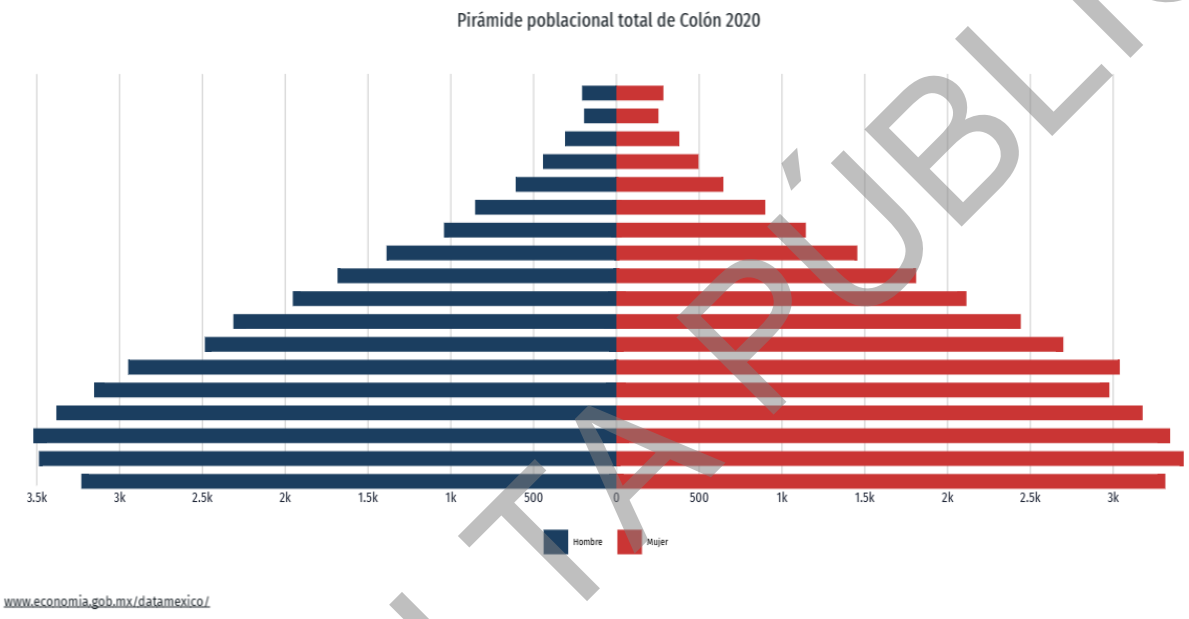


Figura III.160. Pirámide poblacional de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 61.2%, lo que implicó una disminución de 0.47 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.98% (24.1k personas), lo que implicó una disminución de 0.092 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.07%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Colón fueron Secundaria (17.8k personas o 41.7% del total), Primaria (14.4k personas o 33.6% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (7.07k personas o 16.6% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

CONSULTA PÚBLICA

d) Salud

En Colón, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (26.4k), Consultorio de farmacia (22.5k) y IMSS (Seguro social) (12.8k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (28k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (22.7k).

e) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 38.3% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 5.53% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 39.5%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 6.02%.

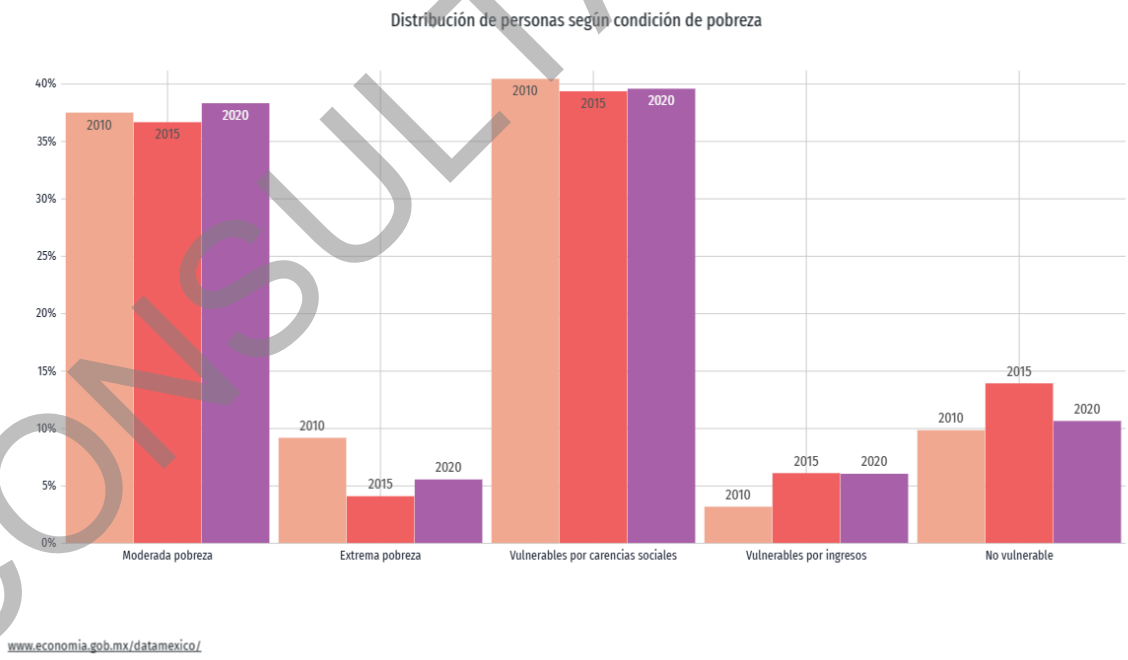


Figura III.161. Condición de pobreza en el municipio de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

Las principales carencias sociales de Colón en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a la alimentación y carencia por acceso a los servicios de salud. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

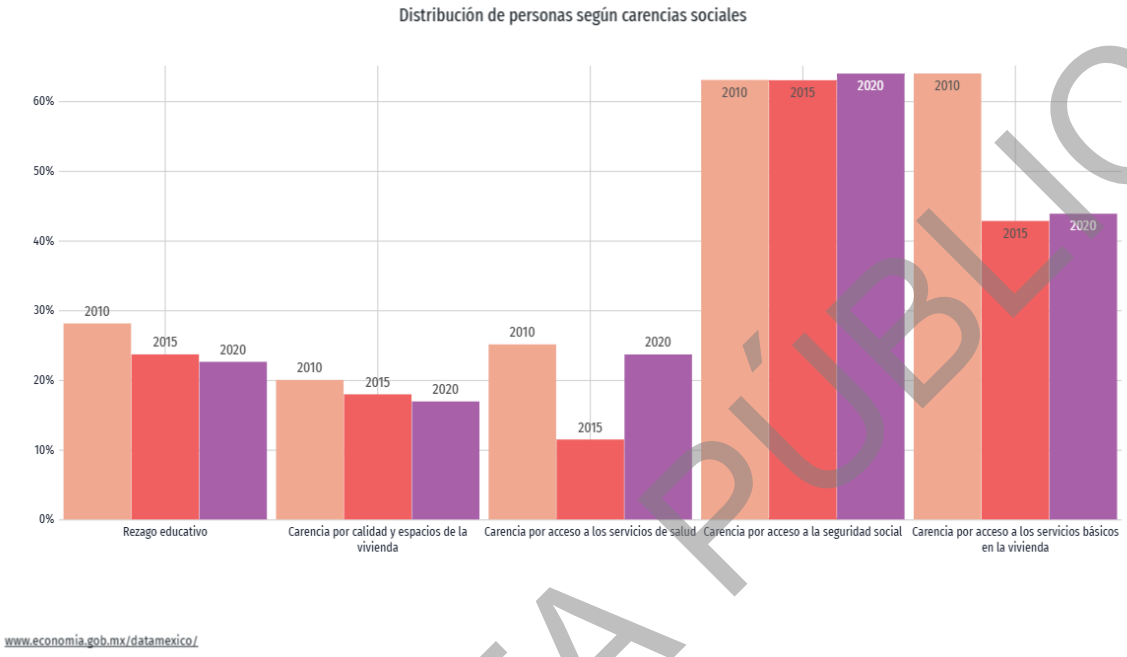


Figura III.162. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Colón, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.3 Municipio de El Marqués, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de El Marqués en 2020 fue 231,668 habitantes, siendo 50.2% mujeres y 49.8% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (23,862 habitantes), 30 a 34 años (23,319 habitantes) y 35 a 39 años (21,188 habitantes). Entre ellos concentraron el 29.5% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

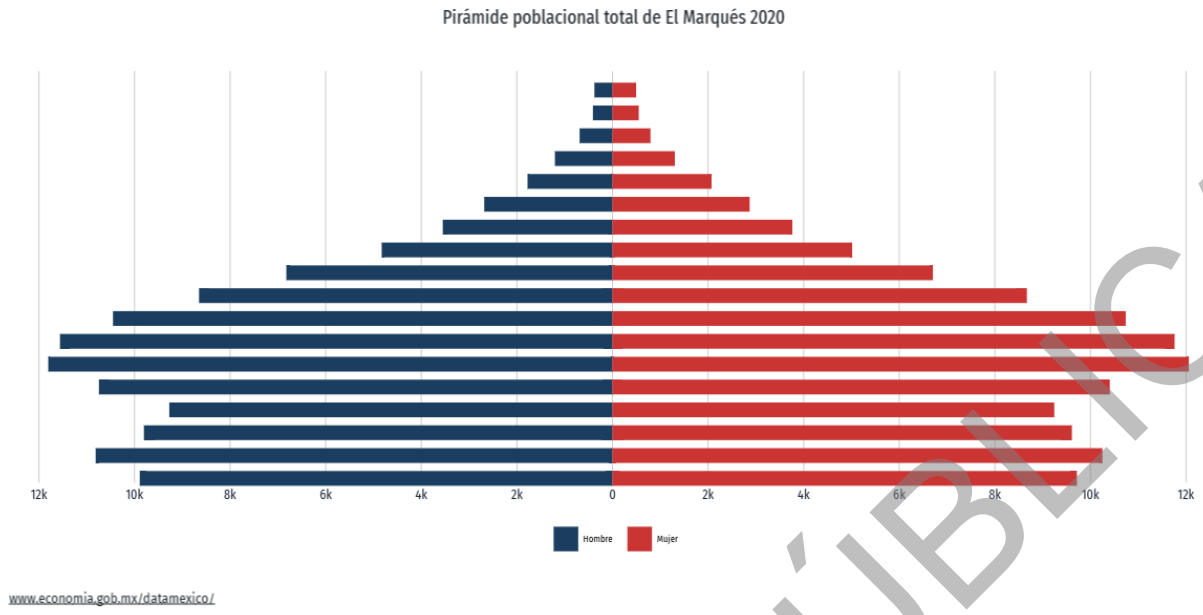


Figura III.163. Pirámide poblacional de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 61.2%, lo que implicó una disminución de 0.47 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.98% (24.1k personas), lo que implicó una disminución de 0.092 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.07%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de El Marqués fueron Secundaria (54.8k personas o 33.7% del total), Primaria (35.9k personas o 22.1% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (31.1k personas o 19.2% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En 2020, los principales grados académicos de la población de El Marqués fueron Secundaria (54.8k personas o 33.7% del total), Primaria (35.9k personas o 22.1% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (31.1k personas o 19.2% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

CONSULTA PÚBLICA

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 31.3% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 2.7% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 31%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 10.8%.

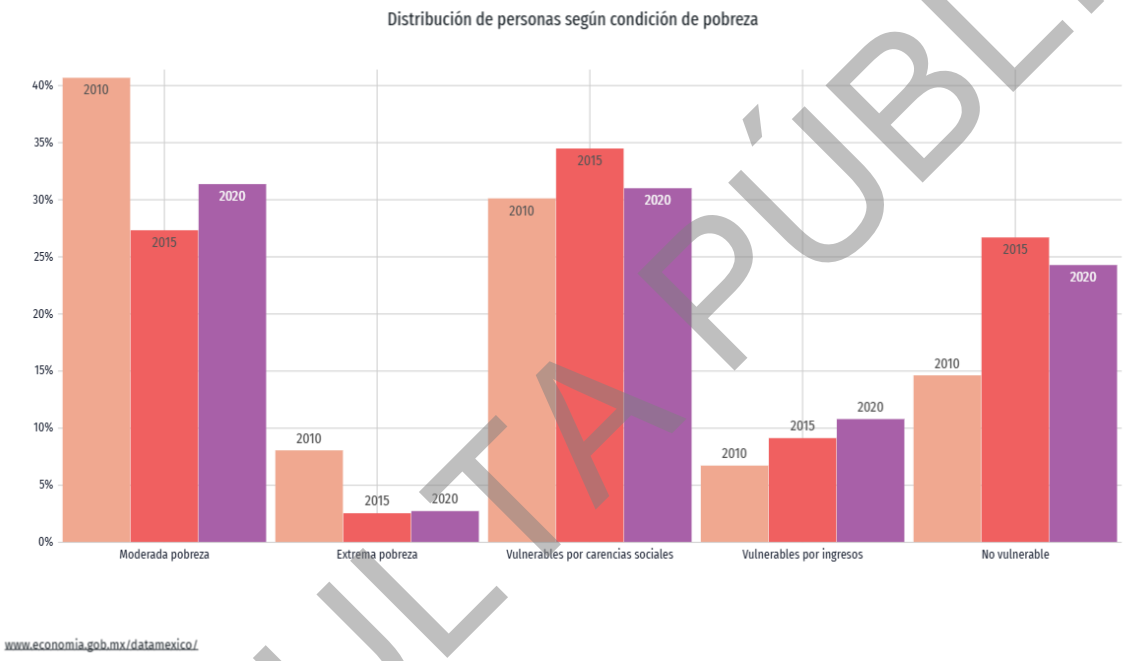


Figura III.164. Condición de pobreza en el municipio de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de El Marqués en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y rezago educativo. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

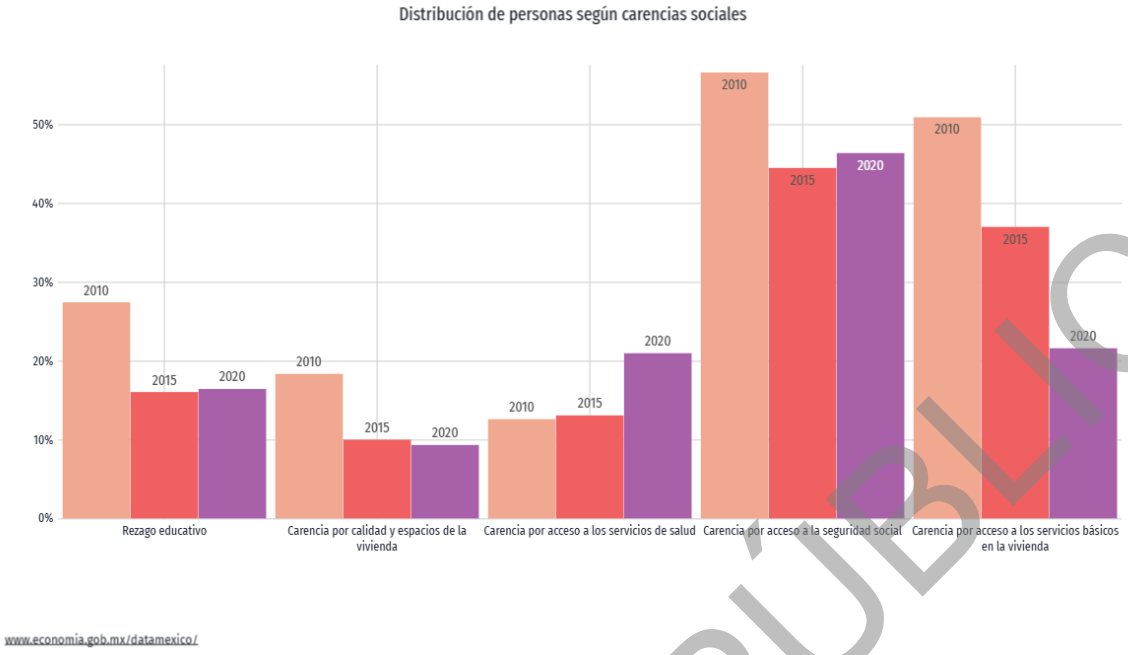


Figura III.165. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de El Marqués, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.4 Municipio de Pedro Escobedo, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Pedro Escobedo en 2020 fue 77,404 habitantes, siendo 51% mujeres y 49% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (7,568 habitantes), 10 a 14 años (7,398 habitantes) y 0 a 4 años (7,149 habitantes). Entre ellos concentraron el 28.6% de la población total.

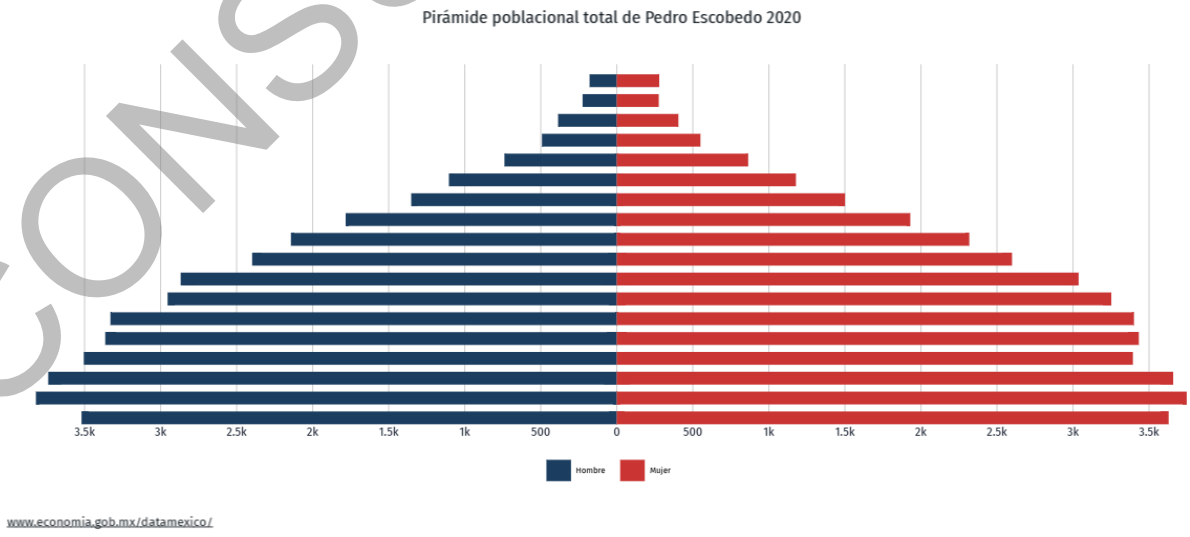


Figura III.166. Pirámide poblacional de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 61.2%, lo que implicó una disminución de 0.47 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.98% (24.1k personas), lo que implicó una disminución de 0.092 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.07%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Pedro Escobedo fueron Secundaria (23.8k personas o 45.1% del total), Primaria (12.6k personas o 23.9% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (8.05k personas o 15.3% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En Pedro Escobedo, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (29k), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (24.8k) y Consultorio de farmacia (12.6k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (40.1k) y Pemex, Defensa o Marina (22.8k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 37% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.65% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 25.2%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 13.3%.

CONSULTA PÚBLICA

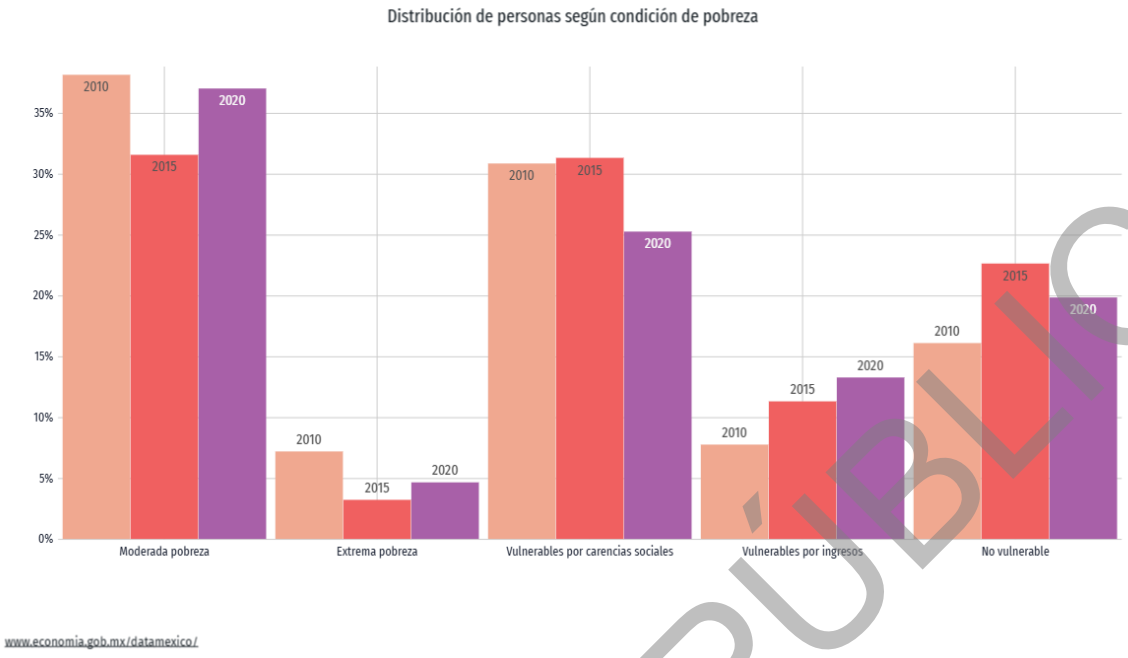


Figura 167. Condición de pobreza en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Pedro Escobedo en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a la alimentación y rezago educativo. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

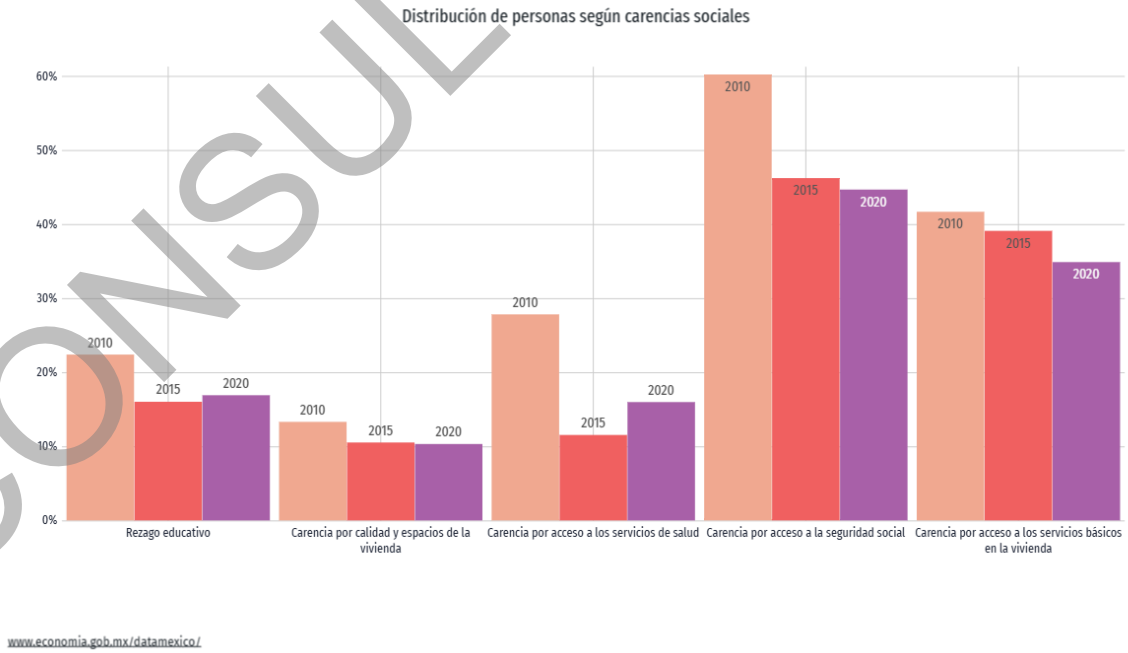


Figura III.168. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Pedro Escobedo, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

III.10.5 Municipio de Querétaro, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Querétaro en 2020 fue 1,049,777 habitantes, siendo 51% mujeres y 49% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (102,358 habitantes), 20 a 24 años (96,659 habitantes) y 30 a 34 años (89,843 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.5% de la población total.

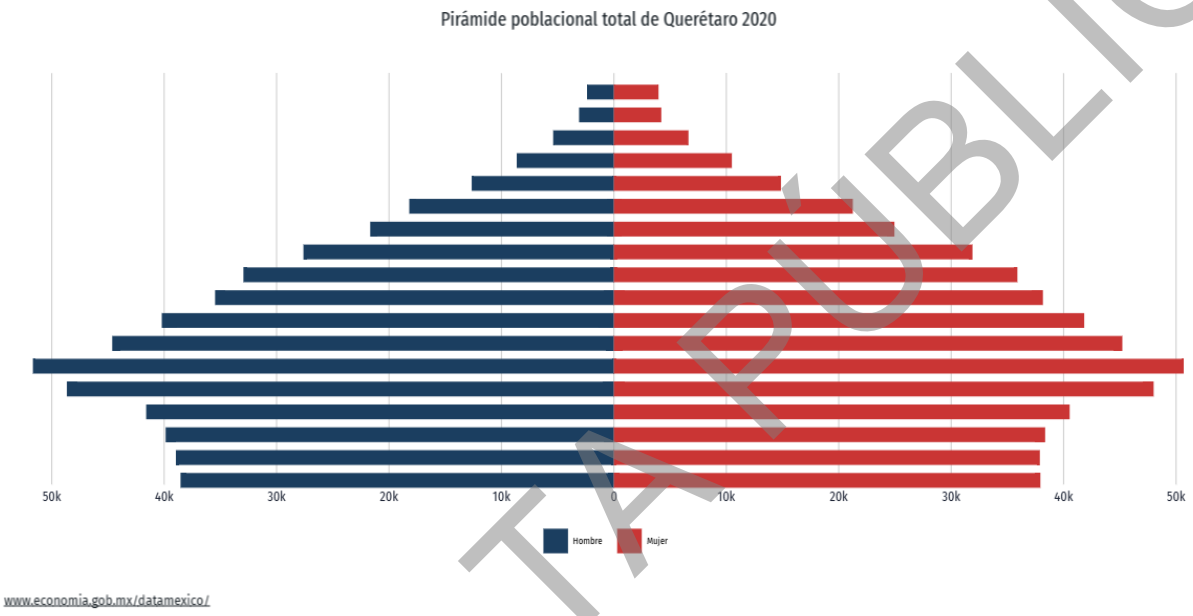


Figura III.169. Pirámide poblacional del municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

b) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Querétaro fueron Licenciatura (233k personas o 29.3% del total), Secundaria (186k personas o 23.5% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (180k personas o 22.7% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

c) Salud

En Querétaro, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (458k), Consultorio de farmacia (245k) y Otro lugar (137k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (606k) y No Especificado (191k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

CONSULTA PÚBLICA

d) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

e) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 22.4% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 2.23% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 29.7%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 9.74%.



Figura III.170. Condición de pobreza en el municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Querétaro en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

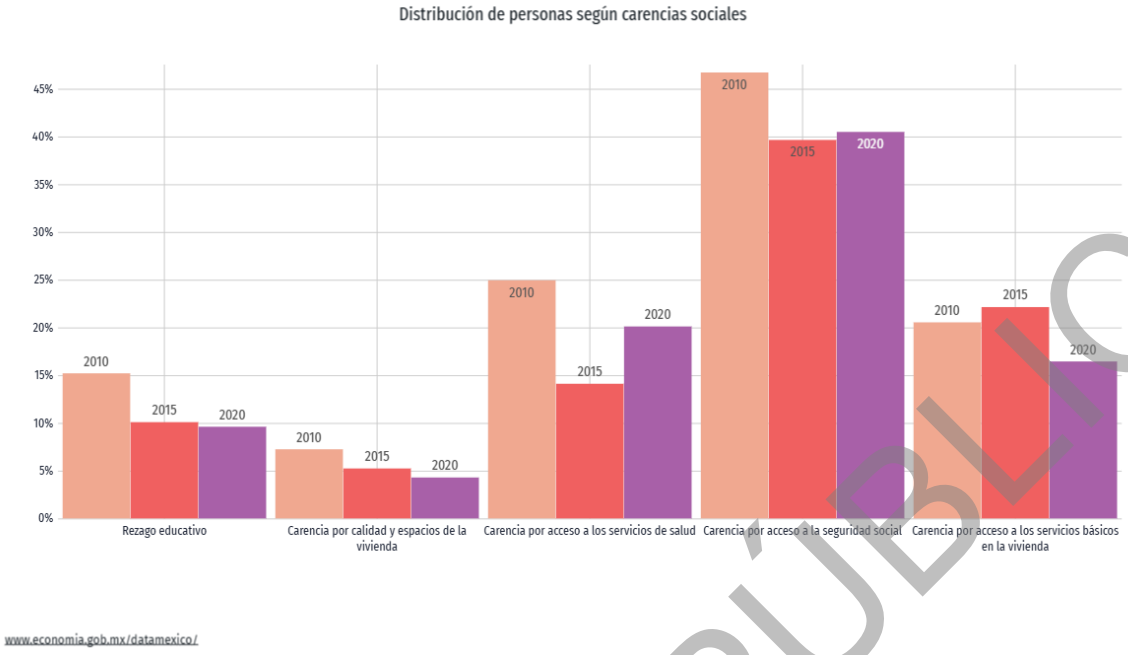


Figura III.171. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Querétaro, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.6 Municipio de San Juan del Río, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de San Juan del Río en 2020 fue 297,804 habitantes, siendo 51.2% mujeres y 48.8% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (26,191 habitantes), 15 a 19 años (25,484 habitantes) y 20 a 24 años (25,445 habitantes). Entre ellos concentraron el 25.9% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

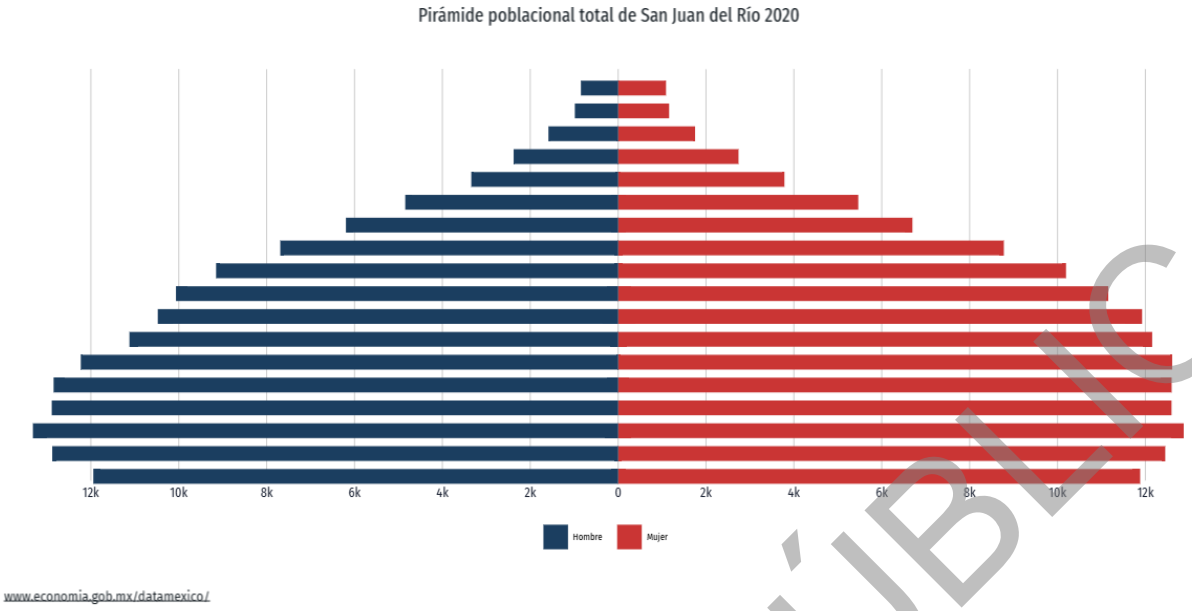


Figura III.172. Pirámide poblacional del municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 61.2%, lo que implicó una disminución de 0.47 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.98% (24.1k personas), lo que implicó una disminución de 0.092 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.07%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de San Juan del Río fueron Secundaria (76.3k personas o 36.2% del total), Preparatoria o Bachillerato General (49k personas o 23.2% del total) y Primaria (38.1k personas o 18.1% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En San Juan del Río, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (117k), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (70.8k) y Consultorio de farmacia (55.8k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (145k) y Pemex, Defensa o Marina (70.1k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

CONSULTA PÚBLICA

e) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 30.9% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 2.48% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 30.8%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 11.1%.

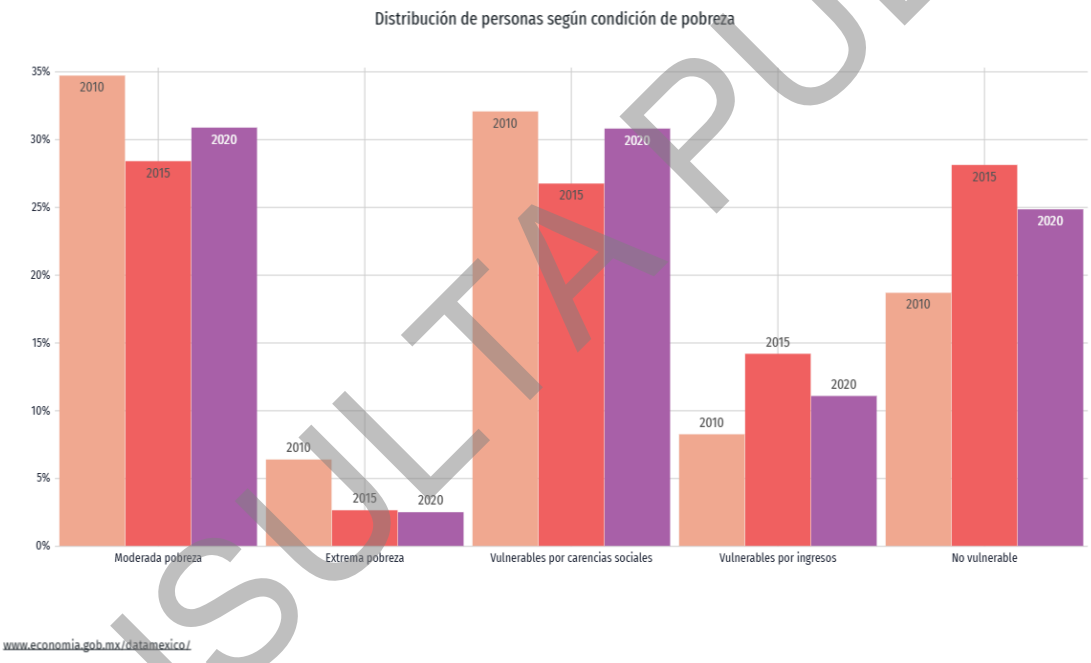


Figura III.173. Condición de pobreza en el municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de San Juan del Río en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

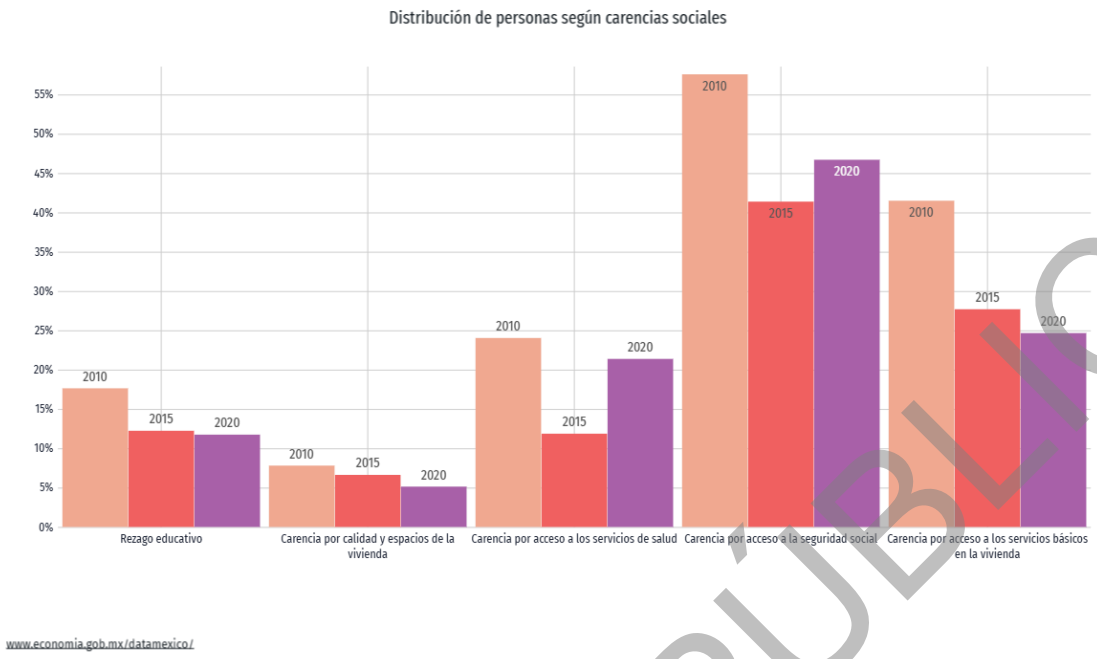


Figura III.174. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San Juan del Río, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.7 Municipio de Tequisquiapan, Querétaro

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Tequisquiapan en 2020 fue 72,201 habitantes, siendo 51.5% mujeres y 48.5% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (6,384 habitantes), 5 a 9 años (6,325 habitantes) y 15 a 19 años (6,226 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.2% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

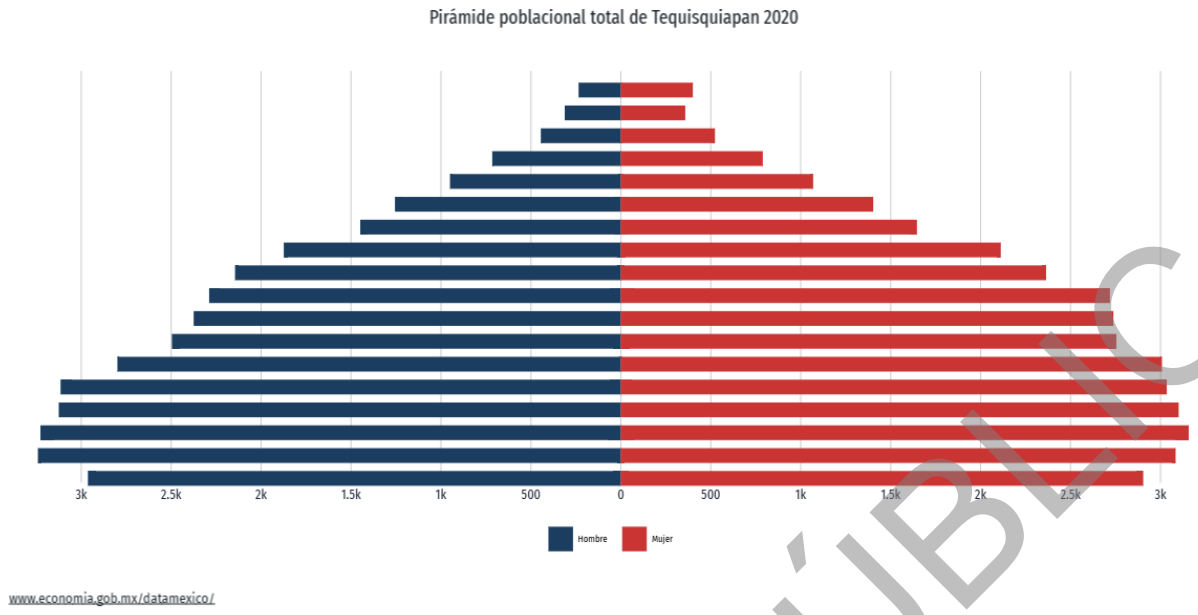


Figura III.175. Pirámide poblacional de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Querétaro fue 61.2%, lo que implicó una disminución de 0.47 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (61.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.98% (24.1k personas), lo que implicó una disminución de 0.092 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.07%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tequisquiapan fueron Secundaria (18.3k personas o 37% del total), Primaria (11.5k personas o 23.3% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (10.5k personas o 21.1% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En Tequisquiapan, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (27.3k), IMSS (Seguro social) (17.7k) y Consultorio de farmacia (15.5k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (25.3k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (24.4k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 51.8% de los hombres mayores de 18 años de Querétaro percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 35.4% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

CONSULTA PÚBLICA

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 60.8% en el caso de hombres y 48.4% en el caso de mujeres. ***Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Querétaro, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.*** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 43.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 5.01% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 28.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 10%.

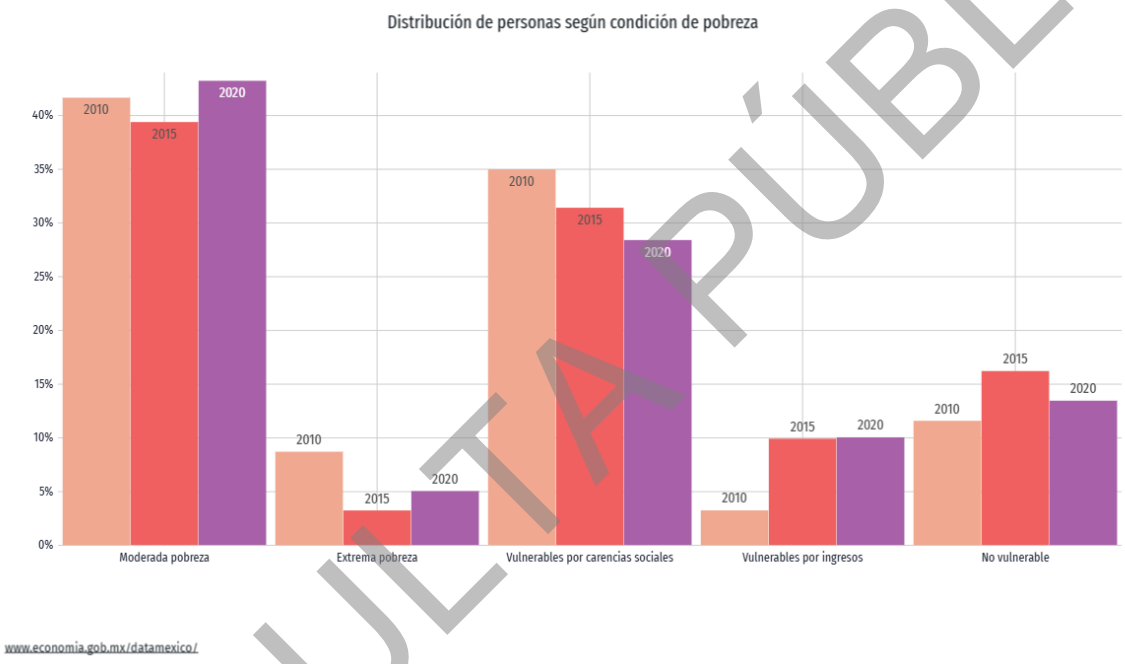


Figura III.176. Condición de pobreza en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Tequisquiapan en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y rezago educativo. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

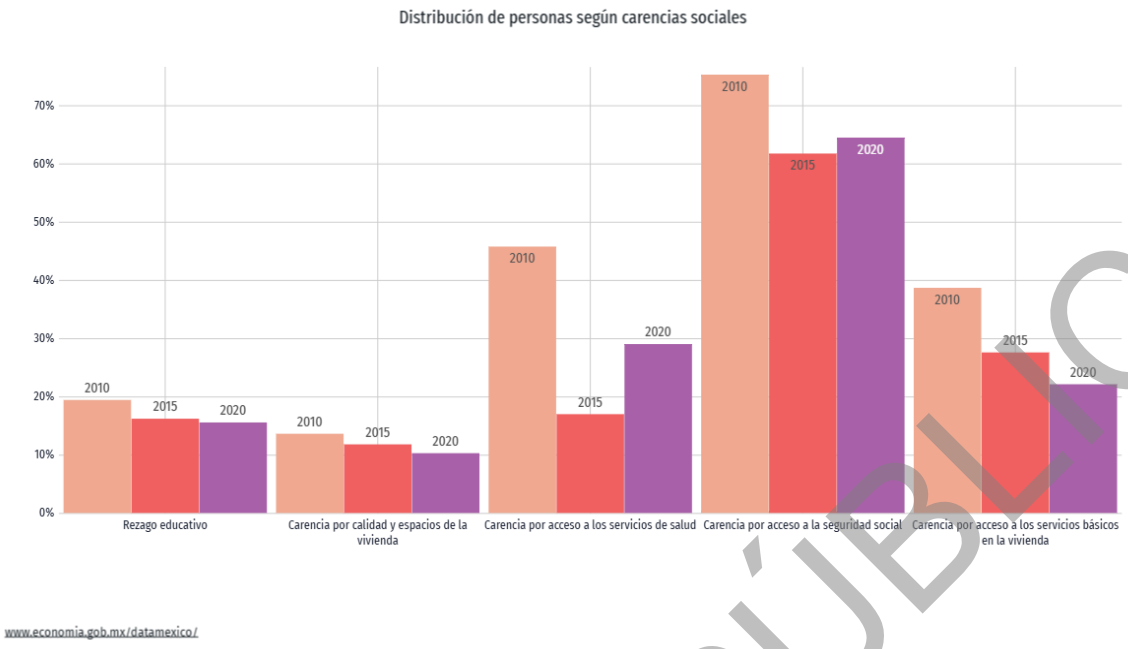


Figura III.177. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Tequisquiapan, Querétaro. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.8 Municipio de San José Iturbide, Guanajuato

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 La población total de San José Iturbide en 2020 fue 89,558 habitantes, siendo 51.5% mujeres y 48.5% hombres. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron N/A. Entre ellos concentraron el N/A% de la población total.

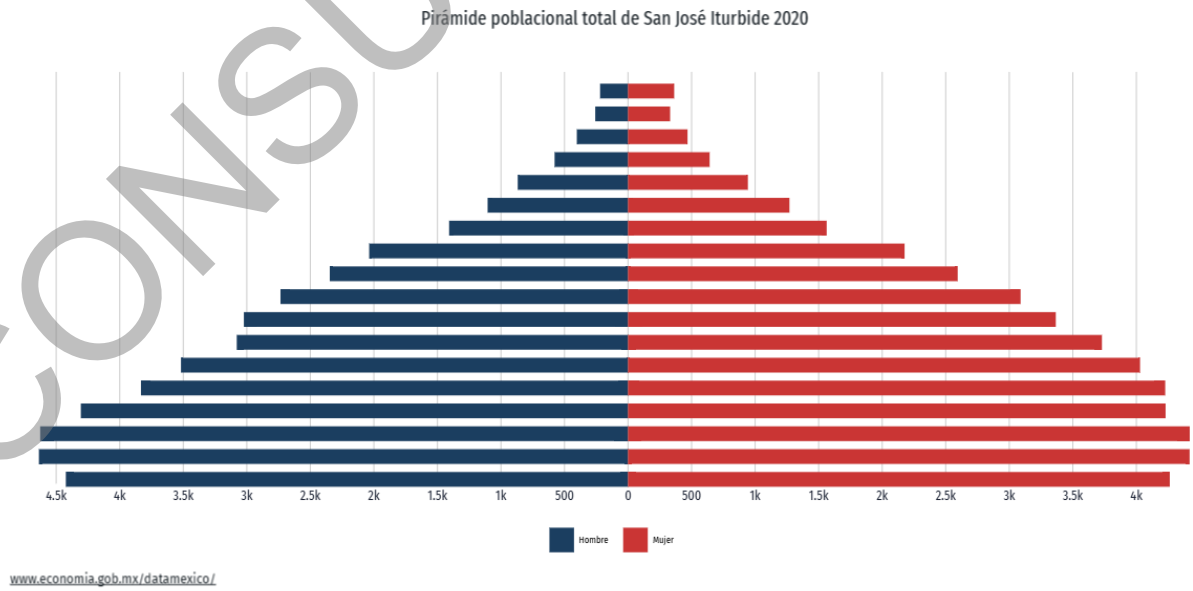


Figura III.178. Pirámide poblacional de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Guanajuato fue 58.3%, lo que implicó una disminución de 1.64 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (60%).

La tasa de desocupación fue de 2.54% (72.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.24 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.3%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de San José Iturbide fueron N/A.

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En San José Iturbide, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (31.2k), IMSS (Seguro social) (28.1k) y Consultorio de farmacia (15.5k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 13.6% de los hombres mayores de 18 años de Guanajuato percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 8.8% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel de personas, los hombres del estrato sociodemográfico bajo percibieron mayor seguridad (19%), mientras que las mujeres percibieron mayor seguridad en el estrato socioeconómico alto (13.2%). *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Guanajuato, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

Las principales carencias sociales de San José Iturbide en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y rezago educativo. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

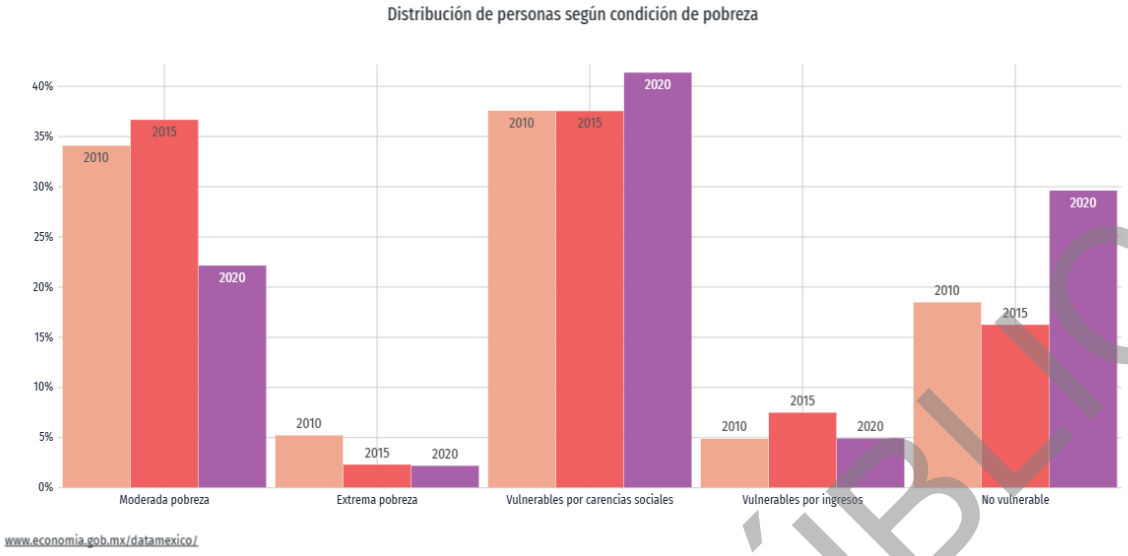


Figura III.179. Condición de pobreza en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

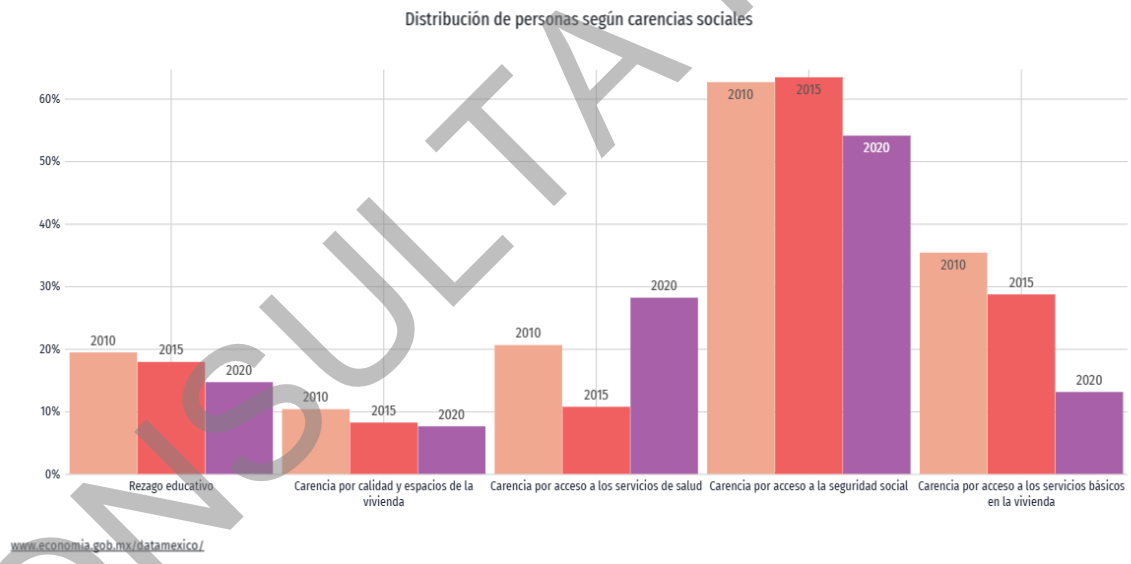


Figura III.180. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San José Iturbide, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

III.10.9 Municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 La población total de San Miguel de Allende en 2020 fue 174,615 habitantes, siendo 52.4% mujeres y 47.6% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 0 a 4 años (16,397 habitantes), 15 a 19 años (16,025 habitantes) y 10 a 14 años (15,914 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.7% de la población total.

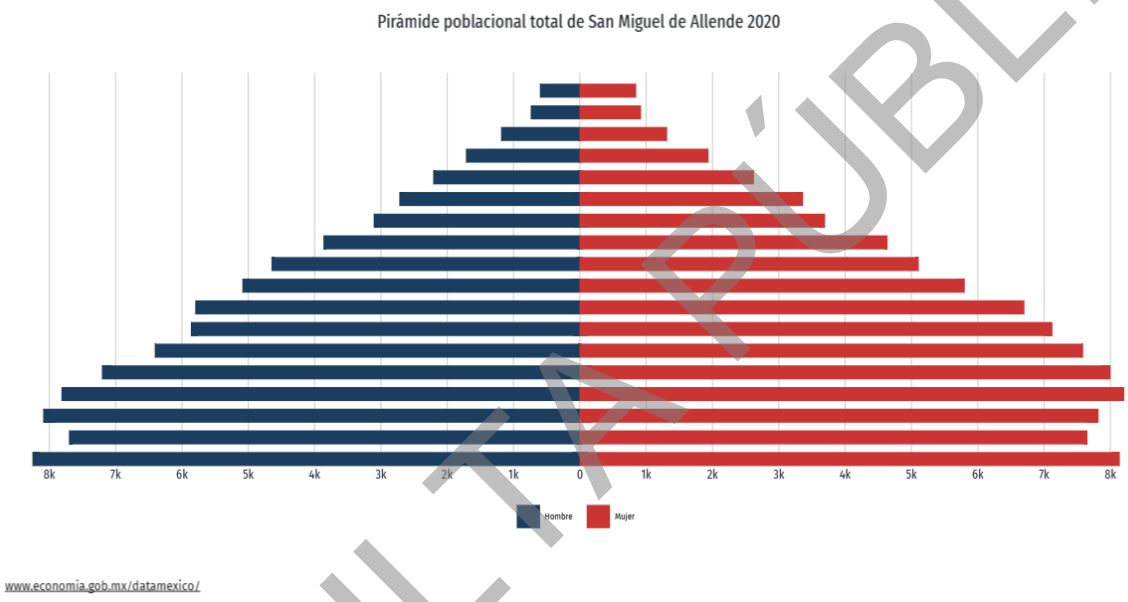


Figura III.181. Pirámide poblacional de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Guanajuato fue 58.3%, lo que implicó una disminución de 1.64 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (60%).

La tasa de desocupación fue de 2.54% (72.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.24 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.3%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de San Miguel de Allende fueron Secundaria (42.6k personas o 36.9% del total), Primaria (30.4k personas o 26.3% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (26.2k personas o 22.7% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

CONSULTA PÚBLICA

d) Salud

En San Miguel de Allende, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (92.5k), IMSS (Seguro social) (23.1k) y Consultorio de farmacia (22.4k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (104k) y Seguro Popular o para una Nueva Generación (Siglo XXI) (26.1k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 13.6% de los hombres mayores de 18 años de Guanajuato percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 8.8% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel de personas, los hombres del estrato sociodemográfico bajo percibieron mayor seguridad (19%), mientras que las mujeres percibieron mayor seguridad en el estrato socioeconómico alto (13.2%). *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Guanajuato, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 40.3% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 3.17% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 41.6%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 3.52%. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

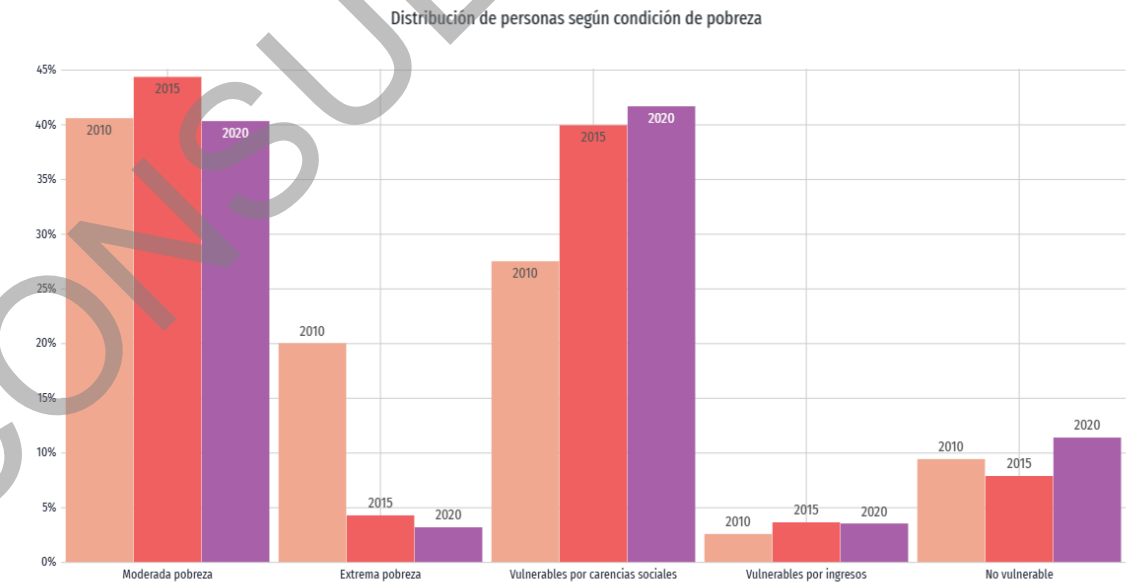


Figura III.182. Condición de pobreza en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

CONSULTA PÚBLICA

Las principales carencias sociales de San Miguel de Allende en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

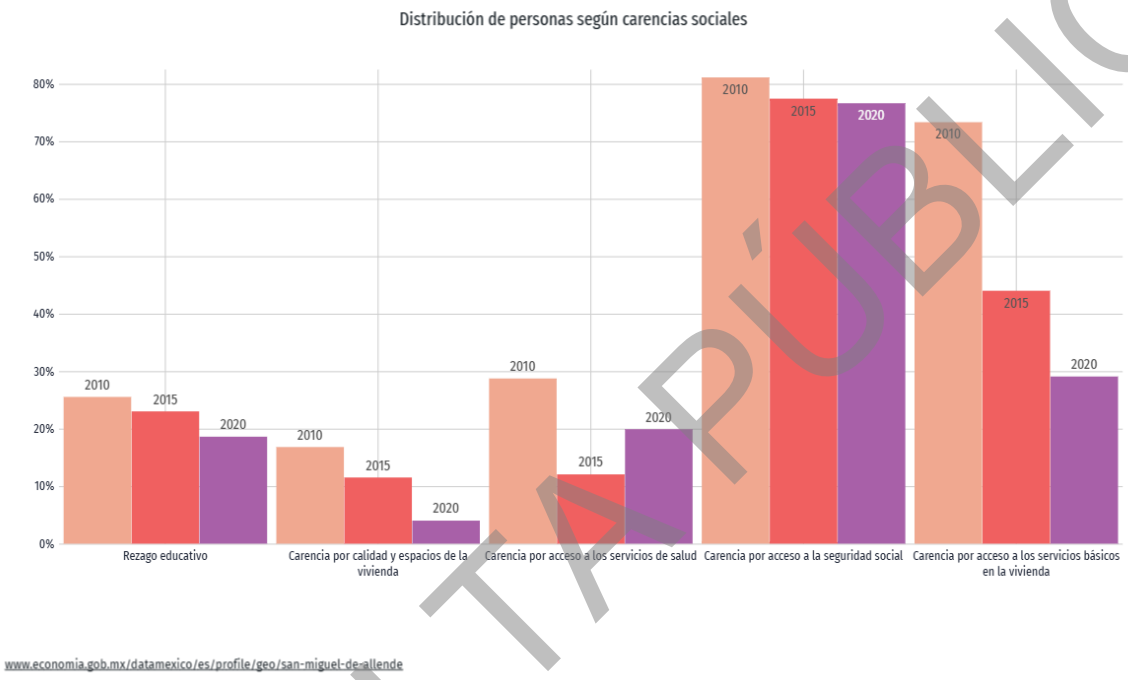


Figura 183. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de San Miguel de Allende, Guanajuato. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.10 Municipio de Huichapan, Hidalgo

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 La población total de Huichapan en 2020 fue 47,425 habitantes, siendo 52% mujeres y 48% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 5 a 9 años (4,218 habitantes), 10 a 14 años (4,138 habitantes) y 15 a 19 años (4,066 habitantes). Entre ellos concentraron el 26.2% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

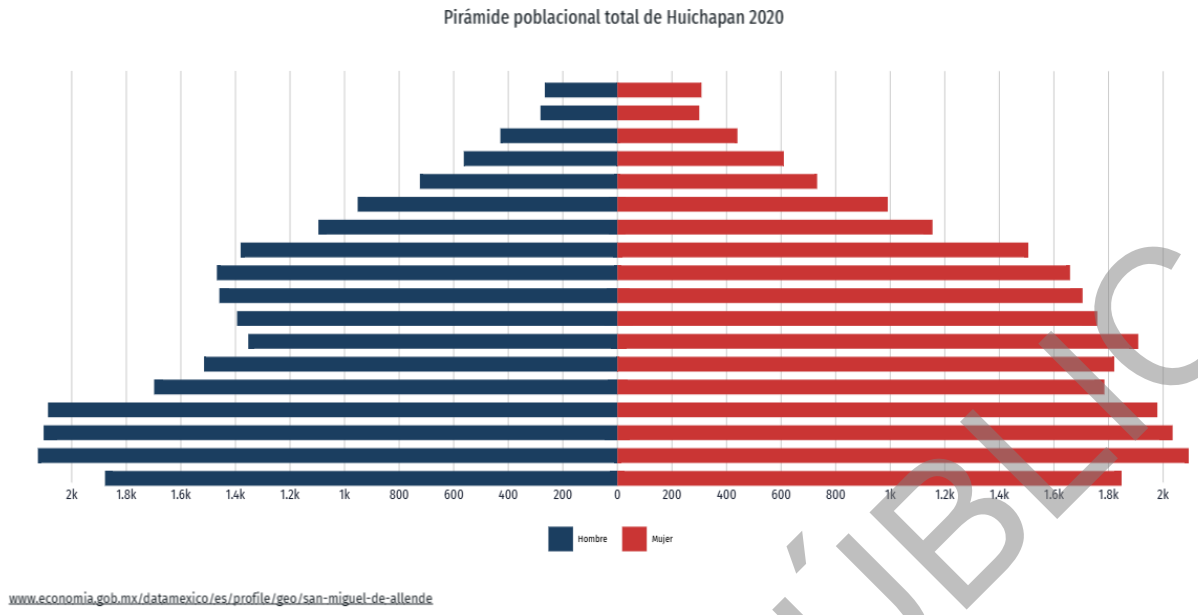


Figura III.184. Pirámide poblacional del municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Hidalgo fue 60.4%, lo que implicó un aumento de 0.75 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.95% (29.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.14 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.81%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Huichapan fueron Secundaria (13k personas o 39.1% del total), Primaria (9.95k personas o 30% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (5.28k personas o 15.9% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En el mismo año del 2020, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (23.6k) y No Especificado (11.1k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 43.5% de los hombres mayores de 18 años de Hidalgo percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 30.5% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 59.1% en el caso de hombres y 41.3% en el

CONSULTA PÚBLICA

caso de mujeres. *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Hidalgo, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 38.8% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 3.61% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 42.4%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 3.96%.

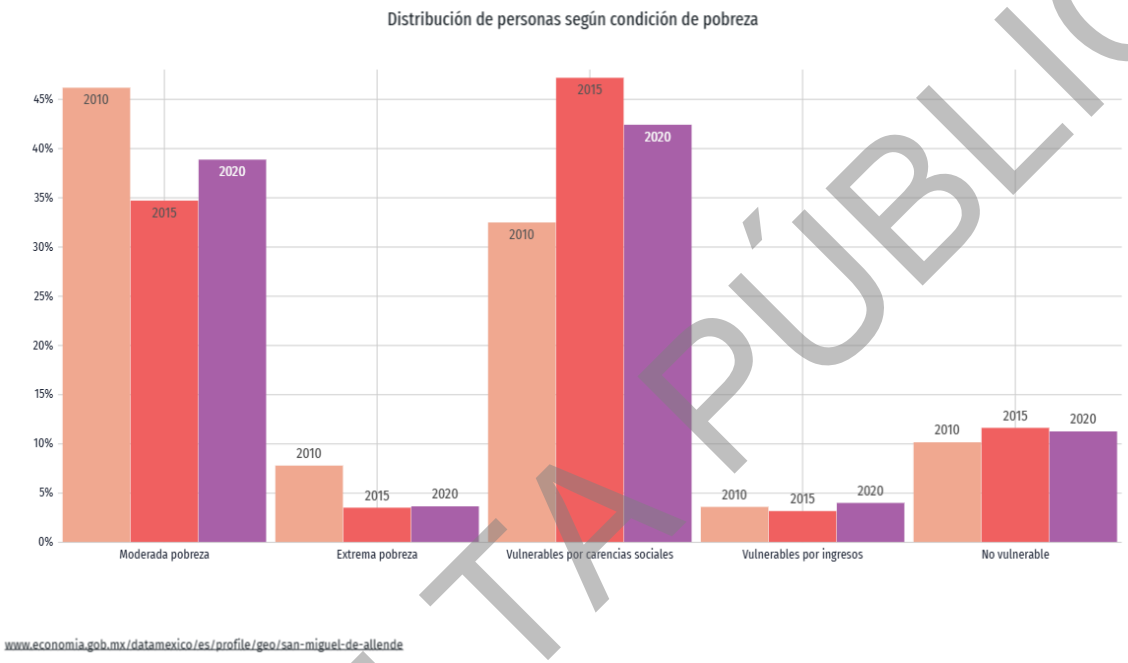


Figura III.185. Condición de pobreza en el municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Huichapan en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios de salud y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

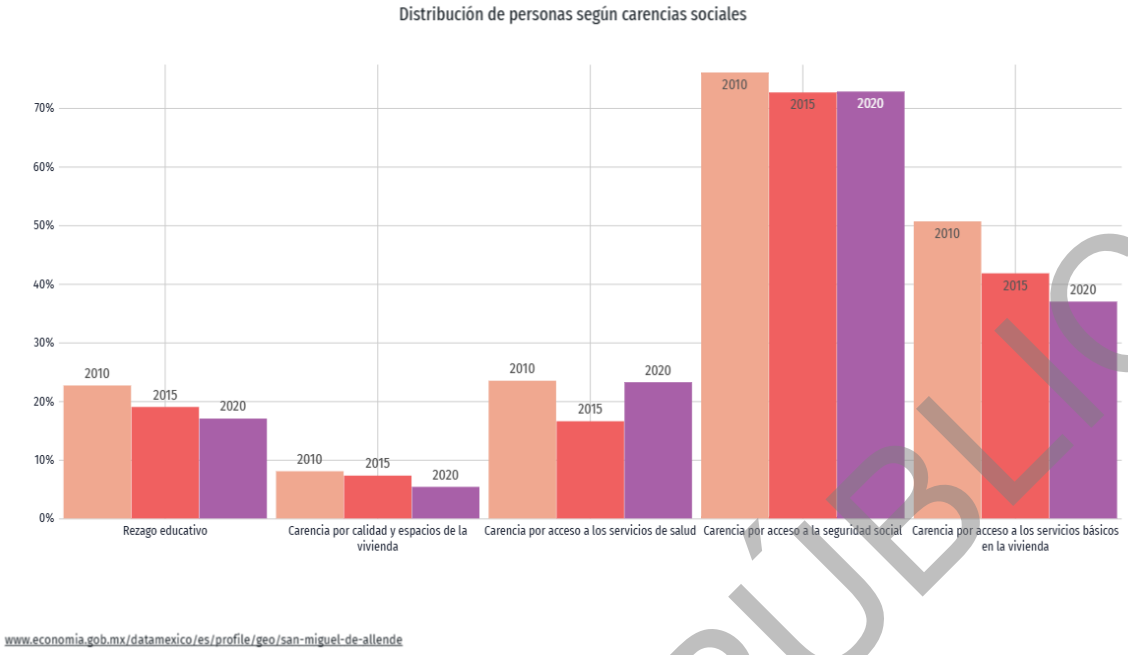


Figura III.186. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Huichapan, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.11 Municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 la población total de Nopala de Villagrán en 2020 fue 16,948 habitantes, siendo 51.4% mujeres y 48.6% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 15 a 19 años (1,395 habitantes), 0 a 4 años (1,372 habitantes) y 5 a 9 años (1,355 habitantes). Entre ellos concentraron el 24.3% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

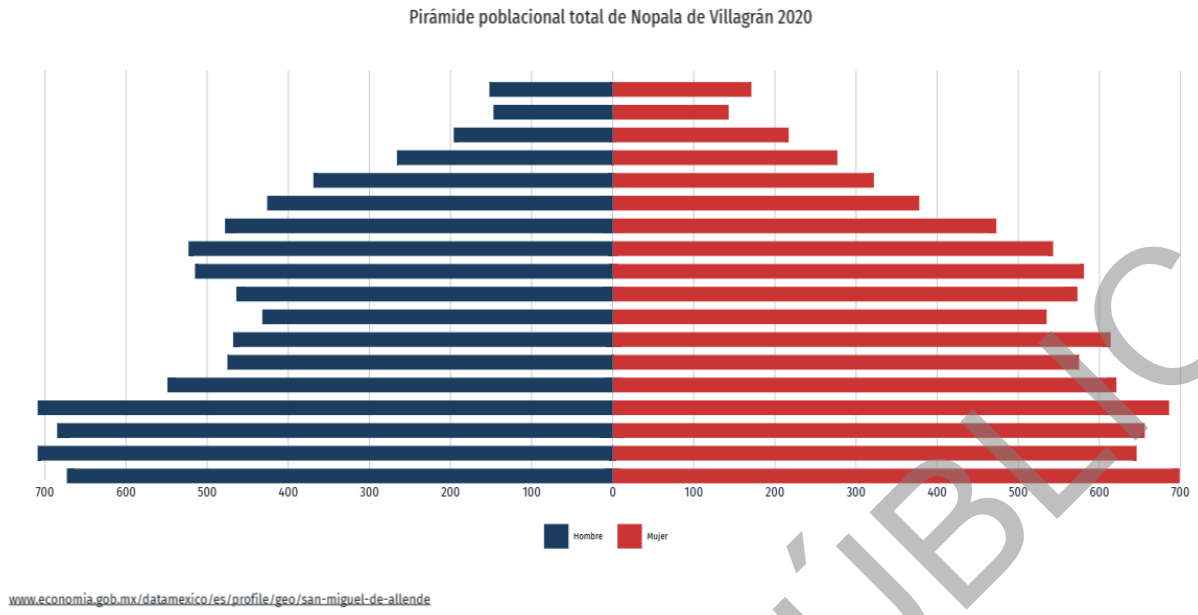


Figura III.187. Pirámide poblacional de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Hidalgo fue 60.4%, lo que implicó un aumento de 0.75 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.95% (29.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.14 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.81%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Nopala de Villagrán fueron Secundaria (4.69k personas o 38.6% del total), Primaria (3.85k personas o 31.7% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (2.02k personas o 16.6% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En Nopala de Villagrán, las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (11.7k), Consultorio de farmacia (3.21k) y IMSS (Seguro social) (1.22k).

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Pemex, Defensa o Marina (10.4k) y No Especificado (4.05k). Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 43.5% de los hombres mayores de 18 años de Hidalgo percibieron seguridad en su entidad federativa, mientras que 30.5% de mujeres mayores de 18 años compartieron dicha percepción.

CONSULTA PÚBLICA

A nivel sociodemográfico, tanto hombres como mujeres pertenecientes al nivel sociodemográfico alto percibieron mayor seguridad, 59.1% en el caso de hombres y 41.3% en el caso de mujeres. *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Hidalgo, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 38.2% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.86% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 49.6%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 1.1%.

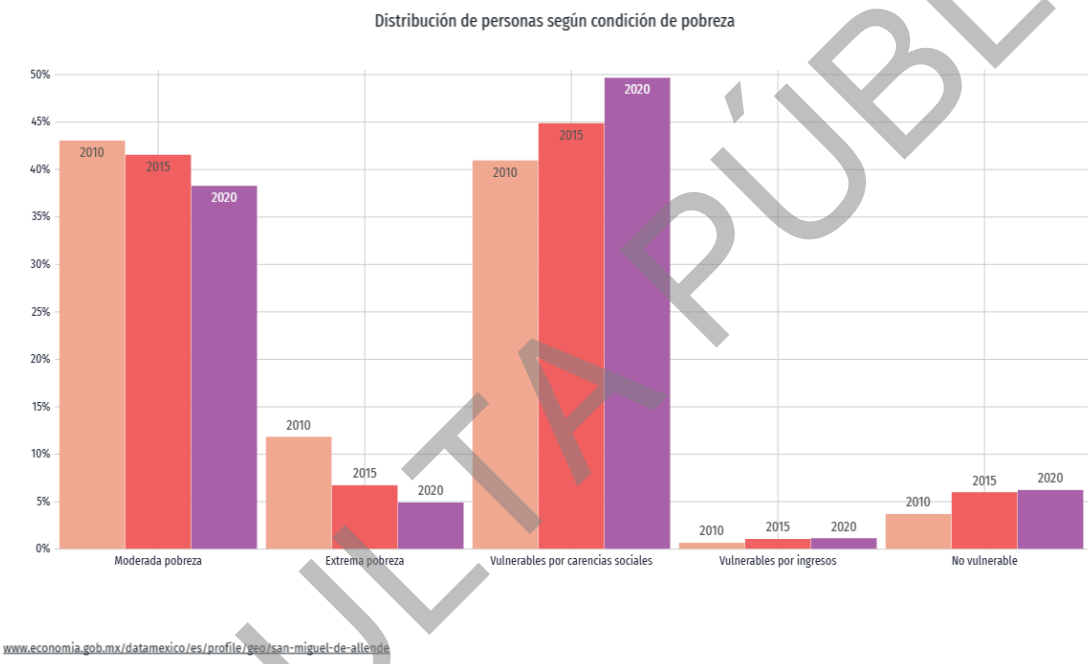


Figura III.188. Condición de pobreza en el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Nopala de Villagrán en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

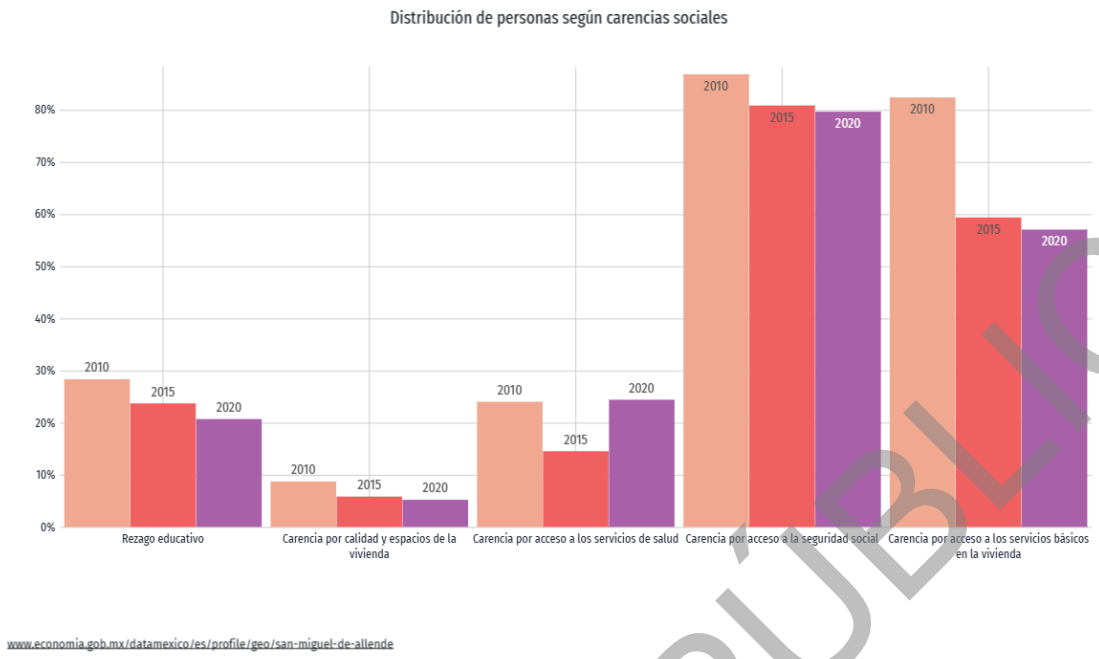


Figura III.189. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Nopala de Villagrán, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.12 Municipio de Tecozautla, Hidalgo

a) Demografía

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2020 La población total de Tecozautla en 2020 fue 38,010 habitantes, siendo 52.3% mujeres y 47.7% hombres.

Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 10 a 14 años (3,566 habitantes), 15 a 19 años (3,515 habitantes) y 5 a 9 años (3,498 habitantes). Entre ellos concentraron el 27.8% de la población total.

CONSULTA PÚBLICA

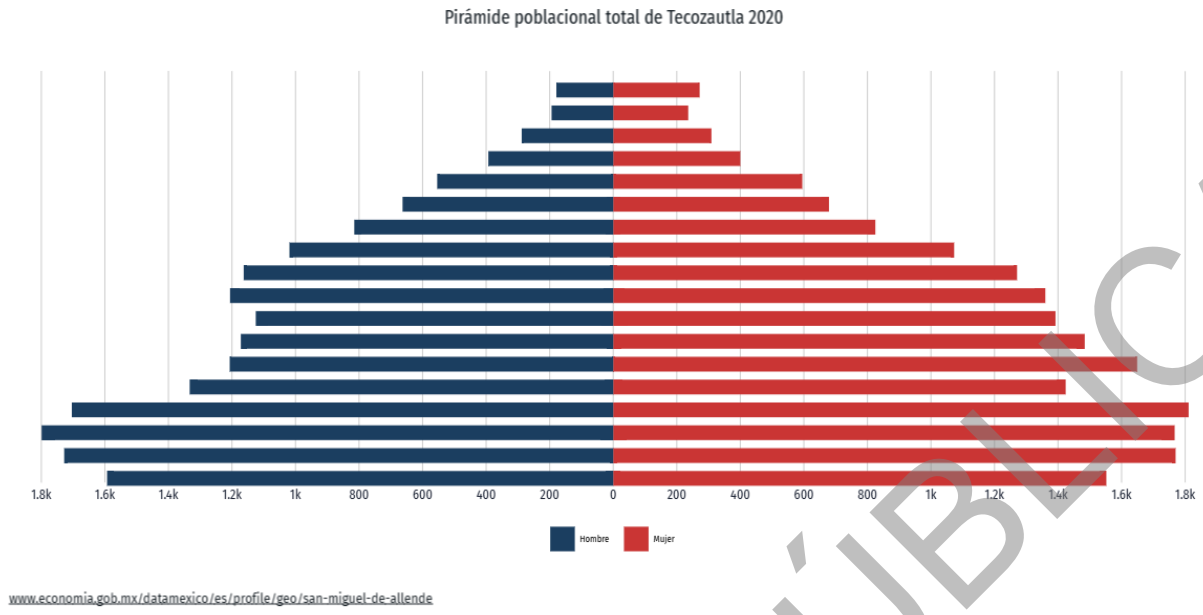


Figura III.190. Pirámide poblacional de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

b) Empleo y Sectores económicos

En el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Hidalgo fue 60.4%, lo que implicó un aumento de 0.75 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (59.7%).

La tasa de desocupación fue de 1.95% (29.7k personas), lo que implicó un aumento de 0.14 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (1.81%). Fuente: Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE).

c) Educación

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tecozautla fueron Secundaria (11.6k personas o 45.6% del total), Primaria (7.21k personas o 28.5% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (4.36k personas o 17.2% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

d) Salud

En 2020, los principales grados académicos de la población de Tecozautla fueron Secundaria (11.6k personas o 45.6% del total), Primaria (7.21k personas o 28.5% del total) y Preparatoria o Bachillerato General (4.36k personas o 17.2% del total).

Es posible ver la distribución de los grados académicos por sexo cambiando la opción seleccionada en el botón superior. Fuente: Censo Población y Vivienda.

e) Seguridad

En 2024, 9.13% de la población de Hidalgo aseguró tener mucha confianza en la policía estatal, mientras que un 14.4% indicó tener mucha desconfianza.

CONSULTA PÚBLICA

Del mismo modo, un 10% de la población aseguró tener mucha confianza en el Ministerio Público y Procuradurías, un 12.1% en los Jueces y un 28.6% en la Policía Federal, mientras que un 13.7%, un 14.4% y un 5.26% aseguró tener mucha desconfianza en ellos, respectivamente. *** Los datos visualizados corresponden a la entidad federativa de Hidalgo, dado que no hay representatividad a nivel de municipio.** Fuente: Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE).

f) Indicadores de pobreza y carencias sociales

En 2020, 39.5% de la población se encontraba en situación de pobreza moderada y 4.69% en situación de pobreza extrema. La población vulnerable por carencias sociales alcanzó un 51.2%, mientras que la población vulnerable por ingresos fue de 1.06%.

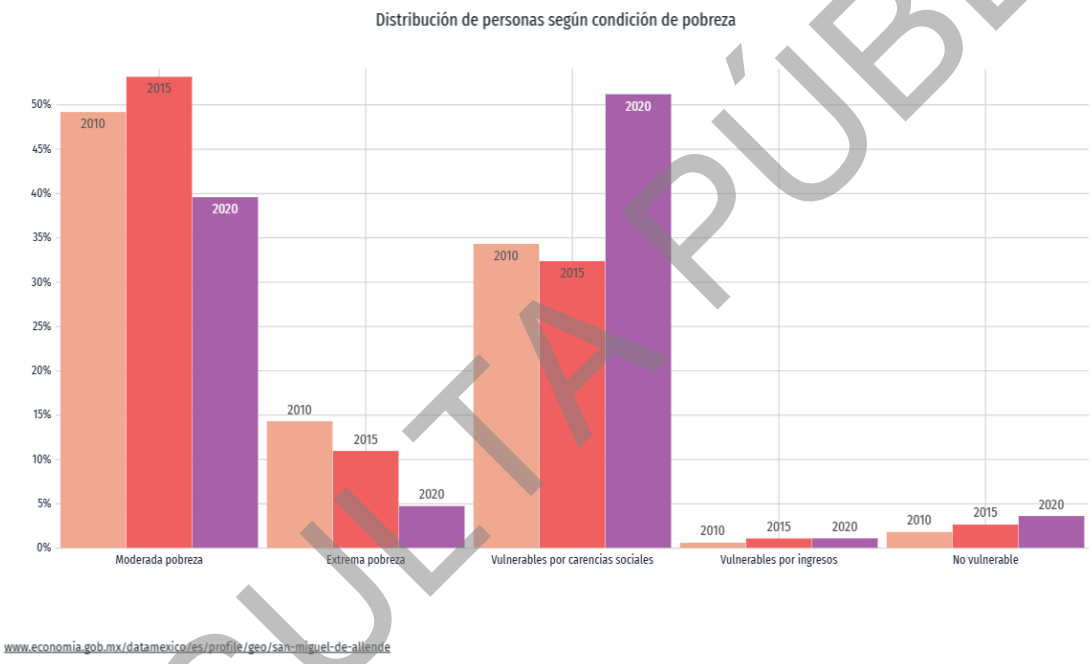


Figura III.191. Condición de pobreza en el municipio de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

Las principales carencias sociales de Tecozautla en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda y carencia por acceso a la alimentación. Fuente: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

CONSULTA PÚBLICA

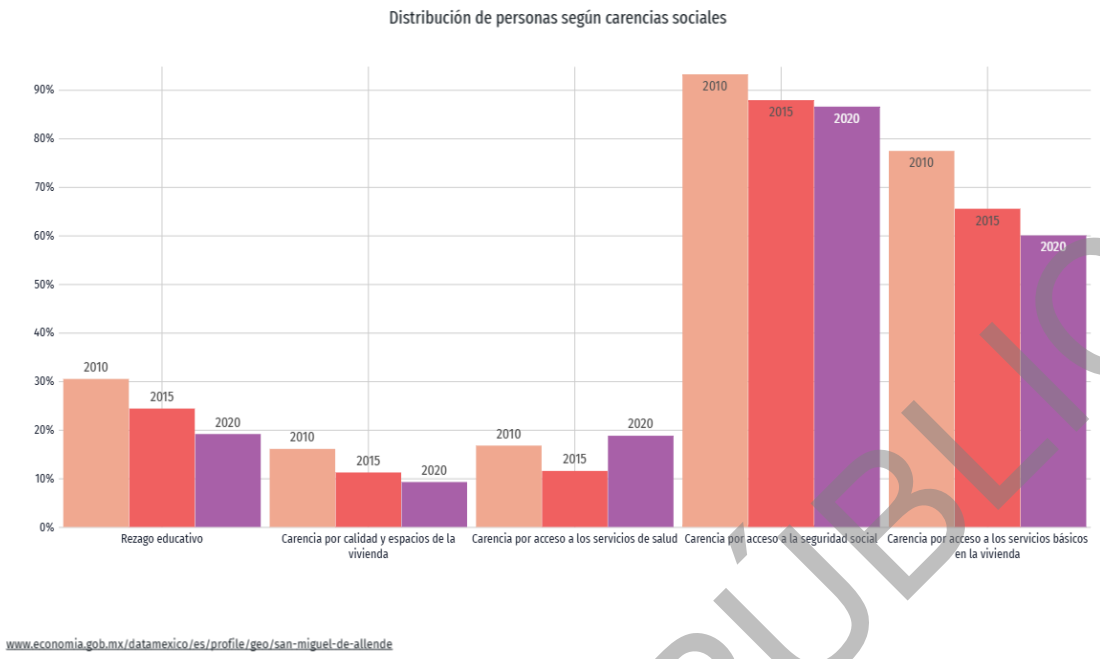


Figura III.192. Distribución de personas según carencias sociales en el municipio de Tecozautla, Hidalgo. 2020. DATA MÉXICO.

III.10.13 Consideraciones finales del medio socioeconómico

- El área de influencia del proyecto comprende municipios con distintos niveles de consolidación urbana y desarrollo económico; sin embargo, en términos generales no se identifican condiciones socioeconómicas que representen un factor de conflictividad social significativa para la ejecución del libramiento, siempre que se mantengan adecuados mecanismos de información y vinculación social durante todas las etapas del proyecto.

- La estructura demográfica de los municipios analizados presenta una población predominantemente joven y en edad productiva, particularmente en los municipios de mayor concentración urbana como Querétaro, El Marqués, San Juan del Río y San Miguel de Allende, lo cual representa disponibilidad potencial de mano de obra local para las etapas de construcción y operación.

- Los municipios rurales y semiurbanos, como Polotitlán, Nopala de Villagrán, Tecozautla y Huichapan, muestran una composición poblacional más dispersa y con menor dinamismo económico, por lo que el proyecto puede representar una oportunidad de integración regional y fortalecimiento de actividades económicas complementarias.

- En materia educativa, predomina la escolaridad básica y media superior en la mayoría de los municipios evaluados, mientras que los niveles de educación superior se concentran principalmente en centros urbanos como Querétaro capital y El Marqués. Esto refleja una heterogeneidad regional en capacidades técnicas y profesionales.

CONSULTA PÚBLICA

- Las condiciones de acceso a servicios de salud muestran una dependencia importante hacia los sistemas públicos de atención (IMSS, SSA y programas de cobertura pública), así como un uso creciente de consultorios anexos a farmacias, particularmente en municipios intermedios y rurales, lo que evidencia limitaciones en cobertura especializada.

- Los indicadores estatales de percepción de seguridad muestran contrastes relevantes entre entidades; Querétaro presenta mejores niveles de percepción de seguridad respecto a Estado de México y Guanajuato, mientras que Hidalgo mantiene condiciones intermedias. No obstante, esta información corresponde a escala estatal y no refleja necesariamente la realidad puntual de cada municipio atravesado por el proyecto.

- Los indicadores de pobreza y vulnerabilidad social muestran disparidades territoriales significativas. Municipios como Querétaro capital y El Marqués presentan menores niveles relativos de pobreza, mientras que Polotitlán, Tequisquiapan, San Miguel de Allende, Nopala de Villagrán y Tecozautla registran porcentajes más elevados de población en situación de pobreza moderada y carencias sociales.

- La principal carencia social recurrente en prácticamente todos los municipios corresponde al acceso a la seguridad social, seguida del acceso a servicios de salud, alimentación y rezago educativo, lo que refleja condiciones estructurales de vulnerabilidad asociadas principalmente a informalidad laboral y limitaciones institucionales.

- La conectividad territorial que aportará el libramiento puede favorecer la articulación económica regional, mejorar tiempos de traslado y facilitar el acceso a servicios, centros logísticos y mercados de consumo, particularmente para municipios con menor integración funcional a los corredores económicos principales.

- Durante la etapa constructiva se prevé una derrama económica temporal derivada de contratación de mano de obra local, adquisición de insumos y demanda de servicios complementarios, generando efectos positivos de corto plazo sobre economías municipales.

- Durante la etapa operativa, el proyecto podría fortalecer la competitividad logística regional al mejorar la conectividad interestatal entre los corredores del centro del país, favoreciendo actividades industriales, comerciales, agropecuarias y turísticas.

- Para maximizar beneficios sociales y minimizar posibles impactos adversos, será indispensable implementar mecanismos de participación social, contratación preferente de personal local, programas de educación ambiental y estrategias de atención oportuna a inconformidades comunitarias.

En términos generales, el contexto socioeconómico regional presenta condiciones favorables para la inserción del proyecto, siempre que su ejecución incorpore criterios de inclusión social, prevención de afectaciones indirectas y fortalecimiento del desarrollo territorial equilibrado.

CONSULTA PÚBLICA

III.11. 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.11.1. Calidad paisajística

Las unidades de paisaje se construyeron a partir del análisis y sobreposición de diferentes mapas temáticos que condicionan las vistas y las unidades reconocibles que son un conjunto de características del medio abiótico, biótico y antrópico, esta regionalización se realizó a partir de los siguientes criterios:

Unidades Geomorfológicas (topoformas). Estas son la síntesis de unidades de relieve y de materiales y suelos geológicos, debido a que estas están relacionadas a la topografía pendiente y materiales sobre los cuales se establecen y procesos edáficos que soportan las comunidades de vegetación, conforma la base estructural de las unidades.

Unidades de vegetación. Los tipos de vegetación y sus diferentes estatus de conservación o de sucesión reconocibles como versiones de vegetación secundaria del tipo de vegetación principal, alimentan la capa visible al espectador, la homogeneidad, rareza, disposición y especies de los diferentes tipos de vegetación y son identificable en la carta de Uso de Suelo y Vegetación de INEGI Serie VII.

Unidades de uso de suelo y actividades humanas. Un aspecto esencial para el reconocimiento de miradores o puntos de apreciación del paisaje, son los espacios que a escala humana pueden ser usados para tal fin.

Unidades de hidrología superficial. Los cuerpos de agua en muchas de sus formas ya sean ríos, arroyos, lagunas, lagos, estanques, canales, etc., son generalmente un atractivo turístico agradable a la vista, son en cierta forma sinónimos de vida. Pero en

CONSULTA PÚBLICA

los aspectos estructurales del paisaje, son los que definen la vida y los tipos que pueden habitarlos.

Una vez definidas y caracterizadas las unidades paisajísticas (UP) visibles, para el análisis de la calidad y la fragilidad se siguió el siguiente procedimiento.

Se consideraron los atributos paisajísticos (AtP) dentro de la RE y la escala de calidad visual o escénica propuesta por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USDA 1974; citado en Canter 1998). Los atributos, se adecuaron al tipo de proyecto y área de estudio a través de **álgebra de mapas mediante el SIG QGis®.** El USDA define tres clases de variedad o de calidad escénica según los atributos biofísicos de un territorio, para este estudio se tomaron en cuenta los siguientes: morfología o topografía, vegetación, fauna, hidrología, urbanización. A continuación, se presentan los calificadores y posibles clases de calidad paisajística:

Clase alta: valores de 7.
Clase media: valores de 5-6.
Clase baja: valores de 3-4.
Clase muy baja: valores de 2 o menores.

Para fines del proyecto, se utilizó la siguiente nomenclatura para los atributos de paisaje, los siguientes: *(AtP1) morfología o topografía, (AtP2) vegetación y ecosistemas, (AtP3) uso de suelo agrícola y pecuario, (AtP4) presencia de agua y (AtP5) grado de urbanización*, este último constituye un factor extrínseco, pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta las características del paisaje. De esta forma se evalúan los elementos que intervienen en la formación del paisaje, es decir, aquellos que definen su calidad visual intrínseca. La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AtP) se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información que se recabó durante los recorridos de campo. Se enfatiza que la valoración de paisaje corresponde al área circundante al proyecto.

Con base en lo anterior, se presentan los calificadores para cada uno de los atributos del paisaje analizados:

AtP1 – Geomorfología o topografía:

- Cuerpos de agua (3 puntos): incluye cuerpos de aguas continentales y ríos.
- Sierras (3 puntos): incluye sierra alta escarpada, sierra volcánica de laderas tendidas, sierra compleja, escudo volcanes y sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío.
- Lomerío (2 puntos): incluye lomerío de basalto con llanuras, lomerío de aluvión antiguo y lomerío de basalto.
- Llanura y meseta (1 punto): incluye meseta disectada, llanura aluvial. Llanura aluvial de piso rocoso y cementado y llanura de piso rocoso y cementado.

AtP2 – Vegetación y ecosistemas:

- Vegetación en estado sucesional primario (4 puntos): se incluye bosque de encino (BQ), matorral crasicaule (MC), selva baja caducifolia (SBC)
- Vegetación en estado sucesional secundario (3 puntos): se incluye vegetación secundaria arbórea de bosque de encino (VSA/BQ), vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia (VSA/SBC), vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino (VSa/BQ), vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (VSa/MC), vegetación secundaria arbustiva de pastizal natural (VSa/PN), vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia (VSa/SBC).

AtP3 – Uso de suelo agrícola y pecuario:

- Zonas de pastizal inducido (2 puntos).

CONSULTA PÚBLICA

- Zonas agrícolas y pecuarias, ya sean de temporal o permanentes (1 punto): se incluye agricultura de humedad anual, agricultura de riego anual, agricultura de riego anual y semipermanente, agricultura de riego permanente, agricultura de temporal anual, agricultura de temporal anual y permanente, y agricultura de temporal permanente.

AP4 – Presencia de cuerpos de agua:

- Cuerpos de agua dulce superficial perenne e interminente (4 puntos): incluye ríos, lagos y corrientes intermitentes.

AtP5 – Grado de urbanización: 0 puntos: incluye asentamientos humanos y desprovisto de vegetación.

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

Tabla III.**146. 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. - 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.

CONSULTA PÚBLICA

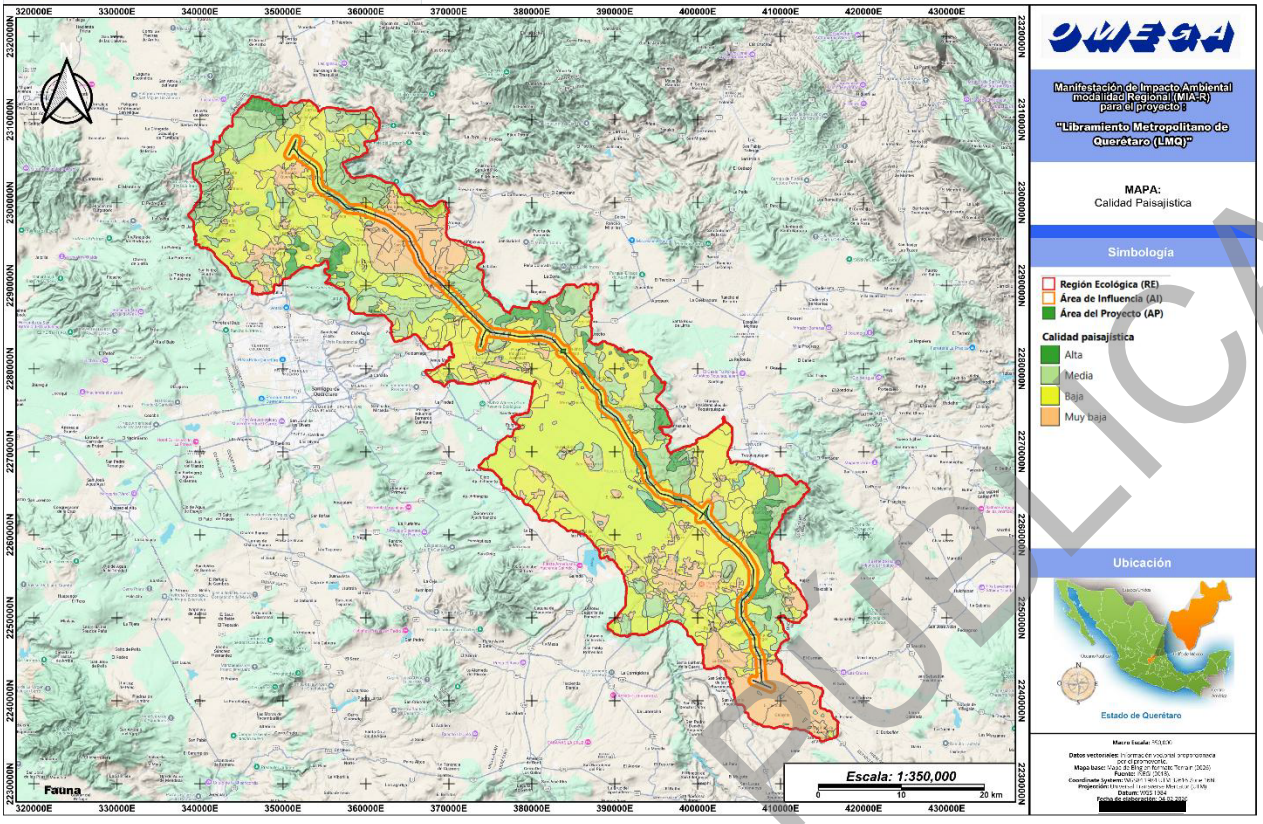


Figura III.193. Calidad y unidades paisajísticas de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

b) 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 secundaria 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).

- **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 secundaria 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).

CONSULTA PÚBLICA

c) Fragilidad

A continuación, se clasifican las unidades paisajísticas por nivel de fragilidad en el marco del presente proyecto y factores de presión actuales que pudieran provocar y/o coadyuvar a una alteración dentro de estas.

Tabla III.147. Unidades paisajísticas y su fragilidad en el marco del proyecto. Elaboración propia.

Nombre de la unidad paisajística	Calificador de la unidad paisajística	Fragilidad ante la ejecución del proyecto	Fragilidad ante otros factores de presión no relacionados con el proyecto
Sierras y cuerpos de agua asociados a vegetación primaria de bosque de encino, selva baja caducifolia y matorral crasicaule	Alta	**BAJA.** El proyecto ejerce un poco de presión ya que atraviesa por pequeños parches en la parte sur. Se destaca que dentro de estas unidades se prevé una afectación mínima por la ejecución del proyecto, además de que se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de no provocar un desequilibrio ecológico por su ejecución.	**ALTA.** La creciente expansión de actividades humanas y las áreas agrícolas y desarrollos inmobiliarios/turísticos son factores de presión sobre los cuerpos de agua, bosques de encino, selvas bajas caducifolias y matorrales crasicaules, ya que este tipo de actividades son promotoras de su contaminación y pérdida gradual, así como de la biodiversidad que albergan y los servicios ecosistémicos que ofrecen.
Sierras, lomeríos y cuerpos de agua asociados principalmente a vegetación en estado sucesional secundario, así como llanuras asociadas a vegetación primaria	Media	**MEDIA.** El proyecto ejerce presión dentro de esta unidad paisajística puesto que atraviesa una pequeña porción a lo largo del trazo. Se destaca que dentro de estas unidades no se prevé una gran afectación ya que estas superficies actualmente ya presentan presión por su cambio en el paisaje. Además de que se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de no provocar un desequilibrio ecológico por la ejecución del mismo.	**ALTA.** El desarrollo de las actividades agropecuarias y el cambio de uso de suelo son factores de presión antes esta unidad paisajística. No obstante, estos ecosistemas ya presentan un estado de degradación avanzado, por lo que su transformación ha comenzado hasta áreas más degradadas.
Sierras, llanuras y cuerpos de agua asociados a vegetación en estado sucesional secundario y zonas con actividades agrícolas y pecuarias	Baja	**MEDIA.** El proyecto atraviesa a esta unidad paisajística tanto en la parte norte como en la parte sur de la RE. No obstante, los procesos de degradación por cambio de uso de suelo, principalmente la agricultura, ya han generado un impacto considerable sobre esta. No obstante, se implementarán las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias y aplicables para incrementar los impactos ambientales ya ejercidos por factores ajenos al proyecto.	**BAJA.** Estas unidades paisajísticas han presentado cambio sobre sus usos de suelo originales, además de que ya hay extensiones agrícolas y retiro de vegetación que han deteriorado el paisaje.
Llanuras y mesetas asociadas a cuerpos agricultura y ganaderías, así como a asentamientos humanos	Muy baja	**BAJA.** El proyecto atravesará una gran parte de esta unidad. No obstante, los procesos de degradación por cambio de uso de suelo, principalmente por la agricultura y la urbanización, ya han generado un impacto considerable sobre esta. Se considera que estos mismos posibles impactos no ejerzan una mayor afectación a la que existe actualmente.	**BAJA.** Estas unidades paisajísticas han presentado cambio sobre sus usos de suelo originales principalmente por el establecimiento de núcleos poblacionales y agricultura, por lo que su fragilidad paisajística es baja.

CONSULTA PÚBLICA

III.12. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

En los apartados anteriores se describieron diferentes rasgos distintivos de la Región Ecológica (RE) del proyecto que permiten caracterizarlo y con ello, definir el contexto en el que se insertará el proyecto. A partir de esa caracterización se define a continuación, la situación actual y problemáticas de la RE sin proyecto:

III.12.1. Clima

El clima dentro de la RE es semiárido, templado, el cual corresponde a una temperatura media anual entre 12° y 18°C con una incidencia del 54%, seguida del clima semiárido semicálido con una temperatura media anual mayor a 18°C con una incidencia del 26.63% total de la superficie. La temperatura correspondiente a la media normal anual es de 18.2 °C. El mes más frío corresponde al mes de enero, mientras que los más cálidos corresponden a abril, mayo y junio. La temporada de lluvias se presenta entre los meses de junio a septiembre, mientras que la precipitación acumulada normal es de 512 mm en promedio para las estaciones analizadas. El mes de Julio presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, por el contrario, el mes más seco es diciembre.

Con respecto a los riesgos climatológicos y eventos extremos, se determinó que por sequía es predominante bajo puesto que la mayoría de su superficie presenta patrones de precipitación baja, por lo que los ecosistemas presentan una adaptación ante esta situación. Sin embargo, este incrementa a medio y alto en la pequeña porción noroeste y muy bajo en una porción sureste. En tanto, el peligro es de que este tipo de evento meteorológico ocurra es medio, con una pequeña porción sureste como alto y un una noreste como muy alto. El riesgo por helada dentro de la Región Ecológica (RE) se determinó como predominantemente bajo, y en la parte noroeste como medio. En el caso del peligro, tanto en la RE como en el AP, se determinó como bajo. Referente al riesgo por ciclones tropicales, dentro de la RE el riesgo es bajo en la parte norte, y muy bajo en la parte sur. Este mismo patrón se determinó para el AP. En el caso del peligro, tanto en la RE como en el AP, es bajo en la parte norte y muy bajo en la parte sur. El riesgo por tormentas eléctricas dentro de la RE se considera predominantemente bajo, con una zona de riesgo medio en la parte norte, y otra con riesgo muy bajo en la parte sur. En tanto, el AP también presenta una distribución similar en cuanto al riesgo. Por parte del peligro ante estos eventos climatológicos, dentro de la RE se considera predominantemente alto y medio, y con una zona al sur donde se le considera bajo, y al igual que con el riesgo, el AP mantiene los mismos patrones de distribución. Además, se determinó que tanto la RE como el AP presentaron un grado de vulnerabilidad de primer nivel ante el cambio climático en gran parte de su extensión, salvo por la parte sur.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: El clima como factor dentro de la RE ha sido promotor de los ecosistemas de los ecosistemas semiáridos como el Matorral Crasicaule, estacionalmente secos como la Selva Baja Caducifolia y el Mezquital Xerófilo, así como algunos asociados a cuerpos de agua, que actualmente se presentan, además de que estas mismas condiciones han promovido el establecimiento de agricultura en su mayoría de temporal y anual. No obstante, a pesar de que actualmente los patrones climáticos pueden calificarse como estables, los riesgos y peligros que se identificaron son atenuados por la presencia tanto de los ecosistemas tropicales y templados, como por la presencia del océano.

CONSULTA PÚBLICA

Es por eso por lo que, al mediano y largo plazo, se pudiera provocar un desequilibrio climático por las tasas de cambio de uso de suelo en las que se reemplazan los ecosistemas originales por asentamientos humanos y agricultura, perdiendo su función reguladora del clima, haciendo más tangible los incrementos en la temperatura y cambios negativos en los ciclos hidrológicos, así como los efectos protectores que ofrecen ante los fenómenos meteorológicos.

Tendencia dentro de la RE: Debido al cambio de uso de suelo, específicamente por la pérdida de los ecosistemas originales, provocará que los patrones climatológicos actuales remarquen el incremento de la temperatura e irregularicen los ciclos hidrológicos, además de que los riesgos y peligros por eventos extremos presenten un mayor impacto.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción 298.9301 ha pertenecientes a 4 tipos de vegetación que son Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %), que podrían provocar una afectación a los patrones climáticos por su ejecución. No obstante, al implementarse medidas de prevención, mitigación y compensación, específicamente al reestablecer una cobertura forestal a través de una reforestación y reubicación de flora, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE sobre los patrones climáticos.**

III.12.2. Geología y geomorfología

Esta RE incide casi en su totalidad dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la subprovincia denominada llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo, y en menor medida dentro de la provincia fisiográfica Mesa del Centro, Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato, mientras que incide entre las Provincias geológicas Complejo Orogénico Zacatecano y en menor medida en la Faja Volcánica Transmexicana. Respecto a los tipos de roca (geología), 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%, y dentro de las topoformas el lomerío de basalto abarcó la mayor superficie de incidencia para la RE con 26.63%, seguida de la Sierra volcánica de laderas tendidas con lomerío con 21.67%. Así mismo un 0.14 % de la superficie no cuenta con datos vectoriales.

Respecto a los riesgos geológicos, se localizan solamente 4 fracturas, además de que se determinó que 323,669,734.2 m^2 presenta un riesgo de hundimiento por colapso o asentamiento superficial del terreno y movimiento tectónico diferencial, lo cual corresponde a un 19.67% de la totalidad de la RE. Por otra parte, la susceptibilidad por deslizamiento de laderas oscila entre MUY BAJO (el más predominante) y MEDIO-ALTO. Para los eventos sísmicos, el riesgo es predominantemente POCO FUERTE a MUY FUERTE, mientras que el peligro es MEDIO.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: Si bien, a pesar de que la RE se ubica en su mayoría dentro de la topoforma lomerío de basalto, los cambios de usos de suelo en la parte este donde se encuentran las sierras y lomeríos, es el principal factor de deterioro dentro de este componente debido al corte de taludes y estabilización de suelos para asentamientos

CONSULTA PÚBLICA

humanos y agricultura. Además, esta RE incide en zonas de riesgo y peligro referente a hundimientos y eventos sísmicos, apuntando a que una afectación a lo geología y geomorfología por este tipo de actividades

Tendencia dentro de la RE: Se determinó que el riesgo los hundimientos y sismos están directamente relacionados con la naturaleza misma de la RE, pero los asentamientos humanos, la construcción de casas, edificios y otras infraestructuras sobre una superficie reducida son promotores del incremento de este tipo de accidentes geológicos. Por ello, al incrementar estos núcleos, al media y largo plazo, los riesgos y peligros serán mayores.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción 298.9301 ha pertenecientes a 4 tipos de vegetación que son Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %) Además, se realizarán ejecuciones de ingeniería que transformarán la topografía existente a través de cortes y taludes. No obstante, este no implicará un proceso adicional que incremente el riesgo y peligro que impera dentro de la RE, puesto que la mayor extensión del mismo se realizará sobre zonas ya impactadas por la agricultura, además de que los procesos constructivos no provocarán un hundimiento derivado de la naturaliza misma de la construcción. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE sobre los riesgos y peligros asociados a los hundimientos, colapsos y fracturamiento, ni afectará a las estructuras de esta naturaleza.**

III.12.3. Suelo

Dentro de 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. Por otra parte, 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. Además, 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.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: Con base en lo anterior, las actividades agropecuarias y deforestación han provocado que en más del 50 % de la superficie de la RE se hayan perdido las condiciones originales del suelo, lo que ha caudado la degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de la materia orgánica, lo cual ha llevado a procesos de erosión eólica e hídrica (laminar en un grado entre leve y moderado). Esta problemático se acentúa constantemente y al largo plazo se espera una mayor pérdida de suelo en buen estado de conservación.

CONSULTA PÚBLICA

Tendencia dentro de la RE: Estos resultados nos indican que dentro de esta RE presenta un grado de degradación entre ligero a moderado, y bastante extendido, así como una erosión del suelo que represente un riesgo para un desequilibrio ecológico futuro. Sin embargo, sin una buena planeación territorial en donde no se restrinja la frontera agrícola y de asentamientos humanos, en un mediano y largo plazo los suelos de esta RE pudieran quedar desnudos o ser sometidos a procesos que provoquen la pérdida de la cobertura orgánica y cambio de su estructura, resultando en una degradación y erosión más grave.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción 298.9301 ha pertenecientes a 4 tipos de vegetación que son Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). Además, en las etapas de preparación del sitio se podrían desproteger el suelo, así como la contaminación del suelo en las etapas de construcción y operación. No obstante, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación enfocadas en la protección del suelo como un buen cuidado de los residuos, así como la implementación de una reforestación en áreas con necesidades para la recuperación de sus suelos originales. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE sobre los procesos de degradación y erosión del suelo.**

III.12.4. Agua

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.

Dentro de la 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. También se presentan 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. Se identificaron 9 diferentes acuíferos de acuerdo con la capa disponibilidad de acuíferos por parte de la CONAGUA, así como su portal SIGACUA.

Se determinó que el riesgo inundaciones es mayoritariamente muy bajo, y sólo en una porción central-norte se le considera medio, mientras que el peligro es mayoritariamente alto. Ese mismo patrón se identificó para el Área del Proyecto (AP). Se determinó que el semáforo de

CONSULTA PÚBLICA

contaminación es ROJO, lo que nos señala que el agua superficial se encuentra altamente contaminada, mientras que el agua subterránea se considera con semáforo VERDE, es decir, no contaminada.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: Fue tangible que, dentro de la dinámica hidrológica dentro de la RE, existe un riesgo y peligro tangible por inundaciones, en donde los ecosistemas originales y zonas de aguas abajo fungen como los principales puntos de sumidero para su infiltración. Asimismo, han sido fundamentales para mantener en buena calidad el agua subterránea, a pesar de que la calidad superficial sea mala. No obstante, el cambio de uso de suelo para el establecimiento de asentamientos humanos, agricultura e industria son promotores para interrumpir los patrones de infiltración e incrementar de manera desfavorable los parámetros que indican contaminación.

Tendencia dentro de la RE: Con base en los análisis expuestos, la RE es una zona con riesgo y peligro de inundación en su parte este, derivado de los ciclos hidrológicos y la naturaleza plana de este sistema, por lo que las asociaciones vegetales como infiltradoras del agua son fundamentales para disminuir los daños provocados por las mismas. Por ello, el aumento del cambio de uso de suelo para establecimiento de núcleos urbanos y agricultura promoverán el aumento y peligrosidad de las inundaciones. Asimismo, si en la actualidad se considera como buena la calidad del agua, el aumento de las aguas sanitarias, industriales y contaminadas por agroquímicos se podrían convertir en promotores de un aumento de la contaminación y pérdida de la calidad del agua.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el contexto de este proyecto, En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción 298.9301 ha pertenecientes a 4 tipos de vegetación que son Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). Además, este proyecto podría provocar la contaminación de los cuerpos de agua por los que cruza, así como la modificación de los patrones hidrológicos de la RE. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE sobre la contaminación del agua superficial ni subterránea ya, así como en los patrones del flujo del agua e inundaciones** puesto que se implementarán medidas específicas como el correcto manejo de los residuos y soluciones constructivas como puentes para ni interrumpir el flujo natural del agua.

III.12.5. Aire

Los vientos predominantes presentan una tendencia marcada de vientos provenientes del Este (Sector de 90°). La velocidad predominante se sitúa en el rango de brisa moderada (25 km/h), lo que indica un flujo constante de aire sin ráfagas de peligro, pero con energía suficiente para dispersión o ventilación.

En lo que respecta al PM_{10} se obtiene una mayor emisión de fuentes de área especialmente con la combustión doméstica y la labranza, mientras que para la emisión de $PM_{2.5}$ al igual que la anterior se presenta una mayor emisión por combustión doméstica, el NOx la mayor emisión se presenta debido a fuentes móviles especialmente de autos particulares y

CONSULTA PÚBLICA

tractocamiones, de SO_2 es de fuentes fijas del sector industrial de celulosa y papel, CO de fuentes móviles de autos particulares y *Pick Up*, de COV de fuentes de área principalmente de uso doméstico y comercial de solventes y combustión doméstica y de NH_3 por emisiones de fuentes de área específicamente de emisiones ganaderas de amoniaco.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: En el caso de este componente, la velocidad de los vientos se encuentra asociada a procesos de deterioro dentro de la RE puesto que estos son MODERADAMENTE FUERTES lo cual es congruente con que no se presente erosión eólica, además de que la pérdida de las coberturas originales no protege a los suelos desnudos, lo cual los vuelve altamente vulnerables a la erosión. Con respecto a los contaminantes emitidos, las tendencias de desarrollo urbano e industrial incrementarán su carga dentro de la atmósfera, empeorando la situación actual de la calidad del aire.

Tendencia dentro de la RE: La contaminación del aire es un problema que actualmente es de relevancia puesto que la concentración de los contaminantes ha generado una problemática moderada a la salud y los ecosistemas. No obstante, la pérdida de cobertura vegetal que funge como sumidero y captura de los contaminantes, por lo que la tendencia al mediano y largo plazo del cambio de uso de suelo podría acelerar la concentración de estos contaminantes, además de que el establecimiento de más núcleos urbanos, industrias y áreas agrícolas aportarían una mayor liberación de estos mismos a la atmósfera.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el marco de este proyecto se emplearán fuentes móviles que tendrán un correcto mantenimiento y revisión previo a su operación, además de que funcionarán bajo los límites permisibles que establece la normatividad vigente, esto como medida de prevención de la liberación de contaminantes. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE sobre la contaminación de la atmósfera.**

III.12.6. Flora y vegetación

Dentro de la RE, 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%.

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

CONSULTA PÚBLICA

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.

Dentro de la Selva Baja Caducifolia de la RE y AP, se realizó el registro de 35 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 20 especies, 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 una es 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.

Dentro del Matorral Crasicaule de la RE y el AP, se realizó el registro de 65 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 59 especies. 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

CONSULTA PÚBLICA

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.

Dentro del Mezquital Xerófilo de la RE y el AP, 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. 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 Ecológica (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.

Dentro del Bosque de Galería (BG) de la RE y el AP, se realizó el registro de 26 especies dentro de la Región Ecológica (RE), mientras que dentro del Área del Proyecto (AP) fueron 22 especies. 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*.

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: El cambio de uso de suelo es uno de los principales motores de deterioro en donde los ecosistemas originales que albergan a la flora y vegetación. En ese sentido, dentro de la RE los ecosistemas originales han sido ampliamente reemplazados principalmente por la agricultura y la ganadería, así como para el establecimiento de núcleos humanos e industria, por lo que actualmente sólo alberga pocos ecosistemas sin un estado de alteración sustancial. Por ello, los manchones de vegetación que actualmente persisten dentro de la RE son primordiales para su conservación.

Tendencia dentro de la RE: El cambio de uso de suelo es uno de los principales motores de deterioro de los ecosistemas originales que albergan a la flora y vegetación dentro de la RE. En ese sentido, ya no es posible encontrar las grandes extensiones de vegetación que antes imperaba dentro de este lugar, y han sido altamente modificados por la agricultura y ganadería actual, así como por los núcleos urbanos e industriales actuales, los cuales están en constante

CONSULTA PÚBLICA

expansión, y reemplazan los usos actuales, afectando de manera considerable a los ecosistemas remanentes que aún se mantienen dentro de la RE.

Tendencias por la ejecución del proyecto En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción 298.9301 ha pertenecientes a 4 tipos de vegetación que son Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 153.0593 ha (51.20 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia (SBC) con diferentes estados sucesionales (SBC) en 77.1175 ha (25.80 %), Mezquital Xerófilo (MKX) en estado sucesional secundario en 67.9728 ha (22.74 %) y en menor porcentaje en Bosque de Galería (BQ) en estado sucesional secundario 0.7805 ha (0.26 %). No obstante, se reconoce que la ejecución del proyecto pudiera provocar una afectación si no se implementan medidas de prevención, mitigación y compensación, que en este caso la ejecución de acciones rescate y reubicación de flora serán las medidas principales para no provocar un desequilibrio ecológico en el componente flora y vegetación. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE a la pérdida de cobertura vegetal, de la riqueza y abundancia de flora.**

III.12.7. Fauna

Gran parte de las 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 en 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*. 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

CONSULTA PÚBLICA

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).

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. 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.

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).

Para el caso particular de los quirópteros (murciélagos), 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).

DIAGNÓSTICO y PROCESO DE DETERIORO: Para la fauna, es de notar que este componente biótico está estrechamente relacionado con la flora y vegetación presente dentro de la RE. En ese sentido, los procesos de pérdida de cobertura vegetal influyen directamente en la calidad de hábitat que tienen los animales para permanecer dentro del ecosistema. Por ello, uno

CONSULTA PÚBLICA

de los principales procesos de deterioro es el cambio de uso de suelo para fines agrícolas, industria o asentamientos humanos, pues se reemplaza a la vegetación por áreas que no cuentan con la calidad ecosistémica para que esta pueda permanecer. Otro factor es la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y subterráneas de agua dulce, pues allí también habita una gran riqueza de especies que dependen del agua.

Tendencia dentro de la RE: Aparentemente, la pérdida de hábitats que promueve una afectación directamente a la fauna es un problema muy extendido dentro de las áreas que abarca la RE puesto que el crecimiento exponencial de las zonas agropecuarias y urbanas incrementa esta problemática. Por ello, al largo plazo, por el cambio de uso de suelo para el establecimiento de núcleos agrícolas, industriales o humanos podrían cambiar este panorama, en donde la fauna pudiera presentar una mayor presión para sobrevivir, intentando alcanzar otros sitios con mejor calidad ecosistémica, disminuyendo la riqueza y biodiversidad de animales dentro de la RE.

Tendencias por la ejecución del proyecto: En el contexto de este proyecto, este consiste en la construcción de un libramiento que presentará una remoción de Matorral Crasicaule (MC) con diferentes estados sucesionales en 176.4332 ha (68.72 %), seguido de la Selva Baja Caducifolia con diferentes estados sucesionales (SBC) en 75.4789 ha (29.40 %) y en menor porcentaje en Bosque de Encino (BQ) en diferentes en estados sucesionales un 4.8478 ha (1.89 %). No obstante, se reconoce que la ejecución del proyecto pudiera provocar una afectación si no se implementan medidas de prevención, mitigación y compensación, que en este caso la ejecución de acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación que serán la medida principal para no provocar un desequilibrio ecológico en el componente fauna, así como la definición de rutas de paso para el libre tránsito de la fauna, evitando así la afectación a la conectividad. Por ello, **la ejecución de este proyecto no incrementará la problemática y tendencia dentro de la RE a la pérdida de riqueza y abundancia de fauna, así como sus patrones de desplazamiento.**

A través del diagnóstico anterior, se definió que existen posibles impactos ambientales que pudieran presentarse y provocar un desequilibrio ecológico por la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas. Estos se describen con mayor detalle dentro del Capítulo IV.

Tabla III.148. Posibles impactos ambientales detectados por el diagnóstico ambiental que pudiera provocar el proyecto. Elaboración propia.

Componente	Factor ambiental	ID	Impacto	Etapa del proyecto que impacta		
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
Geomorfología	Relieve	1	Cambio en el relieve o microrelieve	√	√	-
Edafología	Calidad del suelo	2	Cambio en las características fisicoquímicas del suelo	√	√	√
	Erodabilidad (pérdida de suelo)	3	Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)	√	√	-
	Inestabilidad	4	Formación de hundimientos o socavones del terreno natural	-	√	-
	Permeabilidad del suelo	5	Modificación de la infiltración de agua por compactación de suelo	√	√	-
	Composición del suelo	6	Pérdida de materia orgánica	√	-	-
Aire	Calidad el aire	7	Aumento en la emisión de GYCEI y Partículas suspendidas	√	√	√
	Temperatura	8	Aumento de temperatura del aire	√	√	√
	Acústica	9	Aumento en los niveles de ruido	√	√	√
Hidrología	Dinámica hidrológica	10	Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	√	√	-
	Dinámica hidrológica	11	Cambio positivo en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua	-	√	-
	Calidad del agua	12	Cambio en las características fisicoquímicas del agua	√	√	√
	Nivel del agua subterránea	13	Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero	√	-	-
Vegetación	Diversidad de la vegetación (riqueza de especies)	14	Afectación de especies e individuos de flora	√	-	-
	Especies protegidas	15	Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	√	-	-
	Abundancia de la vegetación	16	Afectación del número de individuos de cada especie	√	-	-
	Cobertura vegetal	17	Pérdida de la cobertura vegetal	√	-	-

CONSULTA PÚBLICA

Componente	Factor ambiental	ID	Impacto	Etapa del proyecto que impacta		
				Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
	Captura de carbono	18	Cambio en la capacidad de captura de carbono	√	-	-
	Ecosistemas frágiles	19	Generación de Efecto de Borde	√	-	-
Fauna	FAUNA (Diversidad de la fauna)	20	Afectación de especies e individuos de fauna	√	-	√
	FAUNA (Especies protegidas)	21	Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT	√	√	√
	FAUNA (abundancia y distribución)	22	Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento	√	√	√
	FAUNA (abundancia)	23	Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica	√	√	√
	FAUNA (Hábitat faunístico)	24	Modificación, pérdida de hábitat y conectividad	√	√	√
	FAUNA (Hábitat faunístico)	25	Preservación de hábitat existentes	-	√	-
	FAUNA (Patrones de distribución)	26	Modificación de las rutas de desplazamiento por efecto barrera	√	√	√
	FAUNA (Patrones de distribución)	27	Conservación de rutas de desplazamiento	-	√	-
	FAUNA (Importancia ecológica)	28	Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna	√	√	√
Paisaje	Calidad escénica.	29	Modificación de la calidad del paisaje	√	√	√
	Fragilidad.	30	Modificación de superficies de conservación	√	-	-
	Visibilidad	31	Modificación de la cuenca visual	√	-	-
Socioeconómico	Generación de empleo	32	Cambio en la tasa de empleos formales	√	√	√
	Economía local	33	Incremento del nivel socioeconómico	√	√	√
	Estructura urbana	34	Crecimiento urbano acelerado	-	-	√
	Conflictos sociales	35	Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación	√	-	-

III.12.1. Análisis satelital de la calidad ecosistémica

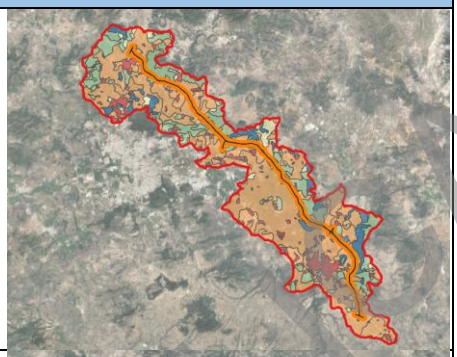
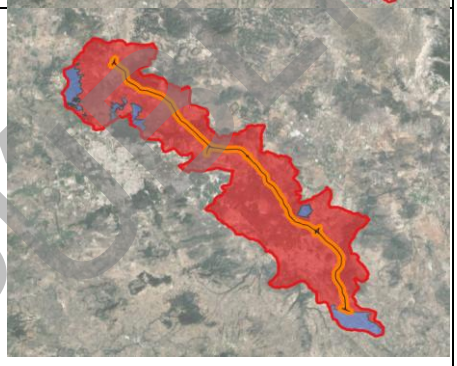
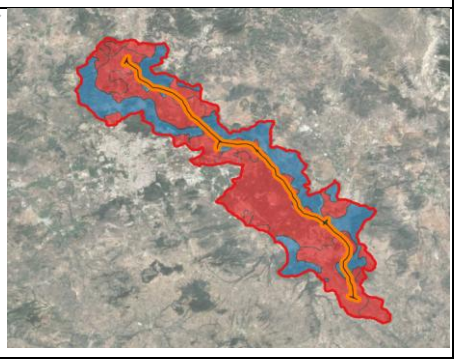
Para realizar una síntesis del estado actual de la Región Ecológica (RE), se procedió a regionalizarlo a partir de sus elementos ambientales y antrópicos, con base en la delimitación de unidades biofísicas o unidades ambientales. Se superpusieron mapas y se delimitaron polígonos o áreas con características físicas y biológicas similares, que definen las características propias de cada unidad. La información base y los criterios utilizados en la delimitación fueron:

- Se utilizaron las cartas temáticas de INEGI, a escala 1:250,000. En algunos casos se tomaron imágenes que fueron posteriormente georreferenciadas en el SIG del proyecto.
- Se descartaron las áreas que no cumplen con la superficie mínima cartografiable a escala 1:250,000, que es de 1,000,000 m^2 (1 km^2).
- Debido a que se busca reflejar las condiciones naturales, la información de rasgos antropogénicos no se tomó en cuenta para delimitar las unidades, pero si jugaron un papel primordial para la realización del análisis y calificación como agente de cambio.

Las cartas temáticas utilizadas como base para realizar la regionalización son las siguientes:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla III.149. Relación de la información temática para la regionalización de la calidad ecológica. Elaboración propia.

Información temática	Factor	Indicador	Valor	Imagen
Uso de suelo y vegetación	Eficiencia ecosistémica	Tipo de uso	(0) Ecosistemas totalmente modificados por asentamientos humanos. (1) Ecosistemas altamente modificados por eliminación de cobertura vegetal sin presentar otro tipo de cobertura, o sustituidos por actividades agrícolas o pecuarias. (2) Ecosistemas parcialmente modificados en donde impera la vegetación en estado sucesional secundario, así como aquellos que por proceso de sucesión se conforman como pastizales. (3) Ecosistemas sin modificación significativa en donde las condiciones primarias prevalecen y no se ha efectuado una alteración ecosistémica, así como cuerpos de agua.	
Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales	Áreas prioritarias para la conservación	Conservación por instrumentos legislativos	(0) Áreas que no se encuentran protegidas por decretos oficiales de protección. (3) Áreas que se encuentran protegidas por decretos oficiales de protección.	
Degradación del suelo	Pérdida de la calidad del suelo para el correcto funcionamiento del ecosistema	Grado de degradación	(0) Áreas con algún grado de degradación del suelo. (3) Áreas sin grado de degradación del suelo.	

Como resultado del análisis anterior, se identificaron **4 clases de calidad ecosistémica** conforme a los valores obtenidos a través del análisis de álgebra de mapas:

Muy alta (valores de 7 a 10): 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. Asimismo, los humedales, ecosistemas forestales y mares presentes también cuentan con un buen estado de conservación. Por estos motivos, alberga hábitats ideales para la fauna y flora silvestre. Además, están dentro de importancia para la conservación.

Alta (valores de 6 a 5): Ecosistemas poco degradados en donde aún impera vegetación secundaria con tendencia a la recuperación y vegetación primaria, 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.

Media (valores de 4 a 2): 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

CONSULTA PÚBLICA

agrícolas en descanso o desuso por la pérdida de fertilidad del suelo o su proyección para la infraestructura.

Baja (valores de 1 a 0): 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.

Tabla III.**150. 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, 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.	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 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.	**234,323,531.6319 m^2** **(14.25 %)**	**Clase alta** Permanencia de comunidades vegetales y humedales, **permanencia de los ecosistemas existentes**	**Clase alta** Permanencia de las comunidades vegetales existentes, pero con presión por la expansión agropecuaria	**Clase alta** **Clase media** Expansión de áreas 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**

CONSULTA PÚBLICA

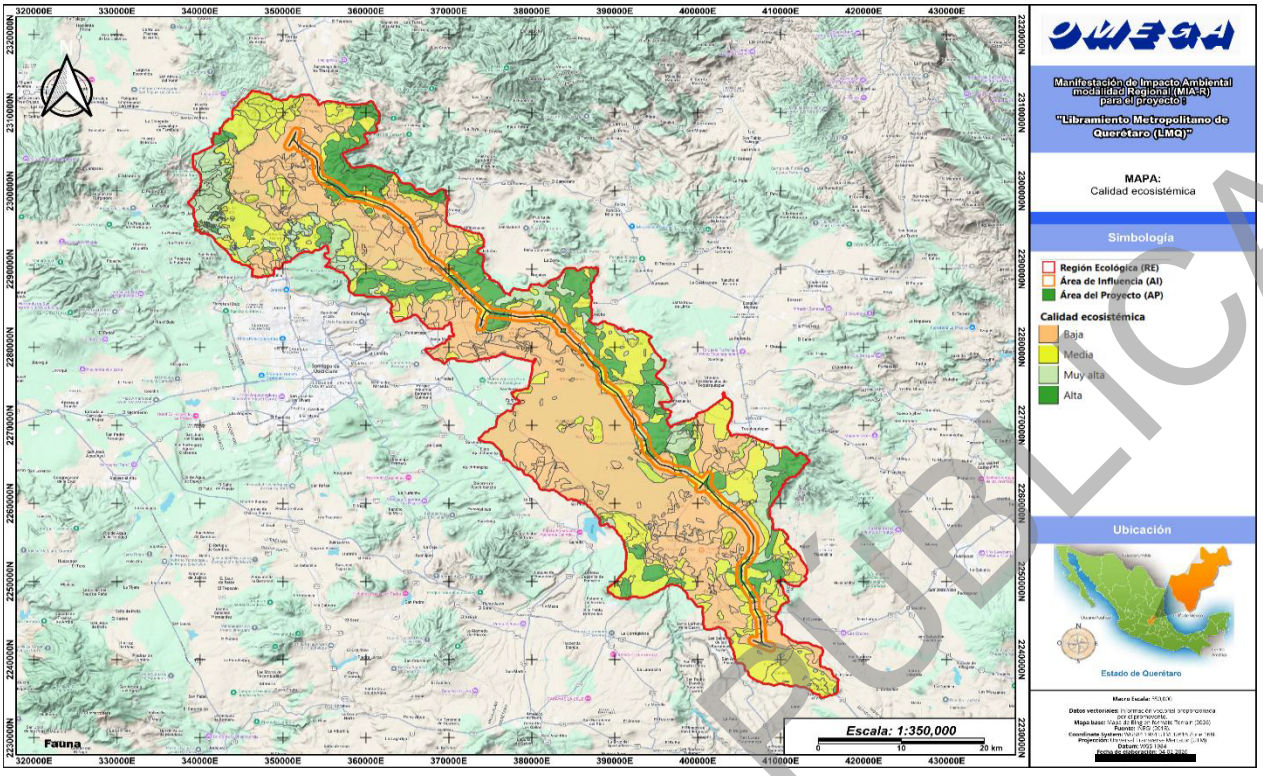


Figura III.194. Calidad ecosistémica regionalizada dentro de la Región Ecológica (RE). Elaboración propia.

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.

III.13. CONCLUSIONES

A través del diagnóstico dentro de la Región Ecológica (RE) delimitada para el presente proyecto, se determinó que si bien existen factores que ejercen presión y propician cambios dentro de los componentes **clima, geología y geomorfología, suelo, agua, aire y biodiversidad, así como paisaje y calidad ecosistémica,** la ejecución de este libramiento, si bien durante sus etapas es posible la generación de diferentes impactos, se han diseñado medidas de prevención, mitigación y compensación con la finalidad de no provocar un desequilibrio ecológico dentro de la RE. Esta información puede consultarse con mayor detalle dentro del Capítulo IV de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R).

CONSULTA PÚBLICA

III.14. BIBLIOGRAFÍA

(A)

Aguilar-Velázquez, Mirurgia. (2022). Estimación del riesgo por hundimientos en terrenos cársicos. Contexto universitario en función del desarrollo local. Revista Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina, 10(3), http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2308-01322022000300028&lng=pt&tlng=es.

Alanís R., E., A. Mora O. y J. S. Marroquín de la F. 2020. Muestreo Ecológico de la Vegetación. https://www.researchgate.net/publication/343137042_Muestreo_Ecologico_de_la_vegetacion

Álvarez T., Álvarez-Castañeda S.T., López-Vidal J.C. 1994. Claves para Murciélagos mexicanos. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. y Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. IPN. México. 69p.

AmphibiaWeb. 2022. University of California, Berkeley, CA, USA. Accessed 13/03/2026. Sitio Web: https://amphibiaweb.org.

American Ornithological Society. Checklist of nort and Middle American Birds. Revisado en marzo de 2026. https://checklist.americanornithology.org/taxa/

Aranda, Marcelo, Botello, Francisco, & López-de Buen, Lorena. (2012). Diversidad y datos reproductivos de mamíferos medianos y grandes en el bosque mesófilo de montaña de la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán, Jalisco-Colima, México. Revista mexicana de biodiversidad, 83(3), 778-784

Aranda Sánchez, M.J., 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. 1ª Ed. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México 260p.

Atlas de Riesgos del Estado de Yucatán y Quintana Roo. (s. f.). https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463842767

Armstead, J., Ayala-Varela, F., Torres-Carvajal, O., Mason, R. y Poe, S. (2017). Systematics and ecology of Anolis biporcatus (Squamata: Iguanidae). Salamandra, 53(2): Pp. 285-293.

(C)

Casas Andreu G. 1979. Anfibios y reptiles de México: Claves ilustradas para su identificación. 1ra Edición. Limusa. 87p.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. Medellín e Y. Domínguez-Castellanos. 2005. Lista actualizada de los mamíferos de México. Revista Mexicana de Mastozoología 9:21-71.

Ceballos G., I. Salazar, R. List Sánchez, J. Rodríguez y G. Santos. 2006. Vertebrados terrestres. In: H. Cotler, M. Mazari y J, de Anda. Atlas de la Cuenca Lerma-Chapala: construyendo una visión conjunta. Instituto Nacional de Ecología. México.

Ceballos G., 2009. Los Mamíferos silvestres de México. Fondo de Cultura económica de España. México. 986p.

CONSULTA PÚBLICA

Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY). 2010. Duno de Stefano, R., Carnevali Fernández-Concha, G., Ramírez Morillo, I. M., Tapia Muñoz, J. L., Can Itzá, L. L., Hernández-Aguilar, S. y Embray, T. (2010 en adelante). Flora de la Península de Yucatán. cicy.mx/sitios/flora%20digital/.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2015. Sistema Nacional de Información sobre riesgos. Capa de riesgo y peligro de presencia de ciclones tropicales. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. Sistema Nacional de Información sobre riesgos. Capa de riesgo de presencia de inundaciones. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html.

- Centro Nacional de Prevención de Desastres. 2020. Mapa Nacional de Susceptibilidad por Inestabilidad de Laderas 2020. Atlas Nacional de Riesgos. México.

CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres). 2024. Indicadores Municipales de Peligro, Exposición y Vulnerabilidad (Marco Geoestadístico 2020). Atlas Nacional de Riesgo. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/indicadores-municipales.html.

Chaves-Acuña, W. y Salas-Solano, D. (2024). Notes on feeding and mating behavior of Anolis biporcatus (Squamata: Dactyloidae) in Costa Rica. Phyllomedusa, 23(1): Pp. 87-92.

Chavez-Lugo, E., Pech-Canché, J., Canseco-Márquez, L. y Lucas-Cobos, L. (2015). Registro de Coleonyx elegans en el norte de Veracruz, México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 86(4): Pp. 1103-1106.

CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). 2024. Apéndices de la CITES. https://cites.org/esp/app/index.php.

COLPOS (Colegio de Postgraduados). 2007. Evaluación Externa en materia de Diseño del Programa Nacional de Microcuencas (PNM). https://www.agricultura.gob.mx/sites/default/files/sagarpa/document/2018/10/09/1457/09102018-microcuencas-2007.pdf.

CONABIO-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2009), Corredores biológicos, consultado el 13 de marzo de 2026, disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2007. Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad. http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/spt1mgw.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2016. Sitios Prioritarios para la Restauración. http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/spr_gw.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2024. Cuerpos de agua. Biodiversidad mexicana. https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/simoh-mx/cuerpos-de-agua.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2024. Enciclovida. https://enciclovida.mx/.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2024. Portal de Información Geoespacial. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

CONSULTA PÚBLICA

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2024. Sistema de Monitoreo de Humedales en México (SIMOH-Mx). https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/simoh-mx.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2024. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México. https://www.snib.mx/.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2024. Indicadores de Calidad del Agua. https://www.gob.mx/conagua/articulos/indicadores-de-calidad-del-agua.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2024. Sistema Meteorológico Nacional (SMN): Estaciones Meteorológico Nacional. https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2024. Sistema Meteorológico Nacional (SMN): Información Estadística Climatológica. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica.

Curtis, J. T., & McIntosh, R. P. (1951). An Upland Forest Continuum in the Prairie-Forest Border Region of Wisconsin. Ecology, 31, 476-496.

(D)

De la Maza M. & C. Bonacic (Eds.). 2013. Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 202pp.

Diario Oficial de la Federación. 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo. México.

Diario Oficial de la Federación (DOF). 2003. Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo.

Díaz-Pulido, A. y E. Payán Garrido. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.

Diario Oficial de la Federación. 2022. Decreto por el que se retoman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. México.

Domínguez-Gervacio, N. y R. Álvarez-Mora. (sf). Vanilla planifolia. Enciclovida, CONABIO. Vainilla (Vanilla planifolia).

Durán R. y M. Méndez (Eds). 2010. Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.

(E)

Enciclovida. Plataforma web. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). México. https://enciclovida.mx/

CONSULTA PÚBLICA

Estrella, E., Pech-Canché, J.M., Hernández-Betancourt, S.F., López-Castillo, D.L. y C. Moreno. 2014. Diversidad de murciélagos (Chiroptera: Mammalia) en dos zonas arqueológicas de Yucatán, México. Acta Zoológica Mexicana. 30 (1): 188-200.

(F)

Forman R. y L. E. Alexander. 1998. Roads ad their major ecological effects. https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.ecolsys.29.1.207.

Fragoso-Servón, Patricia, Francisco Bautista, y Oscar Frausto. s. f. 2014. Caracterización de las depresiones kársticas (forma, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el Estado de Quintana Roo, México. 31(1):127-37.

(G)

Gallardo G., Nuñez A., Pacheco, L. 2010. Transectos lineales como opción para estimar abundancia de vicuñas: Estudio de caso en el parque Nacional Sajama, Bolivia. Ecología en Bolivia 45(1). Abril 2010

Gallina, S (ed.) 2015. Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.

García Gil G., Graniel Castro Eduardo, 2010. Geología, Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán. https://www.cicy.mx/documentos/CICY/sitios/Biodiversidad/pdfs/Cap1/01%20Geologia.pdf

Gobierno de México (2020). Data México: Uayma. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/uayma?healthMeasures=establishments&housingConectivity=equipmentAccess&institutionHealth=inst_0&roomSelector=roomOption

Gobierno de México (2022). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022: Yucatán, Uayma.https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/699923/31_099_YUC_Uayma.pdf

Gobierno de México (2022). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2024: Yucatán, Valladolid. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/796151/31102-Valladolid23.pdf

Gobierno de México (2020). Data México: Valladolid. https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/valladolid?housingConectivity=technologyAccess

González-González, J. (1992). Flora ficológica de México: concepciones y estrategias para la integración de una flora ficológica nacional. Ciencias 6: 13-33.

González-Hernández, J. X., J. M. Garza-Castro & C. J. Balderas-Valdivia. 2021. Manual de identificación de la Herpetofauna de México. Dirección General de Divulgación de la Ciencia/Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 60 pp.

(H)

Howell, S. N., & Webb S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. 851p.

CONSULTA PÚBLICA

(I)

INECC (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (2021). INFORME NACIONAL DE CALIDAD DEL AIRE. MÉXICO https://sinaica.inecc.gob.mx/archivo/informes/Informe2021.pdf.

INECC (INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO (2021). Informes y Almanaques de datos de calidad del aire en ciudades mexicanas https://sinaica.inecc.gob.mx/pags/informes.php.

INEGI (Instituto de Estadística y Geografía). 2021. Uso de Suelo y Vegetación serie VII. https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/ (consultado el 02 de diciembre de 2024; 15:44 h).

INEGI (Instituto de Estadística y Geografía). 2021. Vulnerabilidad al cambio climático. https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/vulnerabilidad-al-cambio-climatico-80125.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2020. Límites Municipales 2020 con censo INEGI 2020. https://idegeo.centrogeo.org.mx/layers/geonode%3Amun_censo_pv_2020

IPCC. (2014). CAMBIO CLIMÁTICO 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC). https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wgII_spm_es-1.pdf.

(J)

Jiménez, J. A. (s.f.). Laguncularia racemosa (L.) Gaertn.f. White Mangrove. SO-ITF-SM3. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 64 p.

Jones, J.K., Jr., J.D. Smith y H.H. Genoways. 1973. Annotated checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, México. I. Chiroptera. Occas. Papers Mus., Texas Tech Univ., 13:1-31.

JSTOR. 2024. Global Plants on JSTOR. https://plants.jstor.org/.

(L)

Lee, J. C. 1980. An ecogeographic analysis of the herpetofauna of the Yucatan Peninsula. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist. Misc. Publ. 67:1-75.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). (2024). LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. 01/04/2024. Diario Oficial de la Federación (DOF). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf.

Lugo Hubp, José, José Fernando Aceves Quesada, y Ramón Espinasa Pereña. 1992. Rasgos Geomorfológicos Mayores de La Península de Yucatán. Revista Del Instituto de Geología. UNAM 101(2):143-50.

CONSULTA PÚBLICA

(M)

Martínez Ramos, M. 2008. Grupos funcionales. En: Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 365-412.

Medellín, R.A., O. Sánchez-Herrera y G. Urbano-V. 1992. Ubicación zoogeográfica de la Selva Lacandona, Chiapas, México, a través de su fauna de quirópteros, p. 233-251. En Vásquez-Sánchez, M.A. & M.A. Ramos (eds.). Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. Publ. esp. Ecósfera México. 1:233-251.

Miranda, F. y X. Hernández. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. https://www.researchgate.net/publication/306160721_Los_tipos_de_vegetation_de_Mexico_y_su_clasification.

Missouri Botanical Garden. 2024. Trópicos. https://www.tropicos.org/home.

Morrone J. J., T. Escalante y G. Rodríguez-Tapia. 2017. Provincias biogeográficas mexicanas 2017. https://www.researchgate.net/publication/261077687_Biogeographical_regionalisation_of_the_Neotropical_Region.

Mostacedo, Bonifacio; Fredericksen, Todd S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

(N)

Narváez, V. & G. Zapata-Ríos. 2020. Manual para el muestreo de fauna silvestre con transectos lineales. Wildlife Conservation Society. Quito. 18 pp

National Geographic society. 1987. Field Guide to the Birds of Nort America. Third Edition.

Navarro-Sigüenza, A. G., M. F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Towsend Peterson, H. Berianga-García y L. A. Sanchez-Gozález. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Supl. 85: 476-495.

Norma Oficial Mexicana. SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, y la Modificación a su Anexo Normativo III. Protección ambiental-Especies nativas de Mexico de flora y fauna silvestre, categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.

(O)

Olcina, J. & Ayala-Carcedo, F. (2002). Riesgos naturales, conceptos fundamentos y clasificación. Ariel Ciencia. España. ISBN: 84-344-8034-4.

Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2022. Ciclones tropicales. Recuperado el 13 de marzo de 2026. https://public.wmo.int/es/ciclones-tropicales

(P)

Pech-Canché, J.M. 2010. Riqueza de especies y diversidad funcional en los ensambles de murciélagos de dos tipos de selva en Yucatán, México. (Tesis doctoral, Instituto de Ecología, A.C.), Xalapa, Veracuz.

CONSULTA PÚBLICA

Portal de Geoinformación. 2025. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). Recuperado el 13 de marzo de 2026. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

(R)

Ramírez-Pulido, J. y A. Castro-Campillo. 1990. Regiones y provincias mastogeográficas. http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/rmast4mgw.

Romahn de la Vega Carlos Francisco y Ramírez Maldonado, Hugo. 2010. Dendrometría. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.

Romero-Almaraz, Ma.L., Sánchez-Hernández C., García-Estrada C., Owen D. R. 2000. Mamíferos pequeños. Manual de técnicas de captura, preparación, preservación y estudio. 1ª Ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Instituto de Biología. México. 204 p.

Rosengaus Moshinsky M, Jímenez Espinoza M., Vázquez Conde M.T. 2001. Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México. CENAPRED

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf.

(S)

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2002. Guía para la Presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para Proyectos que Requieran Cambio de Uso de Suelo o Proyectos Agropecuarios. Modalidad: particular. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/690899/GUIA-MIA-PARTICULAR-CUS-AGROPECUARIO.pdf.

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2010. ATLAS DE CUERPOS DE AGUA. Gobierno de México. https://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2019. NOM-059-SEMARNAT-2010 y su modificación al Anexo Normativo III. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2024. Documentos del Inventario Nacional de Emisiones. Inventario Nacional de Emisiones 2018 Resumen. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/documentos-del-inventario-nacional-de-emisiones

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2024. Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA). https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental-sigeia

SEMARNAT. (2023). Ríos de México, venas de agua, cultura y civilización. A la orilla de sus cauces se han cimentado desde siempre las principales ciudades. Secretaría de Medio

CONSULTA PÚBLICA

Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). https://www.gob.mx/semarnat/articulos/rios-de-mexico-venas-de-agua-cultura-y-civilizacion#:~:text=De%20acuerdo%20con%20datos%20de,65%25%20de%20la%20superficie%20nacional

Sánchez O., M. A. Pineda., H. Benítez., H. Berlanga y Rivera-Téllez E. 2015. Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México protegidos por la CITES, 2a. Edición, Volumen II: MAMÍFEROS. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) - Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México, D. F.

Sibley D. 2014. Birds of Western North América. 2ª Ed. Helm. USA.

Strasburger E. y col. 1994. Tratado de Botánica, 8ª ed. castellano. Ediciones Omega S.A.

SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). 2020. TAREA 3: Estudio de Impacto Ambiental. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/372098/TAREA_3._ESTUDIO_DE_IMPACTO_AMBIENTAL.pdf Recuperado el 13 de marzo de 2026.

Sosa-Escalante, J.E., Pech-Canché, J.M., McSwiney, M.C y S. Hernández-Betancourt. 2013. Mamíferos terrestres de la Península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. Revista Mexicana de Biodiversidad. 84 (3): 949-969.

(T)

Taylor B. 2003. Atlas visual de las aves. Editorial Bruno. Madrid España

(U)

Uetz, P., Freed, P. y Hošek, J. 2020. The Reptile Database, Sitio web: http://www.reptile-database.org.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 1990. Provincias herpetofaunísticas. http://geoportal.conabio.gob.mx/descargas/mapas/imagen/96/pherpe8mgw

UNESCO Worl Heritage Convention. 2025. Sian Ka’an. Recuperado el 13 de marzo de 2026. https://whc.unesco.org/es/list/410#:~:text=En%20la%20lengua%20de%20los,por%20un%20arrecife%20de%20barrera.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). 2024. Lista Roja de Especies Analizadas. https://www.iucnredlist.org/es

(V)

Villareal H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A. M. Umaña. 2004. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de Inventarios de biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 pp.

CONSULTA PÚBLICA

(W)

Wunderle, J. 1994. Métodos para contar aves terrestres del Caribe. United Satates Department of Agriculture. Forest Service. Louisiana.

WWF. (s/f). Sistema Arrecifal Mesoamericano. AGUA.ORG.MX. (2024). Cuerpos de agua. Fondo para la comunicación y la educación ambiental, A.C. https://agua.org.mx/cuerpos-de-agua/#:~:text=Un%20cuerpo%20de%20agua%20es,de%20agua%20salada%20o%20dulce.

CONSULTA PÚBLICA

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Modalidad Regional (MIA-R)

Del proyecto:

"LIBRAMIENTO METROPOLITANO DE QUERÉTARO (LMQ)"

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

Promovente:

CONSULTA PÚBLICA

INDICE

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN 5

IV.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 5

IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 5

IV.2 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 8

IV.2.1. Indicadores de impacto y de cambio climático 8

IV.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 10

IV.4 EFECTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS 18

IV.4.1. Componente geomorfología 18

IV.4.2. Componente edafología 19

IV.4.3. Componente aire 22

IV.4.4. Componente hidrología 23

IV.4.5. Componente vegetación 24

IV.4.6. Componente fauna 26

IV.4.7. Componente paisaje 28

IV.4.8. Componente economía y población 29

IV.4.9. Impactos ambientales favorables o positivos 30

IV.5. IMPACTOS RESIDUALES 31

IV.6. IMPACTOS ACUMULATIVOS 31

IV.7. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 32

IV.7.1. Componente geomorfología 33

IV.7.2. Componente edafología 33

IV.7.3. Componente aire 36

IV.6.4. Componente hidrología 38

IV.7.5. Componente vegetación 38

IV.7.6. Componente fauna 40

IV.7.7. Componente paisaje 42

IV.7.8. Componente economía y población 42

IV.8. MEDIDA DE COMPENSACIÓN DE ACUERDO CON EL PROGRAMA NACIONAL DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL 2025-2030 44

IV.9. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) 45

IV.9.1. Objetivos 45

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.2. Propuesta de los indicadores de seguimiento y monitoreo de los programas ambientales 46
IV.9.3. Fichas técnicas de seguimiento ambiental del proyecto 48
IV.9.4. Umbral de efectividad 59
IV.9.5. Seguimiento y control (monitoreo) 60
IV.10. CONCLUSIONES 60

INDICE DE TABLAS

Tabla IV.1. Desglose de etapas y actividades del proyecto. Elaboración propia. 5
Tabla IV.2. Cadena de desglose para la obtención de los factores. Elaboración propia. 6
Tabla IV.3. Criterios y valores de Conesa. 6
Tabla IV.4. Magnitud del impacto. Elaboración propia. 8
Tabla IV.5. Componentes y Factores ambientales y sus indicadores. Elaboración propia. 9
Tabla IV.6. Actividades del Proyecto generadoras de impactos ambientales. Elaboración propia. ... 11
Tabla IV.7. Componentes y Factores ambientales susceptibles de impacto por las acciones del Proyecto. Elaboración propia. 11
Tabla IV.8. Número de impacto por etapa del proyecto. Elaboración propia. 12
Tabla IV.9. Matriz de causa-efectos. Elaboración propia. 15
Tabla IV.10. Interacciones reales que causan cambios en los atributos ambientales. Elaboración propia. 16
Tabla IV.11. Clasificación de los Impactos Ambientales identificados de acuerdo con la importancia del impacto. Elaboración propia. 16
Tabla IV.12. Valoración de los impactos ambientales. Elaboración propia. 17
Tabla IV.13. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte geomorfología. Elaboración propia. 18
Tabla IV.14. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte edafología. Elaboración propia. 19
Tabla IV.15. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte aire. Elaboración propia. 22
Tabla IV.16. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte hidrología. Elaboración propia. 23
Tabla IV.17. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componente vegetación. Elaboración propia. 24
Tabla IV.18. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte fauna. Elaboración propia. 26
Tabla IV.19. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte paisaje. Elaboración propia. 28
Tabla IV.20. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte economía y población. Elaboración propia. 29
Tabla IV.21. Descripción de los efectos de los efectos de los impactos ambientales favorables o positivos del proyecto. Elaboración propia. 30
Tabla IV.22. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte geomorfología. Elaboración propia. 33
Tabla IV.23. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte edafología. Elaboración propia. 33
Tabla IV.24. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte aire. Elaboración propia. 36

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV.25. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte hidrología. Elaboración propia. 38
Tabla IV.26. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte Vegetación. Elaboración propia. 38
Tabla IV.27. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte fauna. Elaboración propia. 40
Tabla IV.28. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte paisaje. Elaboración propia. 42
Tabla IV.29. Medidas de prevención o mitigación de impactos para el componte economía y población. Elaboración propia. 42
Tabla IV.30. Índice de Eficiencia. Elaboración propia. 46
Tabla IV.31. Criterios de Evaluación del Cumplimiento Ambiental. Elaboración propia. 47
Tabla IV.32. Índice de Cumplimiento Ambiental. Elaboración propia. 47
Tabla IV.33. Propuesta del Índice de Desempeño. Elaboración propia. 47
Tabla IV.34. Umbral cuando la eficiencia es el 100%. 59
Tabla IV.35. Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra. 59
Tabla IV.36. Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad. 59

INDICE DE FIGURAS

Figura IV.1. Interacciones en las etapas del proyecto. Elaboración propia. 13
Figura IV.2. Interacciones por componente ambiental. Elaboración propia 14

CONSULTA PÚBLICA

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

IV.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La evaluación de impacto ambiental, enfocada en determinar las afectaciones derivadas de la construcción y operación del proyecto, toma como punto de partida las características técnicas de las obras propuestas. Estas se desplantarán sobre un medio natural cuyo estado de conservación y componentes son analizados minuciosamente. Para este diagnóstico, se consideran las dinámicas socioeconómicas presentes en la zona de estudio y en la región ecológica, reconociendo cómo estas presiones antrópicas han modificado históricamente las condiciones del entorno. De este modo, la línea base ambiental permite evaluar cómo los nuevos impactos generados por el proyecto interactúan, se acumulan o generan sinergia con las alteraciones preexistentes en el sistema ambiental.

IV.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

El proceso de evaluación de los impactos ambientales esperados por el proyecto consta de 2 etapas, la primera corresponde a una etapa cualitativa en la que se determinan los impactos ambientales mediante la implementación de una matriz de correlación causa-efecto, la cual permite la correlación entre las actividades del proyecto y el medio en el que se encuentran, y de esta manera obtener los impactos ambientales.

La segunda etapa se conforma por la valoración de los impactos encontrados en la primera etapa, para ello se implementa la metodología propuesta por Conesa Fernández Vitora, la cual se trata de una metodología cuantitativa y permite obtener valores numéricos que facilitan la ponderación de dichos impactos además de permitir la apreciación de las características que estos presenten.

Matriz de correlación Causa-Efecto

Esta matriz se conforma inicialmente con la identificación de las etapas en las que estará conformado el proyecto, para posteriormente identificar las obras y actividades que se desarrollarán dentro de cada una de las etapas previamente identificadas. Este desplegado de etapas y actividades se debe de colocar a manera de columnas para la conformación de la matriz deseada.

Tabla IV.1. Desglose de etapas y actividades del proyecto. Elaboración propia.

Etapa 1		Etapa 2				Etapa 3		Etapa 4	
↓		↓				↓		↓	
Actividad 1	Actividad 2	Actividad 1	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 1	Actividad 2

CONSULTA PÚBLICA

A continuación, se identifican los elementos del entorno susceptibles de alteración, tomando como base las condiciones actuales del sitio de emplazamiento. Para estructurar este análisis, se realiza un desglose jerárquico sistemático: primero, se definen los medios que serán influenciados por las actividades del proyecto. De estos se derivan los componentes ambientales, que agrupan de manera más específica los elementos que sufrirán modificaciones. Finalmente, de estos últimos se desprenden los factores ambientales, los cuales constituyen la unidad particular y medible de la afectación. Este ordenamiento jerárquico conforma las filas de la matriz de correlación causa-efecto.

Tabla IV.2. Cadena de desglose para la obtención de los factores. Elaboración propia.

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
↓	↓	↓

Una vez conformada la matriz de correlación causa-efecto, se procede a su llenado mediante el cruce sistemático de cada obra o actividad con los factores ambientales. Cuando se determina que una actividad genera un efecto o modificación sobre un factor específico, se marca la casilla de intersección correspondiente con una equis (X). Esta marca señala la existencia de una interacción, confirmando la relación directa de causa y efecto. Por el contrario, las celdas donde no existe vinculación alguna se dejan en blanco, indicando la ausencia de impacto

Las interacciones identificadas en la matriz de correlación causa-efecto se analizan para determinar si la alteración sobre el factor ambiental posee la significancia necesaria para constituir un impacto, o si su magnitud es irrelevante y debe descartarse. Asimismo, para optimizar la evaluación, las interacciones se agrupan en un único impacto cuando comparten un mismo origen y generan un efecto homogéneo en distintos factores ambientales. Por el contrario, si la alteración repercute de manera diferenciada según el factor, el impacto se tipifica y evalúa de forma individual

- ***Valoración de impactos***

Los impactos obtenidos en la matriz de causa y efecto para cada etapa del proyecto son sometidos al proceso de valoración mediante el cual se conoce la magnitud en la que se espera se presenten dichos impactos, para lo cual se implementa la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vitora en su Guía Metodología para la Evaluación del Impacto Ambiental (2011), la cual somete a cada uno de los impactos a una batería de criterios los cuales corresponden a condiciones y particularidades que pueden presentarse o no en dichos impactos, esto criterios cuentan con valores numéricos de acuerdo a su grado de presencia en el impacto evaluado y de esta manera se obtienen valores cuantificables para el impacto. Esta valoración se efectúa tanto para la etapa constructiva del proyecto como para los impactos esperados en la etapa operativa del mismo. Los criterios considerados en la metodología implementada y los valores que corresponden a cada criterio se presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.3. Criterios y valores de Conesa.

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
SIGNO (+/-)	El signo del impacto hace alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir un tercer carácter (x) que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto.	(+) (X) (-)
INTENSIDAD (I)	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción	BAJA 1 MEDIA 2 ALTA 4

CONSULTA PÚBLICA

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
	total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.	MUY ALTA 8 TOTAL 12
EXTENSIÓN (EX)	Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar critico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando el efecto.	PUNTUAL 1 PARCIAL 2 EXTENSO 4 TOTAL 8 CRITICA +4
MOMENTO (MO)	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándoles a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciese critico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas.	LARGO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 INMEDIATO 4 CRITICO +4
PERSISTENCIA (P)	Se refiere al tiempo que permanecería el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4).	FUGAZ 1 TEMPORAL 2 PERMANENTE 4
REVERSIBILIDAD (RV)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos son los mismos asignados al parámetro anterior.	CORTO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 IRREVERSIBLE 4
SINERGIA (SI)	Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).	NO SINÉRGICO 1 SINÉRGICO 2 MUY SINÉRGICO 4
ACUMULACIÓN (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4).	SIMPLE 1 ACUMULATIVO 4
EFECTO (EF)	Este atributo se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	INDIRECTO 1 DIRECTO 4
PERIODICIDAD (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (regular o continuo).	IRREGULAR 1 PERIÓDICO 2 CONTINUO 4

CONSULTA PÚBLICA

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
	A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	
RECUPERABILIDAD (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	INMEDIATA 1 MEDIO PLAZO 2 MITIGABLE 4 IRRECUPERABLE 8

Para la valoración deseada se debe conformar otra matriz la cual se denomina como matriz de valoración en la que las columnas estarán conformadas por los criterios de la metodología implementada, mientras que las filas estarán constituidas por los impactos ambientales, de esta manera cada impacto ambiental es cotejado con cada criterio y en la casilla de correlación se coloca el valor numérico correspondiente. La magnitud numérica total del impacto evaluado se obtendrá implementando la siguiente formula:

$$I = \pm [3\ I + 2\ EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Los valores obtenidos oscilarán entre 13 y 100, los cuales son clasificados por rangos, y es lo que le da la relevancia al impacto.

Tabla IV.4. Magnitud del impacto. Elaboración propia.

VALOR	MAGNITUD
≤ 25	IRRELEVANTES
26-49	MODERADOS
50-74	SIGNIFICATIVOS
≥ 75	CRÍTICOS

IV.2 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.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV.5. 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. 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) Especies protegidas Abundancia de la vegetación.	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.
	Cobertura vegetal Captura de carbono	a) Extensión de afectaciones de vegetación con respecto a la RE. b) Desmonte de zonas forestales

CONSULTA PÚBLICA

Componente ambiental	Factores ambientales	Indicador Ambiental
	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.
	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. c) Aumento en la derrama económica de las localidades.
	Economía local	
	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.3 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.

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV.6. 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
	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 IV.7. 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

CONSULTA PÚBLICA

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL
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
		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 IV.8. 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%

CONSULTA PÚBLICA

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.

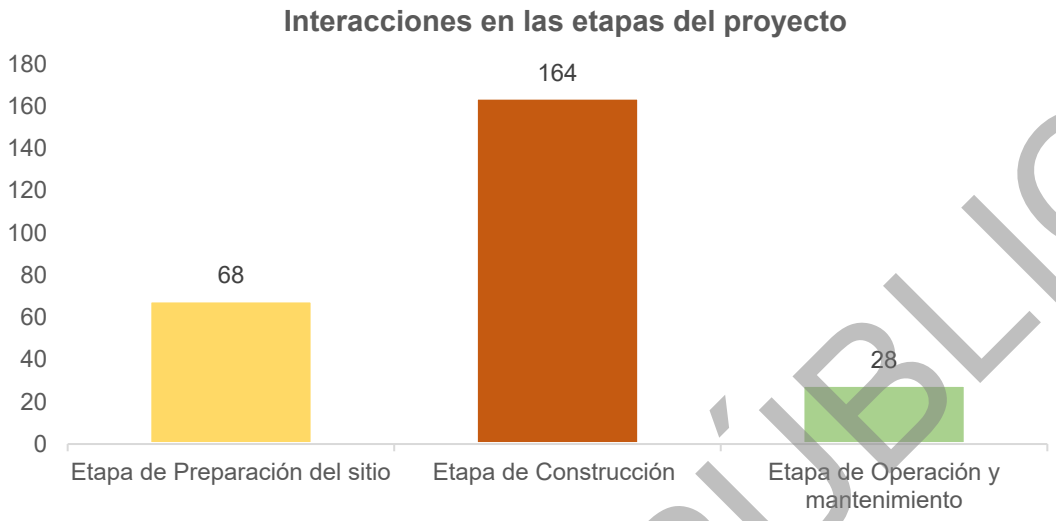


Figura IV.1. Interacciones en las etapas del proyecto. Elaboración propia.

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

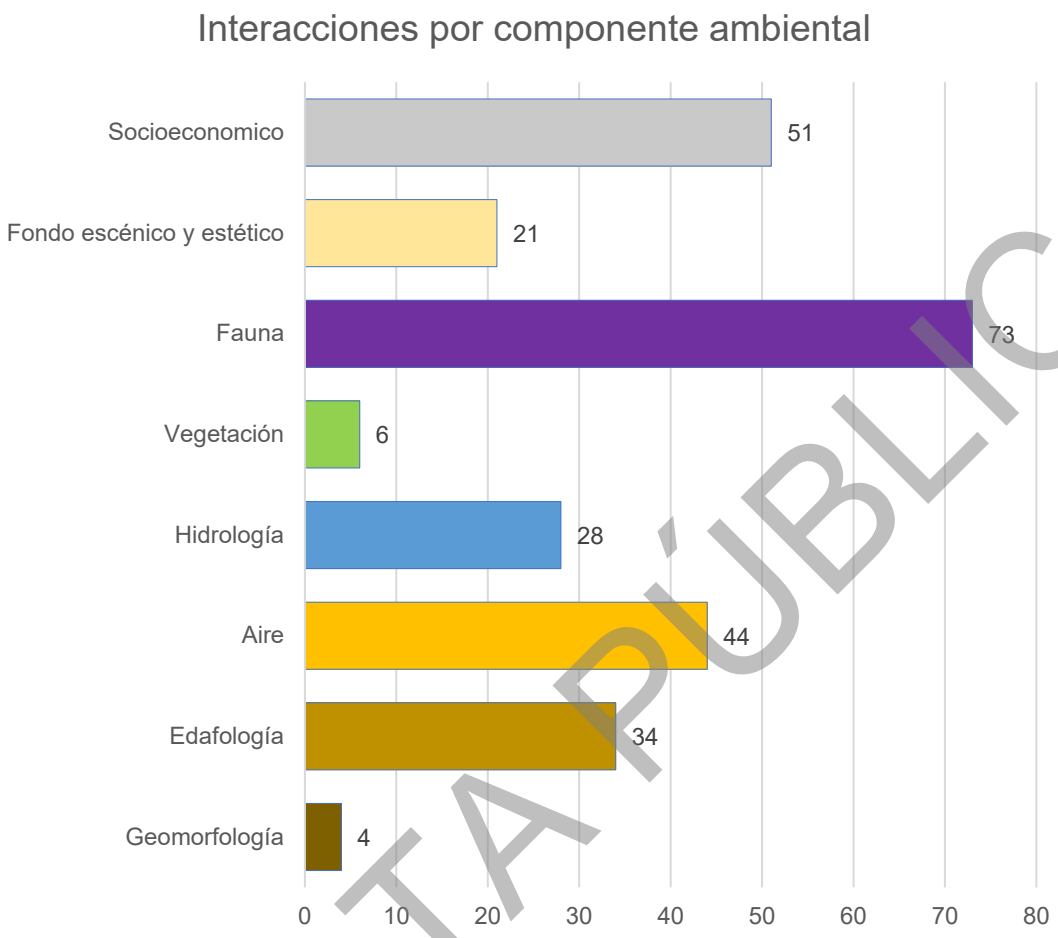


Figura IV.2. Interacciones por componente ambiental. Elaboración propia

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV.9. Matriz de causa-efectos. 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 IV.10. 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 IV.11. 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 IV.12. 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

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
Paisaje	Calidad escénica.	29	Modificación de la calidad del paisaje	√	√	√	-1	7	4	4	4	1	1	4	4	4	1	52	SEVERO
	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

A continuación, se describen los efectos de los impactos ambientales negativos por cada uno de los componentes previamente analizados:

IV.4 EFECTOS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS IDENTIFICADOS

IV.4.1. Componente geomorfología

Tabla IV.13. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte geomorfología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
								IMP	
					P	C	O y M	[<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
1	**Modificación del relieve o microrelieve**	GEOMORFOLOGIA (Relieve)	Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Armado y colado de zapatas	Alteración de la topografía natural, por remoción de tierra y roca para abrir paso a la carretera, creando taludes artificiales que rompen la continuidad del relieve original. La construcción de la infraestructura vial conlleva una modificación de la topografía natural mediante procesos intensivos de despalme, excavación y remoción de volúmenes significativos de tierra y roca. Esta intervención fragmenta la continuidad del paisaje preexistente al sustituir geoformas naturales por taludes artificiales (cortes y terraplenes). Este efecto se ha calificado con una intensidad de media a alta (valor: 8) debido a la magnitud de la transformación física del entorno. Se considera un efecto directo sobre el factor ambiental, ya que es una consecuencia inmediata de la actividad de movimiento de tierras Su carácter es acumulativo, dado que la suma de cortes sucesivos a lo largo del trazo. Finalmente, se clasifica como irrecuperable, puesto que la remoción del sustrato geológico y la alteración de la estructura del relieve original son procesos irreversibles; una vez modificada la roca y la pendiente natural, es técnica y físicamente imposible restituir el terreno a sus condiciones iniciales exactas.	√	√	-	66	SEVERO

CONSULTA PUBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
				La cosntrccion del requiere movimientos de tierra masivos (cortes y terraplenes) que modifican permanentemente la topografía original. El impacto se presenta fuertemente en las etapas de preparación y construcción. Su alta intensidad (8) y persistencia (4) radican en que el cambio en el relieve es una alteración física irreversible en el Límite Constructivo, necesaria para cumplir con las pendientes y especificaciones geométricas de la SICT.					

IV.4.2. Componente edafología

Tabla IV.14. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte edafología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
2	**Cambio en las características fisicoquímicas del suelo**	EDAFOLOGÍA (Calidad del suelo)	Habilitación de caminos de acceso existentes Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Colocación de estructura Relleno y compactación Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización) Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	Posible alteración del suelo debido a la presencia de sustancias contaminantes como aceites, combustible, concreto, etc. La alteración de la composición natural del sustrato edáfico debido a la infiltración accidental o manejo inadecuado de sustancias químicas nocivas durante las diversas etapas del proyecto, como el vertido de hidrocarburos (combustibles y lubricantes), aditivos para concreto, residuos líquidos y otras sustancias lixiviables, modifican el pH, bloquean la porosidad natural (causando impermeabilización) y anulan la actividad microbiana esencial, degradando irreversiblemente la estructura y la fertilidad del suelo en el área de influencia directa. La categorización del efecto es severa (valor: 9) se debe a la intensidad de este, valor alto dado que el riesgo de contaminación es inherente a casi la totalidad de las actividades operativas y de mantenimiento de maquinaria. Por otra parte, el efecto es sinérgico porque la combinación de diferentes contaminantes (por ejemplo, aceites mezclados con residuos de concreto) puede generar reacciones químicas que potencian la toxicidad, superando el efecto de cada contaminante por separado. Se considera acumulativo debido a las pequeñas fugas o derrames constantes en zonas de acopio y talleres se suman a lo largo del tiempo, incrementando la concentración de metales pesados y compuestos orgánicos persistentes. A pesar de su gravedad, se considera un efecto manejable mediante la implementación estricta de medidas de prevención	√	√	√	55	SEVERO
3	**Cambio en el primer horizonte de suelo (eólica / hídrica)**	EDAFOLOGÍA (Erodabilidad "perdida de suelo")	Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones)	Perdida de suelo por consecuencia de la remoción de vegetación y pérdida de la capa edáfica. La preparación del sitio para el emplazamiento de la vía requiere el desmonte (remoción de cobertura vegetal) y el despalme (extracción de la capa orgánica superficial). Este proceso	√	√	-	48	SEVERO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
				elimina la capa edáfica, la cual es la parte del suelo más fértil y biológicamente activa del suelo. Al retirar la vegetación, el suelo pierde las raíces, por consecuente la protección contra la lluvia, quedando expuesto a procesos de erosión hídrica y eólica. La remoción no solo implica la pérdida de volumen de tierra, sino la eliminación del banco de semillas y la interrupción de los ciclos de nutrientes. La valoración de este efecto como severo (valor: 7) se sustenta en su efecto directo e inmediato, la pérdida ocurre de forma instantánea al momento de la intervención con maquinaria pesada, siendo una consecuencia mecánica e inevitable del diseño del proyecto. Se considera acumulativo, ya que a medida que avanza el trazo de la carretera, la superficie de suelo desnudo aumenta, lo que puede incrementar la sedimentación en cuerpos de agua cercanos o zonas bajas, sumando efectos negativos en la cuenca hidrográfica. A diferencia de la roca, la capa edáfica se considera reversible en el corto plazo siempre que se implementen medidas protección de suelos. Esto implica el rescate y acopio de la capa orgánica, para su posterior reutilización en la recuperación de taludes y áreas de derecho de vía, permitiendo que la biota del suelo colonice nuevamente el área intervenida.					
4	**Formación de hundimientos o socavones del terreno natural**	EDAFOLOGÍA (Inestabilidad)	Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén	Posible derrumbe del suelo en zonas vulnerables por las instalaciones de las obras. Este efecto refiere a la potencial pérdida de cohesión y estabilidad de los materiales edáficos debido a las vibraciones por excavaciones y la sobrecarga generada por la maquinaria pesada e instalaciones. Aunque la construcción de una carretera altera el equilibrio natural de los materiales, el riesgo de deslizamientos se ve condicionado por el tipo de roca, suelo y la pendiente del terreno. La presencia de cortes mal ejecutados o la falta de compactación en rellenos podrían, en teoría, propiciar desplazamientos de material que afecten la seguridad de la obra y el entorno inmediato. La valoración de baja intensidad (valor: 3) se sustenta en la baja vulnerabilidad edáfica, el trazo proyectado atraviesa terrenos con características mecánicas estables, donde no se han identificado zonas críticas de hundimiento, fallas activas o suelos altamente colapsables que sugieran eventos de gran magnitud. Se considera con efecto indirecto ya que el derrumbe no es una consecuencia buscada ni obligatoria de la obra, sino un evento contingente derivado de la alteración de las condiciones de equilibrio del terreno o de fenómenos meteorológicos extremos. Por otra parte, es un efecto acumulativo en el sentido de que la saturación hídrica progresiva del suelo (por lluvias) sumada a la vibración continua de la obra puede debilitar gradualmente la resistencia al corte del material, sin embargo, es mitigable mediante buenas prácticas de ingeniería, tales como el diseño adecuado de ángulos de talud, construcción de obras de drenaje.	-	√	-	27	MODERADO
5	**Modificación de la infiltración de agua por**	EDAFOLOGÍA (Permeabilidad del suelo)	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Despalme	Pérdida de superficies de infiltración por compactación del suelo por el emplazamiento de proyecto carretero.	√	√	-	46	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
	compactación de suelo		Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Corte transversal del pavimento	La construcción del cuerpo del terraplén y la superficie de rodamiento requiere procesos de compactación intensiva para garantizar la capacidad de carga y estabilidad de la carretera. Este proceso elimina los macroporos del suelo, aumentando su densidad aparente y reduciendo drásticamente su conductividad hidráulica. Como resultado, el suelo pierde su función como superficie de infiltración, transformando áreas que antes absorbían agua de lluvia en superficies impermeables. Esto incrementa el coeficiente de escorrentía superficial, lo que puede derivar en erosión hídrica en los márgenes de la vía y una menor recarga de los acuíferos locales. La categorización del efecto es moderado. Se debe a la intensidad con valor 6 y a su persistencia permanente e Inmediata, la pérdida de porosidad ocurre en el momento en que la maquinaria pesada realiza la compactación y se mantiene durante toda la vida útil de la infraestructura, ya que la estructura del suelo bajo el pavimento no recupera sus condiciones naturales. El efecto se concentra principalmente en el área del cuerpo del terraplén y zonas de rodadura, lo que limita su alcance. Se considera irreversible porque, una vez compactado el suelo y sellado con pavimento, la estructura original del perfil del suelo se pierde definitivamente, impidiendo que retome sus funciones de filtración naturales. Aunque la pérdida de infiltración es inevitable bajo la carretera, el efecto es mitigable fuera del área de rodamiento. Esto se logra mediante el confinamiento estricto de la maquinaria al derecho de vía para evitar la compactación innecesaria de áreas aledañas y mediante la construcción de obras de drenaje transversal que compensen la interrupción del flujo hídrico.					
6	**Pérdida de materia orgánica**	EDAFOLOGÍA (Composición del suelo)	Desmonte Despalme	Pérdida de materia orgánica, por remoción de vegetación. La remoción de la vegetación forestal y del horizonte orgánico interrumpe el ciclo de nutrientes. La materia orgánica es el componente que garantiza la retención de humedad y el suministro de carbono y nitrógeno al ecosistema. Al eliminar esta capa para dar paso a la infraestructura carretera, se pierde no solo el sustrato físico, sino también la biomasa microbiana y los depósitos de carbono almacenados durante años. Esto resulta en la exposición de horizontes inferiores, típicamente minerales y estériles, que carecen de la capacidad para sustentar el crecimiento vegetal de manera natural. La categorización del efecto es moderado con valor de intensidad 6 se fundamenta en los siguientes criterios: Intensidad Localizada: El valor de 6 se debe a la pérdida de las zonas con cobertura forestal dentro del derecho de vía, no afectando la composición orgánica de los predios adyacentes si se mantiene un control perimetral. El efecto es de efecto directo y permanente, la remoción es una acción inmediata de la etapa de preparación del sitio. Se considera permanente porque los niveles de materia orgánica acumulados por procesos biológicos de largo plazo no se recuperan una vez que la estructura del ecosistema ha sido sustituida por la superficie de rodamiento. Por otra parte, es irreversible bajo la huella de la carretera, ya que la capacidad del suelo para regenerar su capa húmica se anula al ser sellado o removido.	√	-	-	45	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP	
								[<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
				Sin embargo, se considera mitigable mediante el manejo y conservación de la capa vegetal. El material orgánico removido puede ser rescatado, en el despalme y redistribuido en las áreas de amortiguamiento o taludes para fomentar una restauración ecológica acelerada en zonas donde el proyecto sí permita la revegetación.					

IV.4.3. Componente aire

Tabla IV.15. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte aire. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP	
								[<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
7	**Aumento en la emisión de GYCEI y partículas suspendidas**	AIRE (Calidad del aire)	Habilitación de caminos de acceso existentes Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén Relleno y compactación Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización) Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	Durante las etapas de preparación, construcción y operación, el uso intensivo de maquinaria pesada y vehículos de carga genera emisiones de gases de combustión interna, tales como óxidos de nitrógeno, dióxido de azufre, monóxido de carbono y dióxido de carbono. A la par de estos gases, la suspensión de polvo (PM10 y PM2.5) y hollín genera un efecto sinérgico sobre la flora local: estas partículas se depositan sobre el haz y envés de las hojas, obstruyendo físicamente las estomas. Esta oclusión interrumpe el intercambio gaseoso, incrementa la temperatura foliar y reduce la eficiencia fotosintética y la transpiración, sometiendo a las especies vegetales a un estrés fisiológico que puede derivar en una reducción de su crecimiento y vitalidad. La categorización de efecto moderado con valor de intensidad 8) se debe a que es puntual, restringiéndose a los frentes de trabajo activos, las rutas de acarreo. Se considera de efecto indirecto y acumulativo porque la concentración de partículas que pueden incrementarse durante periodos prolongados de sequía o de alta actividad constructiva. Es un efecto de carácter temporal, limitado a la duración de las obras. Posee una recuperabilidad inmediata gracias a la dinámica atmosférica (dispersión por el viento) y a la ocurrencia de precipitaciones, las cuales lavan el material particulado de la atmósfera y de la superficie de las hojas, restaurando sus funciones biológicas.	√	√	√	44	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto IMP	
					P	C	O y M	[<25 despreciable]; [>25, <50 moderado]; [>50, <75 severo]	
8	**Modificación de la temperatura del aire**	AIRE (Temperatura)	Desmonte Corte transversal del pavimento Tránsito de vehículos	Se prevé un incremento en la temperatura del aire local como consecuencia directa de la remoción de la cobertura vegetal y la sustitución de suelo natural por superficies pavimentadas con concreto hidráulico. Este efecto se clasifica como moderado, con un valor de intensidad de valor 6 y de naturaleza persistente e irreversible. El fenómeno se debe a la pérdida de la evapotranspiración de las plantas y a la alta capacidad térmica del pavimento, el cual absorbe y reemite radiación de onda larga, elevando la temperatura ambiente sobre el área de rodamiento y sus zonas adyacentes	√	√	√	40	MODERADO
9	**Modificación de los niveles de ruido**	AIRE (Acústica)	Habilitación de caminos de acceso existentes Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones)Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén Colocación de estructura Relleno y compactación Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización) Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	Derivado de las actividades de preparación del sitio, construcción y operación de maquinaria existirá incremento de nivel de ruido. Se prevé una alteración de los niveles sonoros durante las etapas de preparación del sitio y construcción, debido al uso de maquinaria pesada. En la etapa de operación, el tránsito vehicular será una fuente de emisión acústica constante. Este efecto se clasifica como moderado con una intensidad de 7, dada su capacidad para irrumpir en el confort sonoro de los hábitats locales, lo que podría ocasionar estrés en las especies y el desplazamiento de la fauna silvestre. Es un efecto de carácter indirecto e inmediato, con una persistencia permanente durante la vida útil de la vía, aunque se considera mitigable mediante barreras y un plan de manejo ambiental.	√	√	√	43	MODERADO

IV.4.4. Componente hidrología

Tabla IV.16. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte hidrología. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto IMP	
					P	C	O y M	[<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
10	**Cambio en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua**	HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)	Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén	Se prevé una alteración de los patrones de drenaje superficial y del almacenamiento hídrico debido a la interposición del cuerpo carretero en la cuenca. La infraestructura actúa como una barrera física que modifica los flujos hidrológicos naturales, pudiendo provocar el estancamiento de agua aguas arriba y la reducción del aporte hídrico aguas abajo.	√	√	-	41	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
				Este efecto se categoriza como moderado con una intensidad de 7, de carácter directo y puntual sobre las microcuencas afectadas. Aunque su persistencia es prolongada, se considera un efecto reversible y recuperable mediante la implementación estratégica de obras de drenaje transversal. Aunque el efecto sea "moderado" en la jerarquía general, el valor de intensidad 8 se asigna porque su capacidad de transformar el ecosistema es alta, esto debido a la interrupción de la conectividad hidrológica al segmentar el relieve.					
12	**Cambio en las características fisicoquímicas del agua**	HIDROLOGÍA (Calidad del agua)	Habilitación de caminos de acceso existentes Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén Colocación de estructura Relleno y compactación Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización) Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía	Potencial alteración a las cualidades fisicoquímicas del agua superficial, por derrame de sustancias contaminantes como hidrocarburos, grasas, aceites, concreto, etc. Por las diferentes actividades constrictivas de la carretera. El efecto se clasifica como severo con una intensidad de 8, debido a la alta vulnerabilidad del recurso hídrico y su capacidad de transporte. Tiene un efecto directo, inmediato y de alcance extenso, dado que los contaminantes pueden desplazarse aguas abajo afectando ecosistemas distantes. Asimismo, posee un carácter acumulativo y temporal, siendo un efecto mitigable mediante protocolos estrictos de manejo de residuos y respuesta ante emergencias. Se considera acumulativo porque pequeñas fugas constantes de maquinaria a lo largo de meses pueden saturar la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua, generando un daño mayor que un solo derrame puntual.	√	√	√	54	SEVERO
13	**Modificación del nivel de agua subterránea y recarga del acuífero**	HIDROLOGÍA (Variación en el nivel estático)	Desmonte Despalme	Se identifica una alteración potencial en los niveles de agua subterránea y en las tasas de recarga del acuífero, derivada de la remoción de la cobertura vegetal y el despalme del terreno. Este efecto se categorizo como moderado con una intensidad de 4, debido a su naturaleza indirecta y extensa, con una persistencia permanente e irreversible. La pérdida de la vegetación forestal elimina la intercepción de lluvia y la porosidad del suelo, reduciendo la infiltración profunda en favor de la escorrentía superficial. Dado que la infraestructura sella el suelo de forma definitiva, se considera un impacto acumulativo que afecta el balance hídrico local a corto y largo plazo. La baja intensidad del efecto (4) se debe a porque, aunque la carretera es larga, el área pavimentada es estrecha en comparación con el derecho de vía carretero, así como la extensión total de la cuenca de recarga. Sin embargo, es extenso porque el acuífero es una unidad conectada; lo que se deja de infiltrar en un punto afecta el volumen total disponible.	√	-	-	42	MODERADO

IV.4.5. Componente vegetación

Tabla IV.17. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componente vegetación. Elaboración propia.

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
14	**Afectación de especies e individuos de flora**	VEGETACIÓN (Diversidad de vegetación "riqueza de especies")	Desmonte	La remoción de vegetación en áreas de CUSTF del trazo carretero implica una posible afectación de especies nativas presentes. La afectación en las poligonales de CUSTF conlleva una reducción directa de la riqueza de especies nativas. Este efecto se clasifica como moderado con un valor de intensidad 5, dado que se focaliza en estratos forestales específicos del trazo. Se define como un efecto directo e inmediato, cuya persistencia es irrecuperable en el sitio específico de ocupación, pero mitigable mediante programas de rescate y compensación ambiental. Asimismo, posee un carácter sinérgico, ya que se suma a presiones preexistentes en la Region Ecológica, como la expansión agrícola y la fragmentación por infraestructuras previas, potenciando la pérdida de conectividad biológica regional.	√	-	-	48	MODERADO
15	**Afectación de especies e individuos de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT**	VEGETACIÓN (Especies protegidas)	Desmonte	La afectación directa a ejemplares de flora silvestre protegidos bajo la norma oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, derivada de la remoción de vegetación para el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). Este efecto fue categorizado como moderado con una intensidad de 5, dado que se restringe a las áreas de desmonte, presentándose de forma directa e inmediata durante la preparación del sitio. Aunque el efecto se considera irrecuperable y de carácter acumulativo, su viabilidad depende de que sea mitigable mediante el rescate y reubicación de individuos. Asimismo, presenta una sinergia negativa con otras presiones regionales como la expansión agrícola, asentamientos humanos y la fragmentación del hábitat provocada por infraestructuras preexistentes. El valor de intensidad 5 se debe porque, aunque las especies son protegidas, el área de afectación es lineal y delimitada. Sin embargo, si se detectara una especie en peligro de extinción con una población muy pequeña, la intensidad podría elevarse a crítica.	√	-	-	48	MODERADO
16	**Afectación del número de individuos de cada especie**	VEGETACIÓN (Abundancia)	Desmonte	Perdida de individuos vegetales por remoción de vegetación. Se prevé una reducción de la densidad poblacional y pérdida de biomasa vegetal como consecuencia directa de la remoción de la cobertura forestal. Este efecto se categoriza como severo con una intensidad de 6, dado que implica la eliminación física de individuos de diversas especies en áreas de selva conservada. Es un efecto de carácter directo e inmediato, con una persistencia permanente y efectos irrecuperables en el sitio original del trazo. Además, posee una naturaleza acumulativa y sinérgica, ya que la pérdida de estos individuos debilita la resiliencia del ecosistema local frente a otras presiones ambientales, siendo un efecto parcialmente mitigable mediante acciones de compensación y reforestación.	√	-	-	53	SEVERO
17	**Pérdida de la cobertura vegetal**	VEGETACIÓN (Cobertura vegetal)	Desmonte	Se identifica la pérdida de cobertura vegetal como el efecto de mayor magnitud estructural derivado del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF). Este efecto se categoriza como severo con una intensidad de 9, ya que representa la supresión total de estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en un ecosistema forestal. El efecto tiene un efecto directo e inmediato, cuya persistencia es permanente e irrecuperable dentro del derecho de vía. Su naturaleza es sinérgica y acumulativa, pues la deforestación lineal fragmenta el paisaje y elimina sumideros de carbono, siendo un impacto parcialmente mitigable a través de la restauración ecológica compensatoria.	√	-	-	58	SEVERO
18	**Cambio en la capacidad de captura de carbono**	VEGETACIÓN (Captura de carbono)	Desmonte	Pérdida de capacidad de captura de carbono por consecuencia del requerimiento de áreas de CUSTF. La eliminación de la cobertura vegetal implica que el carbono almacenado en la biomasa se libera o deja de capturarse. La pérdida de superficies forestales tiene un peso acumulativo severo en el inventario de emisiones regional. El efecto se categoriza como moderado con una intensidad de 9, derivado de la remoción de la cobertura vegetal y la consecuente liberación de carbono almacenado en la biomasa. Se define como un efcto indirecto de corto plazo, pero de naturaleza acumulativa y sinérgica. Este efecto es parcialmente mitigable a través de programas de compensación ambiental.	√	-	-	47	MODERADO
19	**Generación de Efecto de borde**	VEGETACIÓN (Ecosistemas frágiles)	Desmonte	La fragmentación de la vegetación densa detona el Efecto de Borde, alterando drásticamente el microclima en ecosistemas frágiles. Esta ruptura del dosel forestal provoca una mortandad en cascada, las especies de sombra y organismos epífitos altamente sensibles a las sucumben al estrés hídrico poco tiempo después del desmonte, incluso si sus árboles hospederos no son removidos.	√	-	-	42	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
				Se categoriza como moderado con una intensidad de 6, al focalizarse en el área de influencia directa del trazo, afectando principalmente comunidades vulnerables como la vegetación ripiara. Se define como un efecto puntual y de persistencia permanente, manifestándose de forma indirecta y a mediano plazo tras la remoción de la cobertura original. Por su naturaleza, se considera acumulativo e irreversible, pero sujeto a medidas de mitigación y rescate de flora.					

IV.4.6. Componente fauna

Tabla IV.18. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte fauna. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
20	**Afectación de especies e individuos de fauna**	FAUNA (Diversidad de la fauna)	Desmonte Tránsito de vehículos	La intervención en el área del proyecto provocará el desplazamiento forzado de especies faunísticas con baja tolerancia a la perturbación antropogénica, lo que derivará en una disminución local de la riqueza y abundancia biológica. Durante la etapa de preparación del sitio, la pérdida de hábitat y el ruido generado por el desmonte impactarán directamente las áreas de anidación, refugio y forrajeo. Así mismo, podría darse el atropellamiento de individuos por el tránsito vehicular durante la construcción y la operación del proyecto. Una vez en operación, el flujo vehicular actuará como una barrera física y sonora, obligando a la fauna a modificar sus hábitos hogareños. Este efecto se clasifica como moderado con una intensidad de 7, de carácter indirecto e inmediato. Asimismo, se considera acumulativo, irreversible y sinérgico, cuya mitigación depende de la preservación de la conectividad ecológica a través de pasos de fauna.	√	-	√	47	MODERADO
21	**Afectación de especies e individuos de fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT**	FAUNA (Especies protegidas)	Desmonte Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos	Se identifica una afectación potencial a ejemplares de fauna silvestre bajo categorías de protección legal (NOM-059-SEMARNAT-2010) debido a la pérdida de hábitat y la fragmentación del ecosistema. La intervención del área detona el desplazamiento forzado de especies poco tolerantes a la perturbación antropogénica, lo que resulta en una disminución local de la riqueza y abundancia. Durante la etapa de preparación del sitio, el desmonte elimina sitios de anidación, refugio y forrajeo, provocando un efecto directo e inmediato. En la etapa constrictiva y de operación, el flujo vehicular y el ruido constante actúan como una barrera que obliga a la fauna a modificar sus hábitos conductuales. Este efecto es considerado moderado con una intensidad de 6; es de carácter indirecto, acumulativo e irreversible, pero se considera mitigable mediante programas de rescate, ahuyentamiento de fauna y pasos de fauna	√	√	√	44	MODERADO
22	**Disminución del número de individuos de cada especie por atropellamiento**	FAUNA (abundancia y distribución)	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Acarreo de materiales Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro	Se prevé una reducción en la densidad poblacional y una alteración en los patrones de distribución de la fauna silvestre local. Durante la etapa de preparación del sitio, la remoción de la cobertura vegetal suprime nichos críticos de refugio y forrajeo, provocando el ahuyentamiento directo de las especies. Posteriormente, en las fases de construcción y operación, la perturbación antropogénica y el flujo vehicular generan un riesgo inminente de mortalidad por atropellamiento. Estas dinámicas consolidan a la infraestructura como una barrera biológica que restringe la movilidad de individuos con baja tolerancia a la modificación de su entorno.	√	√	√	44	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
			de maquinaria Tránsito de vehículos	De acuerdo con la valoración metodológica, este impacto se clasifica como moderado, con una intensidad de 6. Presenta un carácter indirecto, acumulativo e irreversible frente a la pérdida de individuos; sin embargo, es altamente mitigable mediante la estricta aplicación de programas de rescate y ahuyentamiento, complementados con la instalación estratégica de pasos de fauna que garanticen la conectividad ecológica.					
23	**Perturbación de individuos por contaminación auditiva y lumínica**	FAUNA (abundancia)	Habilitación de caminos de acceso existentes Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén Relleno y compactación Instalación de señalamientos y acabados Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)	Se prevé la degradación del hábitat por perturbación sensorial, derivada del incremento en los niveles de ruido y luminosidad por encima de los umbrales naturales del ecosistema. Esta alteración de la línea base sonora y lumínica detona cambios importantes en los patrones de comportamiento de la fauna silvestre, incluyendo la desorientación y el abandono de áreas de forrajeo o anidación. El efecto se categorizo como moderado con una intensidad de 7, siendo de naturaleza indirecta, acumulativa e irreversible. Se considera sinérgico, ya que se suma a las presiones antropogénicas preexistentes en la Region Ecológica, como la red vial actual y el desarrollo de infraestructura turística. No obstante, el efecto es mitigable mediante protocolos de rescate y ahuyentamiento, el uso de luminarias de baja dispersión.	√	√	√	47	MODERADO
24	**Modificación y pérdida de hábitat y conectividad**	FAUNA (Hábitat faunístico)	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Estructura y superestructura	La intervención de las áreas forestales para la ejecución del proyecto conlleva la pérdida de conectividad y modificación estructural del hábitat, alterando de forma significativa las condiciones de refugio, reproducción y forrajeo de la fauna silvestre. Este efecto se categoriza como severo con una intensidad 8, ya que implica la afectación definitiva de microhábitats especializados y la fragmentación de corredores biológicos. Se define como un efecto indirecto, acumulativo, irreversible e irrecuperable en el sitio del trazo. Su carácter sinérgico se manifiesta al potenciar las presiones antropogénicas preexistentes, como la fragmentación por redes viales previas y la expansión de infraestructura turística y áreas agrícolas, lo que reduce la resiliencia de la Region Ecológica. No obstante, es parcialmente mitigable mediante restauración de zonas degradas que busquen restaurar parches de hábitat.	√	√	√	54	SEVERO
26	**Modificación de las rutas de desplazamiento por efecto barrera**	FAUNA (Patrones de distribución)	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Excavación sobre terraplén Relleno y compactación Armado y colado de zapatas	Posible alteración en las rutas de desplazamiento y conectividad biológica debido al efecto barrera generado por la infraestructura vial y la perturbación acústica asociada. La remoción de vegetación y el emplazamiento físico de la carretera fragmentan los corredores naturales, forzando a la fauna a modificar sus trayectorias habituales de migración, forrajeo y reproducción. Este efecto se categoriza como severo (intensidad 7), al comprometer la integridad de los flujos biológicos hacia ambos lados de la carretera. Se define como un efecto indirecto, acumulativo e irreversible en el sitio del trazo. Su carácter sinérgico es relevante, ya que potencia la fragmentación preexistente causada por redes viales, infraestructura turística y zonas agrícolas, reduciendo la resiliencia del ecosistema. No obstante, el efecto es mitigable mediante la restauración de la conectividad funcional a través de la implementación de pasos de fauna y la reconexión de parches de hábitat aislados.	√	√	√	44	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
			Armado y colado de pilas o columnas Estructura y superestructura Tránsito de vehículos Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización)						
28	**Modificación de la composición y estructura de las comunidades de fauna**	FAUNA (Importancia ecológica)	Desmonte Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Tránsito de vehículos	Podría manifestarse una alteración en la composición y estructura de las comunidades faunísticas como consecuencia de la modificación y fragmentación del hábitat. La pérdida de conectividad y el efecto de borde favorecen la proliferación de especies generalistas o invasoras sobre las especialistas de interior, modificando la diversidad del área. Este efecto se categoriza como moderado con una intensidad de 5, afectando la integridad biótica local. Se define como indirecto, acumulativo e irreversible en el sitio del trazo. Su carácter altamente sinérgico es relevante, ya que potencia la fragmentación preexistente por redes viales y zonas agrícolas, mermando la resiliencia ecosistémica. No obstante, el efecto es mitigable mediante la restauración de la conectividad funcional a través de pasos de fauna y la reconexión de parches aislados, asegurando el flujo de individuos necesario para mantener la estructura comunitaria original.	√	√	√	40	MODERADO

IV.4.7. Componente paisaje

Tabla IV.19. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte paisaje. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
29	**Modificación de la calidad del paisaje**	PAISAJE (Calidad escénica)	Instalación de obras provisionales (Campamentos, Almacenes y Patios de Maquinaria) Desmonte Despalme Excavaciones, cortes, nivelaciones y compactaciones) Cuerpo del Terraplén Capas de rasante y subrasante Acarreo de materiales Subbase hidráulica Base hidráulica Corte transversal del pavimento Corte transversal del pavimento Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Estructura y superestructura Instalación de señalamientos y acabados Desmantelamiento de Obras provisionales y Retiro de maquinaria	Se prevé una alteración en la calidad escénica del paisaje debido a la introducción de elementos antropogénicos en un entorno de matriz natural en zonas forestales. Este efecto se categoriza como severo (intensidad 7), ya que representa una modificación drástica en la composición escénica original. Se define como un efecto indirecto y de corto plazo en su manifestación, pero con una persistencia permanente e irrecuperable dentro del derecho de vía. Su naturaleza es altamente sinérgica y acumulativa, dado que la inserción de la infraestructura vial fragmenta la continuidad visual del relieve y la cobertura vegetal, transformando la unidad de paisaje natural en una unidad de paisaje modificado. El efecto es parcialmente mitigable mediante restauración ecológica compensatoria.	√	√	√	52	SEVERO
30	**Modificación de superficies de conservación**	PAISAJE (Fragilidad)	Desmonte	Posible modificación de las superficies de conservación y un incremento en la fragilidad del paisaje debido a la remoción de masa forestal para el emplazamiento de infraestructura vial antropogénica. La inserción de la vía en una matriz natural conservada provoca la pérdida de la continuidad ecológica y visual del territorio.	√	-	-	52	SEVERO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
				Este efecto se categoriza como severo (intensidad 6), ya que representa la fragmentación de áreas con vocación forestal y estatus de conservación. Se considera como un efecto indirecto a corto plazo en su manifestación, con una persistencia permanente e irreversible dentro del derecho de vía. Su naturaleza es altamente sinérgica y acumulativa, dado que transforma la unidad de paisaje natural en una unidad de paisaje modificado, reduciendo la capacidad del entorno para absorber futuras presiones ambientales sin perder su integridad estructural					
31	**Modificación de la cuenca visual**	PAISAJE (Visibilidad)	Desmonte Despalme	Modificación de la cuenca visual y de los atributos cromáticos y texturales del paisaje debido a la remoción de la cobertura forestal para la apertura del derecho de vía. Este proceso genera una alteración en el contraste y una ampliación del rango visual (apertura de claros), exponiendo áreas que anteriormente se encontraban bajo el dosel. Este efecto se categoriza como moderado con una intensidad de 6, al representar una transición de un paisaje cerrado a uno fragmentado de forma lineal. Se define como un efecto indirecto e inmediato, de persistencia permanente, pero sujeto a mitigación dentro del área de influencia. Su naturaleza es acumulativa, ya que la suma de las intervenciones visuales (cortes, terraplenes, pavimento) descompone la unidad escénica original en una serie de perspectivas antropogénicas.	√	-	-	43	MODERADO

IV.4.8. Componente economía y población

Tabla IV.20. Descripción de los efectos de los impactos ambientales negativos para el componte economía y población. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto	
					P	C	O y M	IMP [<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
34	**Crecimiento urbano acelerado**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Estructura urbana)	Tránsito de vehículos	Posible crecimiento urbano inducido derivado de la expansión de asentamientos humanos en las áreas adyacentes al proyecto. La mejora en la conectividad y la facilitación del transporte de mercancías aumentan el desarrollo económico regional, lo que podría atraer inversiones y propiciar la instalación de comercios o viviendas irregulares en el área de influencia. Este efecto se categoriza como moderado con una intensidad de 4, debido a que el carácter de carretera concesionada actúa como un mecanismo de control de acceso, limitando la proliferación desordenada de asentamientos en comparación con una vía federal libre. Se define como un efecto indirecto a mediano plazo y de persistencia permanente; no obstante, se considera un efecto reversible, ya que la regulación del derecho de vía y el control administrativo de la concesión permiten gestionar el crecimiento poblacional conforme a los planes de desarrollo urbano vigentes.	-	-	√	36	MODERADO
35	**Tensión socioambiental por la pérdida de vegetación**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Conflictos sociales)	Desmonte Despalme	Posible generación de tensión socioambiental y conflictividad social derivada de la percepción pública negativa sobre la remoción de vegetación forestal. Este fenómeno puede manifestarse a través de protestas, manifestaciones o la interposición de recursos legales (amparos), lo que representaría un riesgo operativo al postergar el cronograma de obra e incrementar los costos de inversión. Este efecto se categoriza con moderado con una intensidad de 4, dado que la inconformidad suele focalizarse en las comunidades directamente colindantes al trazo. Se define como un efecto indirecto e inmediato a las actividades de desmonte, con una persistencia temporal condicionada a la duración de la etapa constructiva. Se considera un efecto mitigable mediante	√	-	-	31	MODERADO

CONSULTA PÚBLICA

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto IMP	
					P	C	O y M	[<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
				la contratación de mano de obra local, mecanismos de transparencia e información pública sobre las medidas de compensación ambiental.					

IV.4.9. Impactos ambientales favorables o positivos

La ejecución del proyecto también puede generar impactos benéficos en cada una de sus etapas (preparación del sitio, construcción y operación), a continuación, se menciona algunos de ellos.

Tabla IV.21. Descripción de los efectos de los efectos de los impactos ambientales favorables o positivos del proyecto. Elaboración propia.

No.	Impacto Ambiental	Factor ambiental impactado:	Actividades causantes:	Descripción del efecto	Etapa del proyecto que impacta			Importancia del impacto IMP	
					P	C	O y M	[<25 despreciable];[>25,<50 moderado];[>50,<75 severo]	
11	**Cambio positivo en los patrones de escurrimiento y almacenamiento del agua**	HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)	Excavación sobre terraplén	Potencial modificación de flujos hidrológicos ocasionado por la construcción del cuerpo carretero	√	√	-	44	MODERADO
25	**Preservación de hábitat existentes**	FAUNA (Hábitat faunístico)	Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Estructura y superestructura	La construcción de puentes o viaductos sobre cauces superficiales se establece como una estrategia de diseño que permite la preservación integral de los ecosistemas fluviales. A diferencia de ODTs, el uso de claros amplios garantiza la continuidad de la matriz hídrica y la integridad de la vegetación riparia, la cual funciona como un corredor biológico natural. Esta infraestructura asegura que los hábitats y los refugios de la fauna local no se vean fragmentados, manteniendo el flujo de especies, la dispersión de semillas y la conectividad genética necesaria para la resiliencia del ecosistema frente a la presión del proyecto	-	√	-	39	MODERADO
27	**Conservación de rutas de desplazamiento**	FAUNA (Patrones de distribución)	Armado y colado de zapatas Armado y colado de pilas o columnas Estructura y superestructura	La construcción de puentes sobre cauces de agua se consolida como una de las medidas de mitigación más eficaces para garantizar la conectividad ecosistémica. Al evitar el relleno de cauces, se mitiga el efecto barrero de la carretera, asegurando el libre desplazamiento de la fauna silvestre y la integridad de sus rutas naturales.	-	√	-	43	MODERADO
32	**Cambio en la tasa de empleos formales**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Generación de empleo)	Todas las actividades del proyecto	Todas las fases del proyecto requieren de fuerza laboral especializada y operativa, lo que propicia la creación de empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como empleos permanentes para las labores de mantenimiento, vigilancia y operación de la vía concesionada. Este flujo de contratación favorece el incremento del poder adquisitivo en las poblaciones aledañas y fortalece la economía regional	√	√	√	55	SEVERO
33	**Incremento del nivel socioeconómico**	ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Economía local)	Todas las actividades del proyecto	Derivado de la generación de empleos directos e indirectos. El incremento en el ingreso familiar permite el acceso a mejores servicios de salud, fortalece las oportunidades educativas y facilita el acceso a servicios básicos. Este flujo económico no solo favorece el mercado local, sino que actúa como un catalizador para el desarrollo humano, reduciendo los índices de vulnerabilidad social y fomentando el arraigo comunitario mediante la estabilidad financiera de las familias vinculadas al proyecto	√	√	√	58	SEVERO

CONSULTA PÚBLICA

IV.5. 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.6. 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.7. 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.7.1. Componente geomorfología

Tabla IV.22. 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	GEOMORFOLOGIA (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 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.7.2. Componente edafología

Tabla IV.23. 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	√	√	√	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	
			con una lona impermeable de dimensiones suficientes o cubrir el suelo con materiales absorbentes que actúen como barrera aislante bajo la maquinaria.				
			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
			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	√	√	√	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	
			sus condiciones físico-químicas, garantizando el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2012				
			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
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

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	
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
			MM-24.- Ejecución de acciones de compensación ambiental conforme a lo dictado dentro del Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030.		√		Compensación

IV.7.3. Componente aire

Tabla IV.24. 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

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-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
			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.6.4. Componente hidrología

Tabla IV.25. 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

IV.7.5. Componente vegetación

Tabla IV.26. 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

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-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 constructivas del proyecto, permitiendo que los individuos que no fueron rescatados o ahuyentados tengan la oportunidad dispersarse.	√			Preventiva Mitigación
			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				

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	
			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.**.				
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.7.6. Componente fauna

Tabla IV.27. 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.7.7. Componente paisaje

Tabla IV.28. 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.				

IV.7.8. Componente economía y población

Tabla IV.29. 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

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	
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.8. 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.**

Como parte de la propuesta de restauración, se propone el establecimiento de una reforestación a marco real con individuos a una distancia de 4 m entre cada uno de ellos, danto como resultado una densidad de 625 árboles por hectárea (Nha^{-1}), sumando un total de establecimiento de 186,832 individuos en total. A continuación, se enlistan las actividades previstas para asegurar el éxito de la reforestación por 5 años:

- Limpieza del terreno.
- Establecimiento de la reforestación.
- Elaboración de terrazas individuales.
- Riego y manejo de plantas arvenses.
- Se prevé este mantenimiento durante 5 años.

Para ello, una vez obtenida la resolución administrativa favorable, se presentará el protocolo específico para esta acción, el cual se espera se tenga el visto bueno de la DGIRA y la DGRA para dar continuidad y seguimiento a dicha medida de compensación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9. 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 los todas y cada una de las medidas de control, prevención y mitigación propuestas en la MIA.

IV.9.1. Objetivos

- **Objetivo general**

Determinar la evolución de los componentes ambientales una vez realizada la aplicación de las acciones que mitigarán, prevendrán o compensarán las afectaciones ocasionadas por el desarrollo del proyecto.

- **Objetivos particulares**

- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas en la MIA.
- Realizar el monitoreo de las medidas aplicadas con el fin de asegurar su éxito en el ambiente.
- Identificar y corregir posibles desviaciones de las variables bajo control, una vez aplicadas las medidas de mitigación, prevención y compensación.

- **Metas:** Verificar que se ejecuten de manera correcta cada una de las medidas de prevención o mitigación de impactos detectados en las etapas de Preparación del sitio, Construcción y operación y mantenimiento, establecidas en la MIA y la que dictamine la autoridad ambiental.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.2. Propuesta de los indicadores de seguimiento y monitoreo de los programas ambientales

Para el control de todas las acciones de mitigación de impactos específicamente para el caso de la categoría de la Elaboración de Estudios, Planes y Programas se considera adecuado el Índice de Eficiencia de la Medida (ei) y por medio de la Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental se puede registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de este grupo de medidas, como la copia de los oficios de entrega de los Estudios, Planes y Programas ante las instancias correspondientes, los resultados principales de dichos trabajos, etc.

- **Propuesta del índice de eficiencia**

Tabla IV.30. Índice de Eficiencia. Elaboración propia.

Índice de Eficiencia (*ei*)	*e = nivel de eficiencia de la medida i* *j* = número de acciones que se realizaron en el período del informe para la medida *i* *k* = número total de acciones a realizar que integran la medida *i*
ei = (j / k) x 100	

En cambio, cuando se trata de la ejecución de las acciones establecidas se podrá obtener un mayor número de datos que midan, muestren y evidencien el éxito de su aplicación. Por lo que, para las medidas incluidas en la categoría de Obra Ambiental, Medidas Generales y Seguimiento, se establecen una serie de indicadores adecuados a cada acción a realizar, sin dejar de lado aquellos que puedan ser establecidos en los Programas desarrollados para cada uno de los componentes ambientales a proteger durante la ejecución del Proyecto, así como su operación inicial. Además, se sugieren los períodos para la colecta de datos, el área y el método de la información necesaria para alimentar los índices o indicadores que se hayan definido. Obviamente se podrán incluir las evidencias del cumplimiento de la medida, por medio del registro de toda esta información en el formato de Cédula de Registro y Registro por Actividad, así como en la Bitácora de Obra considerada un instrumento de control comúnmente utilizado como parte de la supervisión de un Proyecto; además de oficios, documentos, fotografías, etc. En primera instancia se considera apropiada la definición de los Criterios de Evaluación que permita calificar el nivel de aplicación de cada una de las medidas enlistadas para el Proyecto.

- **Propuesta de los criterios de evaluación del cumplimiento ambiental**

La escala anterior trata de valorar el grado de la implantación de una medida especifica que podrá ser desde 0.00 hasta 1.0, esta última una calificación satisfactoria. Al contrario, se considerará un Hallazgo cuando no se han realizado las acciones necesarias para su implantación durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto. Por otra parte, bajo estos criterios de evaluación se considerará como “Hallazgo” cuando no se hayan realizado las acciones de prevención, mitigación y compensación (revisar la siguiente tabla).

Una vez que el Proyecto sea puesto en marcha, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas de este. A través del siguiente calculo:

CONSULTA PÚBLICA

Tabla IV.31. Criterios de Evaluación del Cumplimiento Ambiental. Elaboración propia.

Valor	Criterio
1.00-0.81	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante.
0.80-0.61	Cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional.
0.60-0.41	Cumple de manera parcial la mayor parte de la medida.
0.40-021	Cumple de manera deficiente la medida.
0.20-0.01	Se ha dado comienzo al cumplimiento de la medida.
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).

- **Propuesta del índice de cumplimiento ambiental**

Finalmente, los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del Proyecto. En este caso, para determinar el Desempeño Ambiental del Proyecto se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del Proyecto. Los resultados de este indicador serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del Proyecto en cuestión.

Tabla IV.32. Índice de Cumplimiento Ambiental. Elaboración propia.

Índice de Cumplimiento Ambiental (ICA)	*xi* = valor del criterio de evaluación para la medida i *i = medida* *n = número total de medidas evaluadas en el periodo* *X* = número total de evaluaciones por período (de acuerdo con el criterio)
$ICA = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n}$	

- **Propuesta del índice de desempeño**

Estos indicadores son una herramienta importante para el seguimiento de actividades y/o evaluación de su desarrollo en la implantación, además de que facilitan el reporte de las acciones y la información generada. En el entendido de que la base central de todo seguimiento ambiental, lo constituye el sistema de indicadores ambientales. De modo que se definieron instrumentos, métodos e indicadores que conforman un sistema de indicadores para este Proyecto, lo cual permitirá obtener una visión clara del desempeño ambiental del mismo. Sin embargo, se podrán adicionar nuevos de acuerdo con las necesidades observadas, así como a la dinámica de los trabajos desarrollados y ser tan específicos como se requieran.

Tabla IV.33. Propuesta del Índice de Desempeño. Elaboración propia.

Índice de Desempeño Ambiental (IDA)	*i = medida* j = actividad M = número de medidas totales del Proyecto
IDA= (Σ ICAi) / M	

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.3. Fichas técnicas de seguimiento ambiental del proyecto

La Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental define el campo de acción de las medidas, el momento de su aplicación, las técnicas requeridas, etcétera; permitiendo el registro del cumplimiento y el avance de cada una de las medidas propuestas, este es un formato de fácil acceso y aplicación.

1. El Número de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental, identifica a que actividad específica del proyecto corresponde las acciones que se realizaran.
2. En el apartado Acciones a ejecutar y/o verificar se describen brevemente los trabajos que realizará el personal encargado de la ejecución de las medidas establecidas.
3. El Método de control y registro se añade según sea el caso para cada medida a implantar, lo que conforma la evidencia y comprobación directa de la aplicación de las medidas definidas, así como del PVA. Se podrá señalar a otros mecanismos de control.
4. La Fase de aplicación, especificara en que etapa y/o actividad del Proyecto se origina el impacto al medio ambiente por el cual se implementa la medida.
5. La Frecuencia de control indica el número de veces en que deberá realizarse este; y posteriormente el sitio de muestreo donde se adaptaran las acciones en cuestión.
6. Se incluyen los indicadores ambientales de la medida, los cuales demostraran la eficacia de la aplicación de dichas acciones; así como el umbral de alarma.
7. Dado que la suma de la realización de las acciones y su seguimiento deberá incorporarse en Informes tanto a nivel interno, como para su ingreso a las autoridades correspondientes, es necesario señalarlos.
8. Normatividad ambiental aplicable, se enuncian aquellas que instituyen los criterios de directa aplicación con la medida.
9. Estudios, Programas y/o Procedimientos de referencia. Se refiere a los documentos que sirven de apoyo y referencia, o en su caso, del cual se desprenden las medidas establecidas.

Este PVA incluye todas las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en el presente proyecto por lo que se presenta una ficha técnica de seguimiento ambiental para cada programa y acción. A continuación, se muestran las fichas técnicas de las medidas ambientales.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.3.1. Ficha técnica del seguimiento ambiental del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)

Seguimiento Ambiental de los Programas Ambientales – Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)	**ETAPAS: Preparación del sitio, construcción, y tanto operación como mantenimiento.**
- **Objetivo de la medida:** Documentar el progreso de todas las acciones implementadas en cada uno de los programas propuestos, así como, los que dictamine la autoridad ambiental como medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales.	
- **Acciones para ejecutar y/o verificar:** Verificar el cumplimento de las siguientes acciones: - Rescate de flora silvestre. - Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. - Restauración mediante la restauración conforme al *Programa Nacional de Restauración Ambiental 2025-2030*. - Protección de los componentes suelos y agua. - Manejo integral de resíduos. o Supervisión, Vigilancia y mantenimiento de Maquinaria, Equipo y Vehículos. o Suministro de Combustibles y Aditivos. - Educación ambiental. Así como también se verificarán las siguientes acciones: - Nivelación y retiro de material excedente en los sitios de acopio. - Prevención de contingencias. - Traslado de maquinaria en caso de descomposturas. - Mantenimiento preventivo de maquinaría. - Construcción de puentes con la finalidad de preservar el comportamiento de los escurrimientos superficiales. - Colocación de lona impermeable para evitar derrames directos al suelo o al agua. - Manejo de aguas residuales por medio de empresas contratistas autorizadas. - Aplicación de las campañas de capacitación y concienciación al personal en obra. - Almacenamiento de material orgánico el cual se conseguirá a partir del desmonte y despalme. - Presentar los Informes semestrales y anuales de los resultados registrados ante la Delegación de la PROFEPA en el estado y copia de estos, así como de la constancia de recepción la DGIRA de la SEMARNAT.	
Método de control/registro: • Cédula de registro (diario y por actividad). • Fotográficos. • Bitácora de seguimiento ambiental.	
Fase de aplicación: Periodo de reportes de cada medida ambiental según sea su vigencia.	
Frecuencia de control: Semestral y anual durante las etapas de preparación del sitio, construcción, y tanto operación como mantenimiento.	
Sitio de vigilancia: En la superficie de incidencia del proyecto.	
Indicadores ambientales: Los indicadores de cada una de las acciones implementadas en el programa.	
- **Umbrales:** **Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:** 100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. **Umbral de alarma:**	

CONSULTA PÚBLICA

Seguimiento Ambiental de los Programas Ambientales – Programa de Vigilancia Ambiental (PVA)	ETAPAS: Preparación del sitio, construcción, y tanto operación como mantenimiento.
60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).	
Informes: - Informes parciales. - Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales y Anuales de Cumplimiento Ambiental durante la implantación del proyecto.	

IV.9.3.2. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Geomorfología

Medidas ambientales del componente Geomorfología

- **Objetivo de las medidas:**

Supervisar y documentar la correcta ejecución de las acciones de mitigación enfocadas en el componente geomorfológico, en el factor ambiental relieve, con el propósito de minimizar la alteración del relieve y prevenir procesos de inestabilidad derivados de la construcción de la infraestructura carretera.

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
GEOMORFOLOGIA (Relieve)	MM-01		√	
	MM-02	√	√	
	MM-03	√	√	
	MM-04	√	√	
	MM-05		√	

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente Geomorfología
$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$
- **Umbrales:** **Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:** 100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

IV.9.3.3. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Edafología

Medidas ambientales del componente Edafología

- **Objetivo de las medidas:**

Supervisar y documentar el cumplimiento de las acciones de mitigación orientadas al recurso suelo (edafología). Esto incluye la atención a los factores ambientales impactados y los requerimientos dictados por la autoridad ambiental, con el fin de prevenir la degradación, erosión o pérdida de calidad del suelo dentro de la región ecológica, por la ejecución del proyecto

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
EDAFOLOGÍA (Calidad del suelo)	MM-06	√	√	√
	MM-07	√	√	
	MM-08	√	√	
	MM-09	√	√	
	MM-10	√		
	MM-11	√	√	√
	MM-12	√	√	√
	MM-13	√	√	
	MM-14	√	√	
	MM-15	√	√	√
	MM-16	√	√	

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente Edafología					
		MM-17	√	√	
		MM-18	√	√	
	EDAFOLOGÍA (Erodabilidad "perdida de suelo")	MM-19	√	√	
		MM-20		√	
	EDAFOLOGÍA (Inestabilidad)	MM-21	√	√	
		MM-22	√	√	
	EDAFOLOGÍA (Permeabilidad del suelo)	MM-23	√	√	
		MM-24		√	
	EDAFOLOGÍA (Composición del suelo)	MM-24	√		
		MM-02		√	

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

$$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$$

- **Umbrales:**

Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:
100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante.
80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional.
Umbral de alarma:
60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida.
40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida.
20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida.
0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).

Informes:

- Informes rutinarios mensuales
- Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.3.4. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Aire

Medidas ambientales del componente aire

- **Objetivo de las medidas:**

Supervisar y documentar la correcta ejecución de las acciones de mitigación para el componente atmosférico, específicamente en los factores de calidad del aire, niveles de ruido y temperatura. El propósito es minimizar la emisión de Partículas Suspendidas (PM), la generación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero (GYCEI) y la alteración de los niveles de presión acústica derivados de las actividades constructivas de la infraestructura carretera.

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
AIRE (Calidad del aire)	MM-25	√	√	√
	MM-26	√	√	
	MM-27	√	√	
	MM-28	√	√	
AIRE (Temperatura)	MM-24		√	
AIRE (Acústica)	MM-26	√	√	
	MM-29	√	√	
	MM-30	√	√	

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

$$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$$

- **Umbrales:**

Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:
100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante.
80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional.
Umbral de alarma:
60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente aire
40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

IV.9.3.5. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Hidrología

Medidas ambientales del componente hidrología

- **Objetivo de las medidas:**

Supervisar y documentar la correcta ejecución de las acciones de mitigación para el componente hídrico, enfocándose en la dinámica hidrológica, la calidad del agua y el comportamiento del nivel estático. El propósito es mitigar riesgos de contaminación, evitar la alteración de los patrones de escurrimiento superficial y prevenir la reducción en la recarga del acuífero, derivados de las actividades constructivas de la infraestructura carretera.

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
HIDROLOGÍA (Dinámica hidrológica)	MM-31	√	√	
	MM-32		√	
	MM-33			√
HIDROLOGÍA (Calidad del agua)	MM-06	√	√	√
	MM-07	√	√	
	MM-08	√	√	
	MM-09	√	√	
	MM-10	√		
	MM-11	√	√	√
	MM-12	√	√	√
	MM-13	√	√	
	MM-14	√	√	
	MM-15	√	√	√
	MM-16	√	√	
	MM-17	√	√	
	MM-18	√	√	
HIDROLOGÍA (Variación en el nivel estático)	MM-24		√	

Método de control/registro:

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente hidrología
• Cédula de registro (diario y por actividad). • Fotográficos. • Bitácora de obra.
Indicadores ambientales - Índice de eficiencia: **Acciones ejecutadas** En donde: ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas. af = Número de acciones ejecutadas. ai= Número total de acciones. $ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$
- **Umbrales:** **Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:** 100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

IV.9.3.6. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Vegetación

Medidas ambientales del componente vegetación
- **Objetivo de las medidas:** Supervisar y documentar la correcta ejecución de las acciones de prevención, mitigación y compensación para el componente biótico (vegetación). Se buscará mitigar y compensar la afectación a la riqueza y abundancia de especies, la cobertura vegetal, la captura de carbono y la integridad de ecosistemas frágiles, y especies en protección derivados de las actividades constructivas de la infraestructura carretera.
- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente vegetación					
	Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
			Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
	VEGETACIÓN (Diversidad de vegetación "riqueza de especies") (Especies protegidas) (Abundancia) (Cobertura vegetal) (Captura de carbono)	MM-24	√	√	
		MM-34		√	
		MM-35			√
		MM-36	√	√	√
		MM-37	√	√	
		MM-38	√	√	
		MM-39	√	√	
		MM-40	√		

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

$$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$$

- **Umbrales:**

Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:
100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante.
80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional.
Umbral de alarma:
60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida.
40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida.
20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida.
0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).

Informes:

- Informes rutinarios mensuales
- Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.3.7. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente fauna

Medidas ambientales del componente fauna

- **Objetivo de las medidas:**

Supervisar y documentar la correcta ejecución de las acciones de prevención, mitigación y compensación para el componente fauna. El enfoque principal es salvaguardar la riqueza y abundancia de especies, la integridad del hábitat faunístico y los patrones de distribución local. Asimismo, como la protección de ejemplares con importancia ecológica y especies bajo estatus de protección legal, con el fin de contrarrestar los impactos derivados de la construcción de la infraestructura carretera.

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
FAUNA (Diversidad de la fauna)	MM-41	√		
	MM-42	√	√	√
	MM-43	√		√
	MM-44	√	√	
FAUNA (Especies protegidas)	MM-45	√	√	
FAUNA (abundancia)	MM-46	√	√	
	MM-47	√	√	
FAUNA (Hábitat faunístico)	MM-24		√	
FAUNA (Patrones de distribución)	MM-48		√	
FAUNA (Importancia ecológica)	Todas las anteriores	√	√	√

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

$$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$$

- **Umbrales:**

Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:
100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente fauna
80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

IV.9.3.8. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Paisaje

Medidas ambientales del componente paisaje

- **Objetivo de las medidas:**

Asegurar el cumplimiento y registro documental de las medidas de manejo ambiental (prevención, mitigación y compensación) orientadas a la protección del paisaje, para los factores calidad escénica, fragilidad y visibilidad frente a las alteraciones en la cuenca visual, superficies de conservación y estética del entorno generadas por el desarrollo de la infraestructura vial.

- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
PAISAJE (Calidad escénica)	MM-49	√	√	√
PAISAJE (Fragilidad)	MM-50	√		
PAISAJE (Visibilidad)	MM-24	√		

Método de control/registro:

- Cédula de registro (diario y por actividad).
- Fotográficos.
- Bitácora de obra.

Indicadores ambientales

- Índice de eficiencia:

Acciones ejecutadas

En donde:
ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas.
af = Número de acciones ejecutadas.
ai= Número total de acciones.

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente paisaje
$ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$
- **Umbrales:** **Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:** 100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

IV.9.3.9. Ficha técnica del seguimiento ambiental de las medidas del componente Socioeconómico

Medidas ambientales del componente paisaje
- **Objetivo de las medidas:** Supervisar y documentar las medidas de manejo ambiental para el componente socioeconómico, en los factores estructura urbana y conflictos sociales. Se dará seguimiento a los impactos derivados del crecimiento urbano acelerado y la atracción de inversiones, así como a las tensiones sociales vinculadas a la remoción de vegetación forestal para el emplazamiento del proyecto
- **Acciones para ejecutar y/o verificar de acuerdos a las medidas de mitigación propuestas**

Factor ambiental impactado:	Medida de control, prevención, mitigación o compensación	Etapa del proyecto		
		Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento
ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Estructura urbana)	MM-51			√
ECONOMÍA Y POBLACIÓN (Conflictos sociales)	MM-24	√		

Método de control/registro: • Cédula de registro (diario y por actividad). • Fotográficos. • Bitácora de obra.
Indicadores ambientales - Índice de eficiencia:

CONSULTA PÚBLICA

Medidas ambientales del componente paisaje
Acciones ejecutadas En donde: ea = Eficiencia de las acciones ejecutadas. af = Número de acciones ejecutadas. ai= Número total de acciones. $ea = \left(\frac{af}{ai}\right) \times 100$
- **Umbrales:** **Umbral de eficiencia, eficacia y efectividad:** 100 – 81 %: cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante. 80 – 61 % cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional. Umbral de alarma: 60 – 41 % cumple de manera parcial la mayor parte de la medida. 40 – 21 %: cumple de manera deficiente la medida. 20 – 1 %: se ha comenzado el cumplimiento de la medida. 0 %: No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO).
Informes: • Informes rutinarios mensuales • Integración de las acciones y sus resultados en los Informes Semestrales de Cumplimiento Ambiental durante su implantación.

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.4. Umbral de efectividad

- **Rangos de umbral cuando la eficiencia es el 100%**

Cuando el éxito de la medida resulta en porcentaje del 100% de eficiencia, se considerarán los siguientes umbrales de efectividad:

Tabla IV.34. Umbral cuando la eficiencia es el 100%.

Rango del umbral (%)	Consideración de su efectividad
100 – 90	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
89 – 71	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
70 – 51	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
50 – 21	cumple parcialmente la medida
20 – 1	inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

- **Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra**

Cuando el éxito de la medida resulta ser una cifra determinada: 0, 6, 4, etc., se considerará un porcentaje de desviación con respecto a dicha cifra, para lo cual los umbrales de efectividad son los siguientes:

Tabla IV.35. Rangos de umbral cuando la eficiencia es una cifra.

Rango del umbral (%)	Consideración de su efectividad
0	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
1-20	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
21-40	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
41 – 60	Cumple parcialmente la medida
61 – 80	Inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
100	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

- **Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad**

Los umbrales de efectividad cuando el éxito de la medida resulta ser la unidad:

Tabla IV.36. Rangos de umbral cuando la eficiencia es la unidad.

Rango del umbral	Consideración de su efectividad
1 – 0.81	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
0.80 – 0.61	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
0.60 – 0.41	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40 – 0.21	Cumple parcialmente la medida
0.20 – 0.01	Inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0.0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida

CONSULTA PÚBLICA

IV.9.5. 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 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.10. 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

CONSULTA PÚBLICA

directamente con los objetivos de desarrollo regional, incidiendo en la reducción de los índices de marginación, el fortalecimiento de la seguridad vial y accesos a servicios esenciales de salud y centros de comercio.

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.

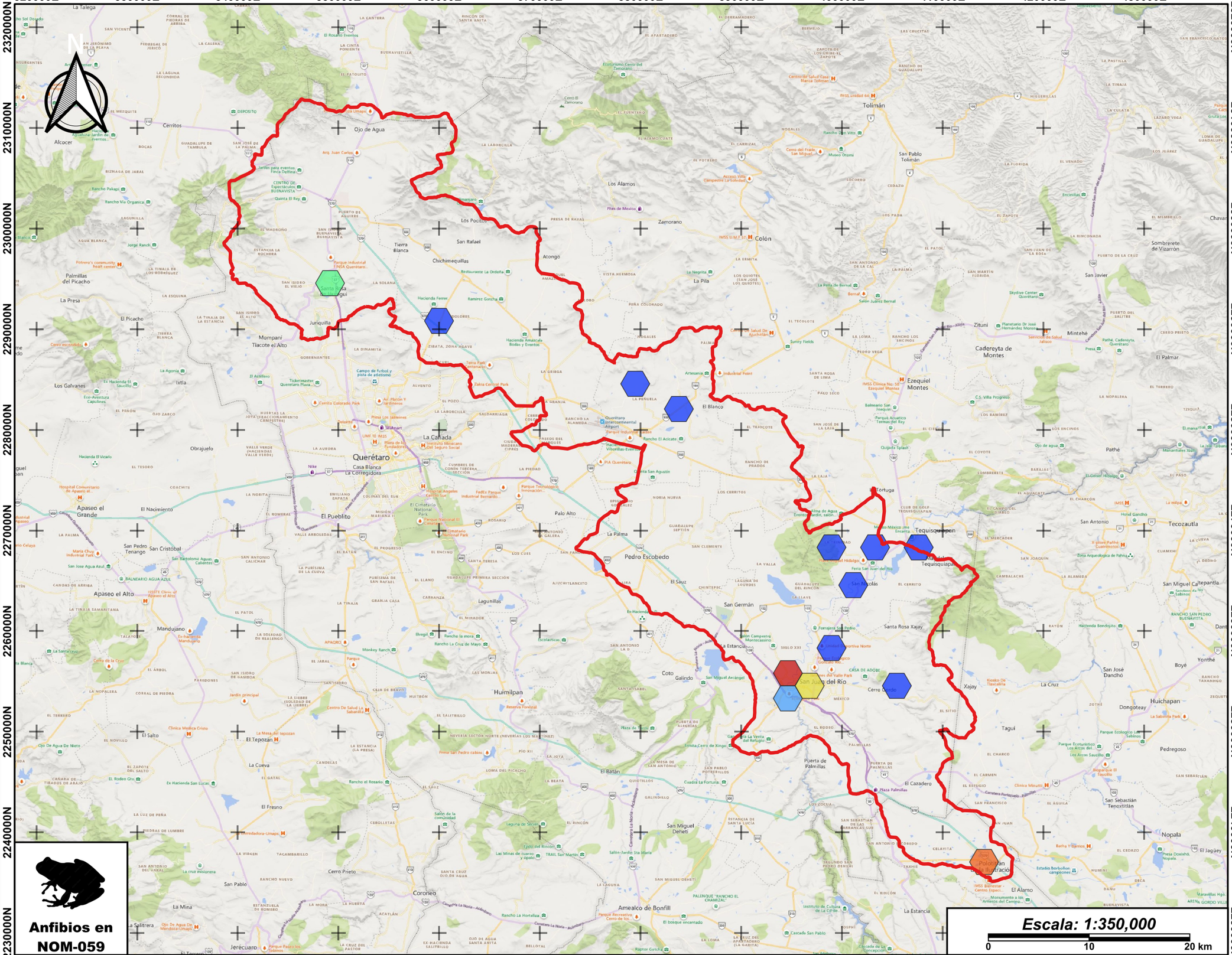
El diagnóstico del uso de suelo en el área del proyecto revela una clara predominancia de la categoría Agrícola-Pecuario-Forestal, la cual abarca el 63.30 % de la superficie total. A esta le sigue el componente Ecológico-Florístico-Fisonómico con un 36.70 % restante.

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 buscando 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



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Abundancia de anfibios en NOM-059 potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1
- 2
- 5
- 7
- 18
- 20

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

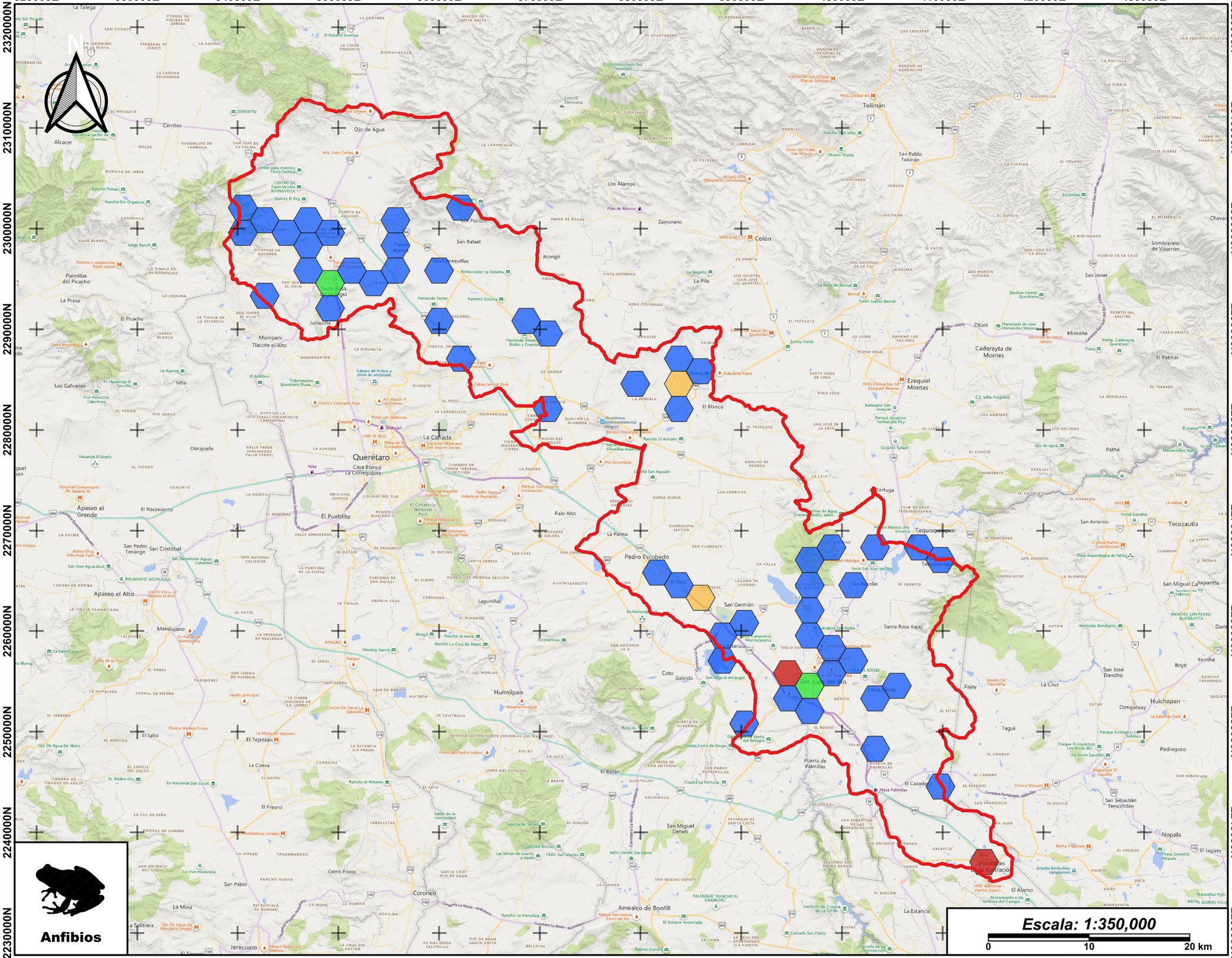
Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026
[redacted]

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N

2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N


N
Alcocer
Cerritos
Ojo de Agua
Tolimán
Los Alamos
Zamorano
San Pablo Tolimán
Colón
Atongo
San Rafael
Juriquilla
Palmillas del Picacho
La Presa
El Picacho
Mompani
Tlacote el Alto
Los Galvanes
Ixtla
Obrajuelo
Querétaro
Casa Blanca
La Corregidora
La Cañada
El Blanco
Ezequiel Montes
Cadereyta de Montes
Zituni
Mintehé
San Javier
Sombrerete de Vizarrón
El Palmar
Pathé
Tortuga
Tequisquiapan
Pedro Escobedo
El Sauz
San Germán
Santa Rosa Xajay
San Juan del Río
Xajay
La Cruz
Huichapan
Dongoteay
Pedregoso
Tagui
Puerta de Palmillas
El Cazador
Nopala
Polotitlán de la Ilustración
El Alamo
La Estancia
Amealco de Bonfil
Coronéo
San Miguel Deheti
Huimilpan
Coto Galindo
Apaseo el Grande
Apaseo el Alto
El Nacimiento
El Pueblito
San Pedro Tenango
San Cristóbal
Mandujano
El Salto
El Tepozán
La Cueva
El Fresno
San Pablo
La Mina
Jerécuaro
Palo Alto
La Palma
Lagunillas
Santa Rosa Jáuregui
Chichimequillas
Ojo de Agua
Los Pocitos
Tierra Blanca
Hacienda Ferrer
Ramírez Gorcha
Hacienda Amaxac Bodas y Eventos
Pekín Central Park
Querétaro Intercontinental Airport
Parque Industrial Bernardo
Rancho El Acicate
Cuesta San Agustín
Cuadra La Fortuna
Rancho El Alcalde
Rancho La Hortaliza
Cascada San Pablo
Cascada de la Concepción
Cerro Prieto
Cerro Gordo
Cerro del Fraile San Miguel
Cerro El Zamorano
Cerro Escondido
Cerro de la Cruz
Cerro de Xingo
Cerro Prieto
Cerro Colorado Park
Cerro El Zamorano
Ecoturismo Cerro del Zamorano
Presa Los Jazmines
Presa San Pedro cabras
Presa Doxhixhá Nopala
Presa
Laguna de Servín
Laguna de Cuarzo y Ópalo
Laguna
Río Querétaro
Río Tequisquiapan
Río San Juan del Río
Río Moctezuma
Río Extoraz
Río Amealco
Río Tolimán
Río Pathé
Río Ajuchitlancito
Río Ajuchitlancito
Río Ajuchitlancito

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N

2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Aves en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de aves en NOM-059 potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 100
- 100 - 206

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



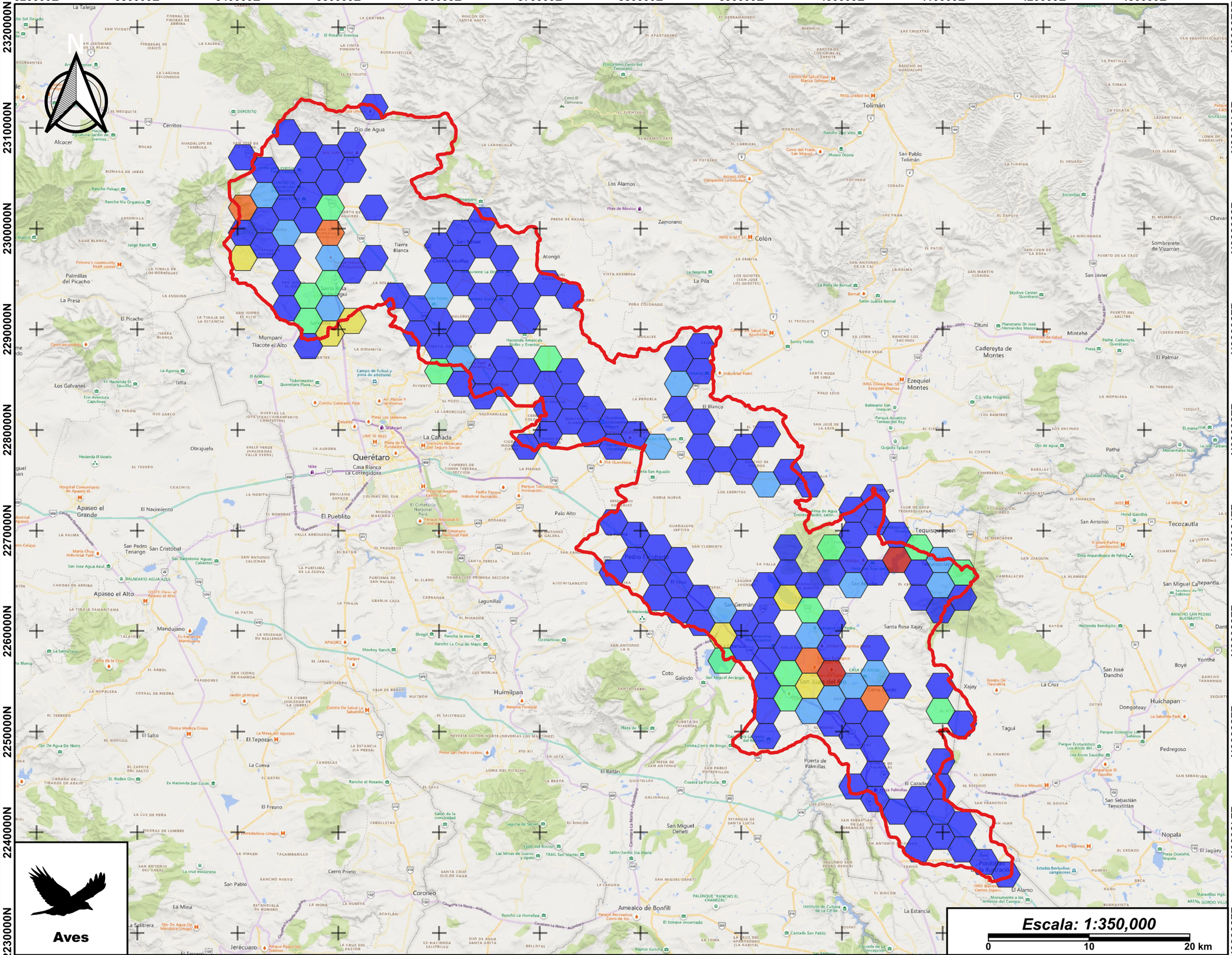
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de aves potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 4000
- 4000 - 6020

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Fauna en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de fauna potencial en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 100
- 100 - 210

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Fauna

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Abundancia de fauna potencial por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 50
- 50 - 100
- 100 - 500
- 500 - 1000
- 1000 - 4000
- 4000 - 6025

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Flora en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de flora potencial en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 10

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



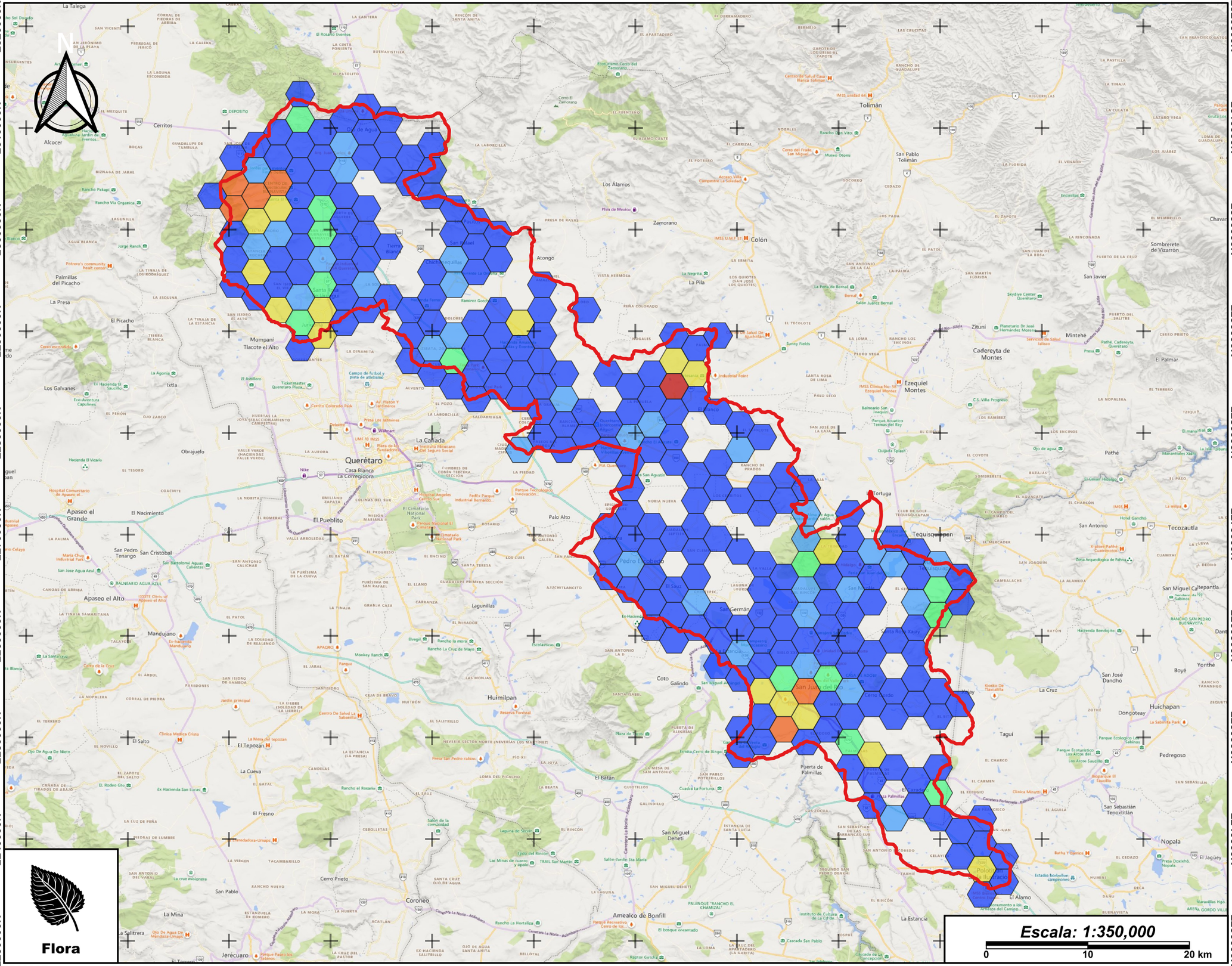
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia potencial de flora por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 500
- 500 - 742

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación

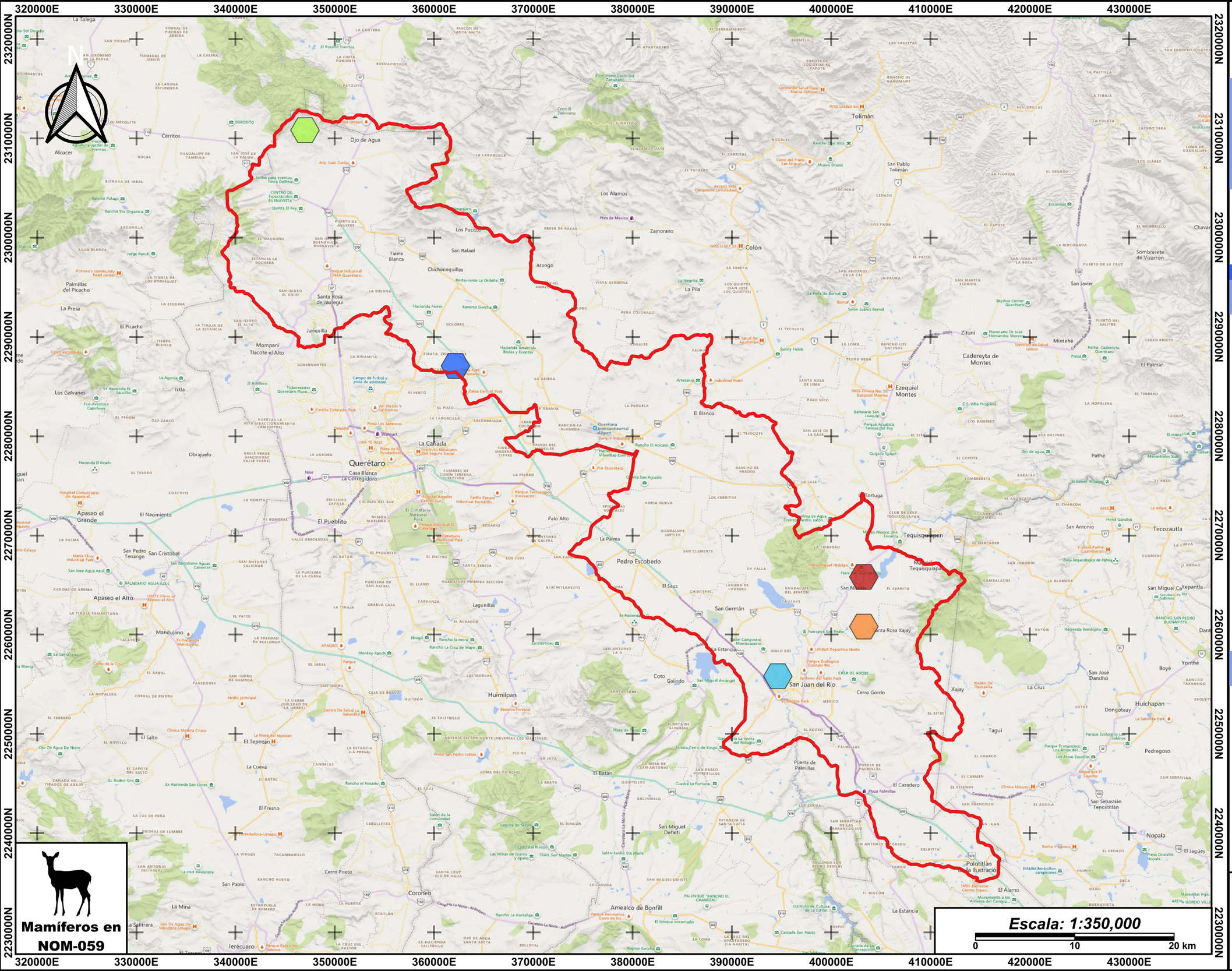


Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

[redacted]



Mamíferos en NOM-059

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Abundancia de mamíferos potenciales en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1
- 2
- 3
- 10
- 16

Información general

- Región Ecológica (RE)

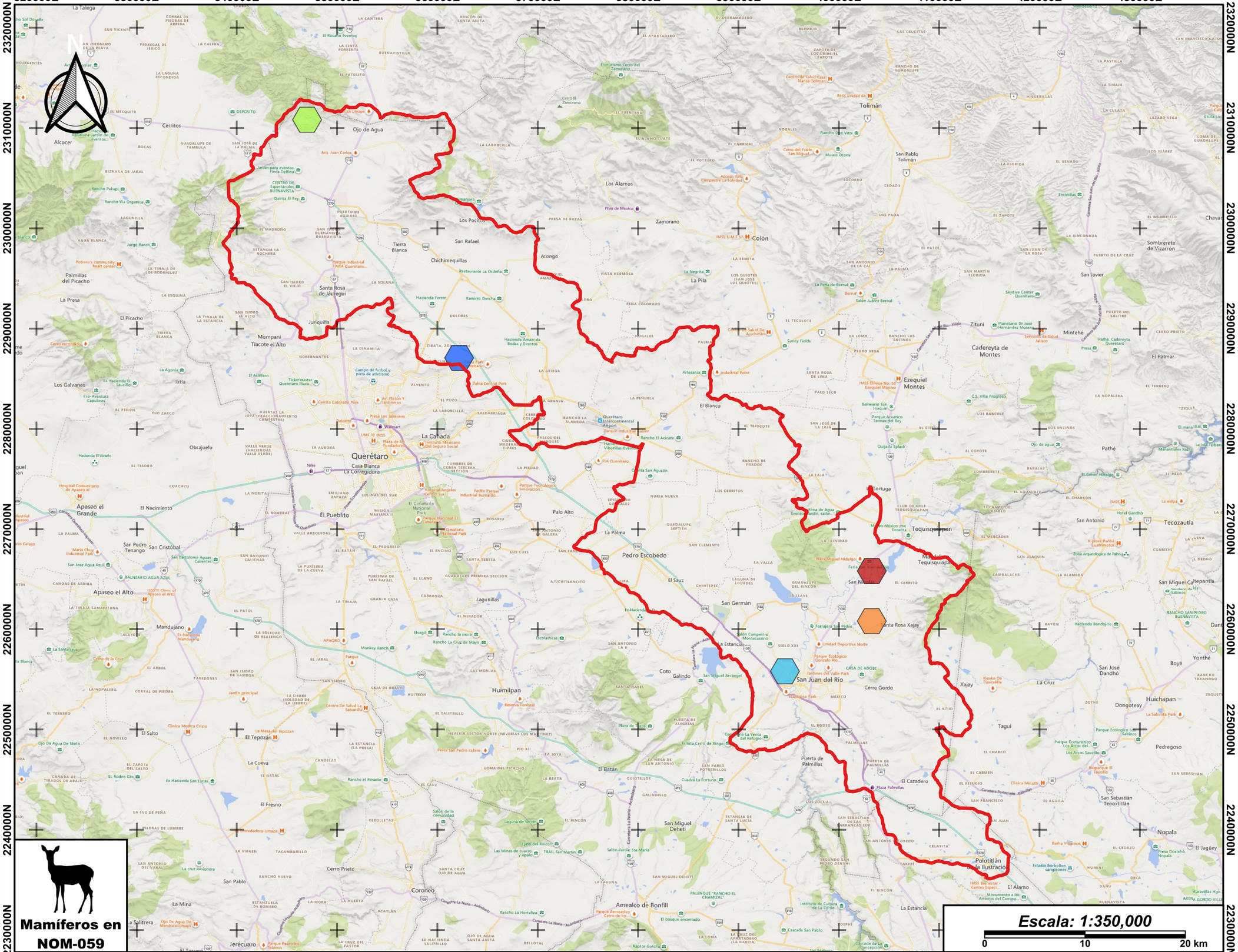
Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de mamíferos potenciales en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1
- 2
- 3
- 10
- 16

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026
[redacted]

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Reptiles en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Abundancia de reptiles potenciales en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 8
- 11
- 16

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Reptiles

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Abundancia de reptiles potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 27

Información general

- Región Ecológica (RE)

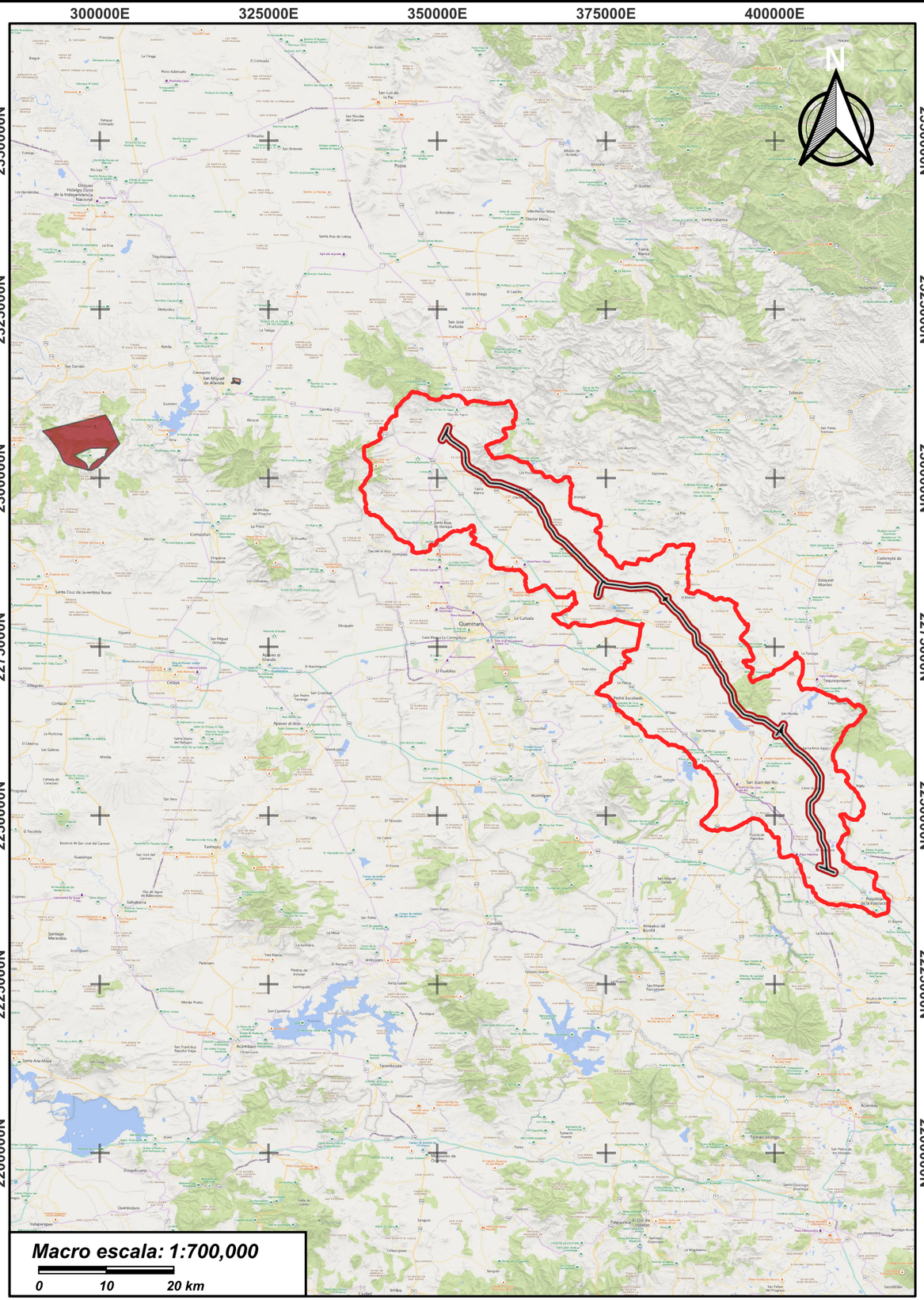
Ubicación

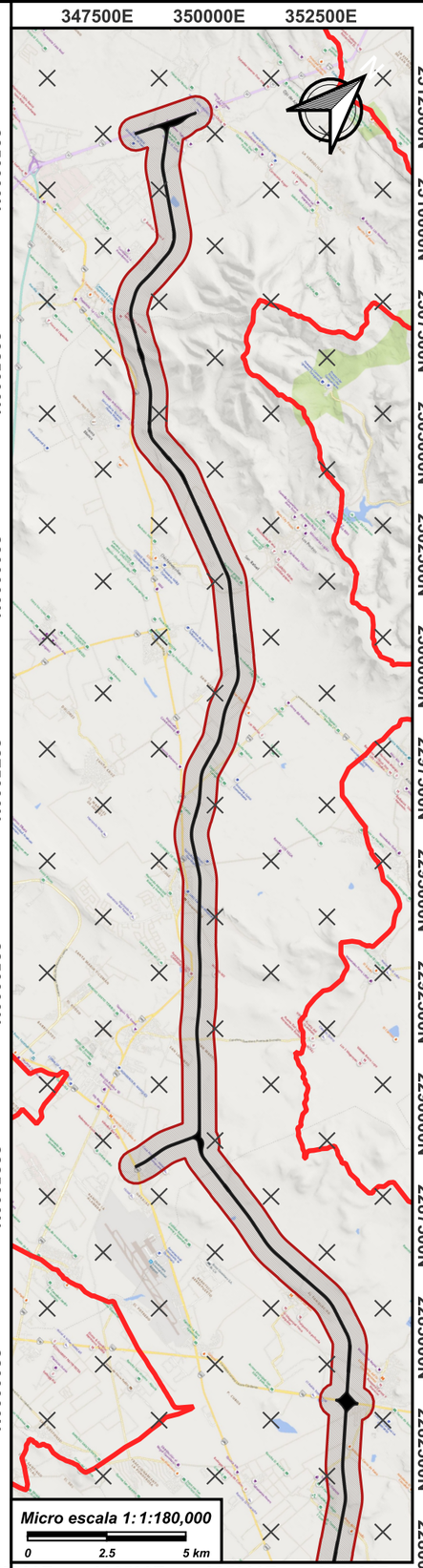


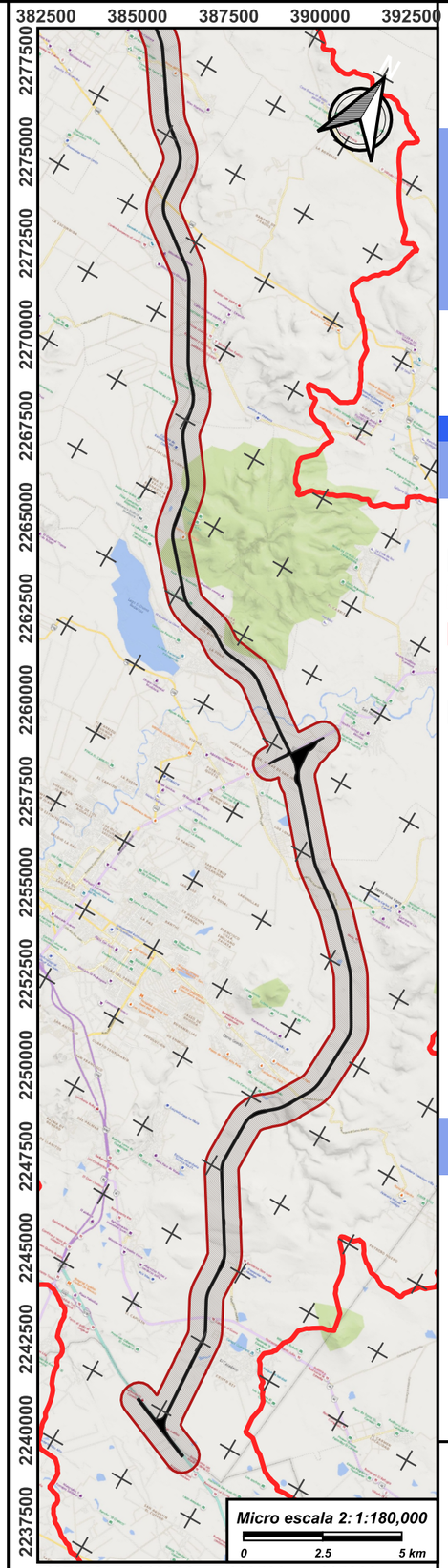
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación (ADVC) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

ADVCs

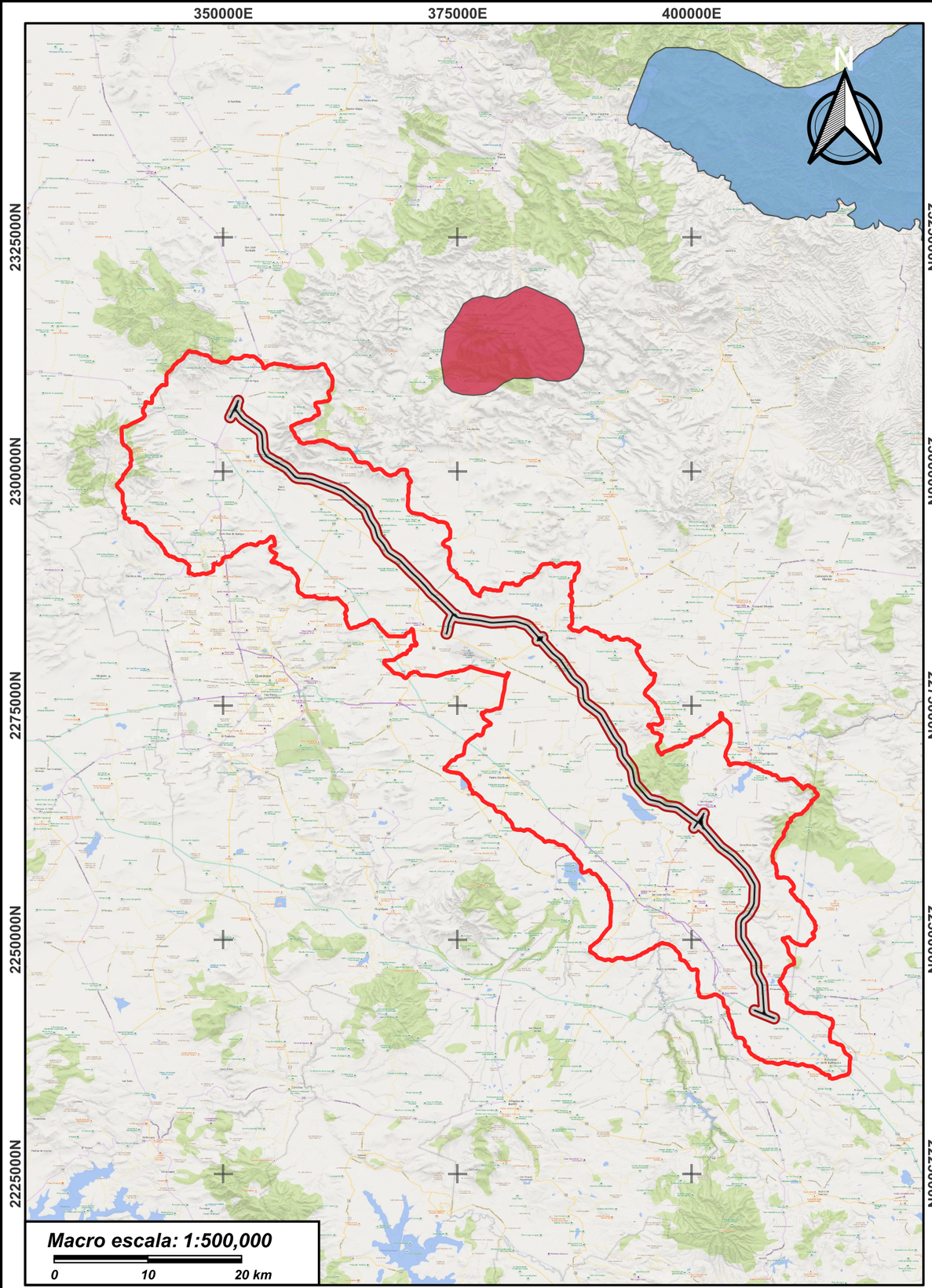
- Santuario Cañada de la Virgen

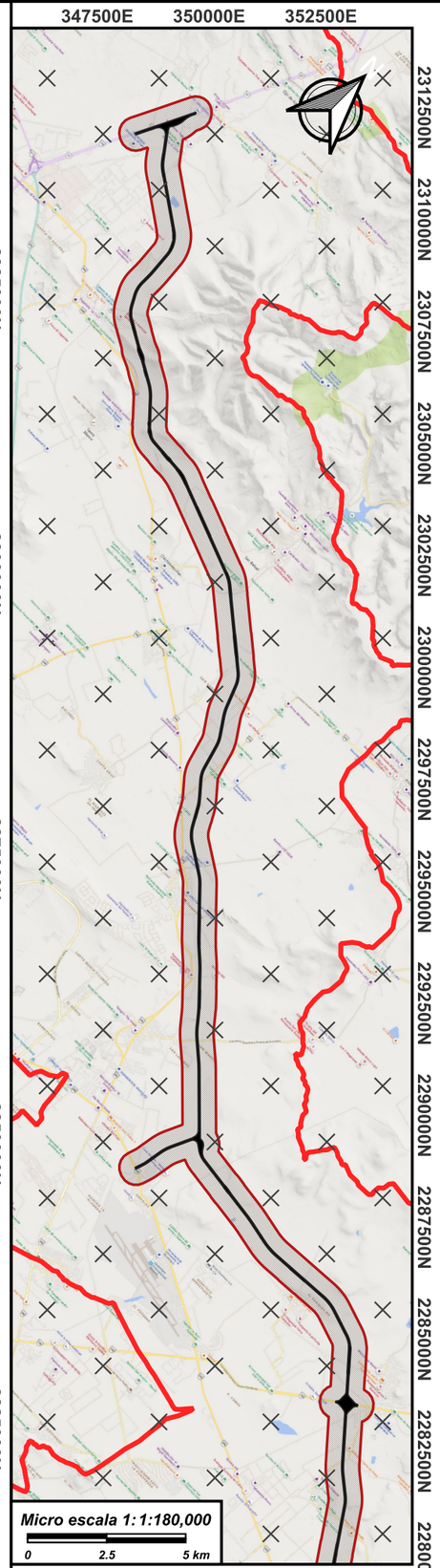
Ubicación

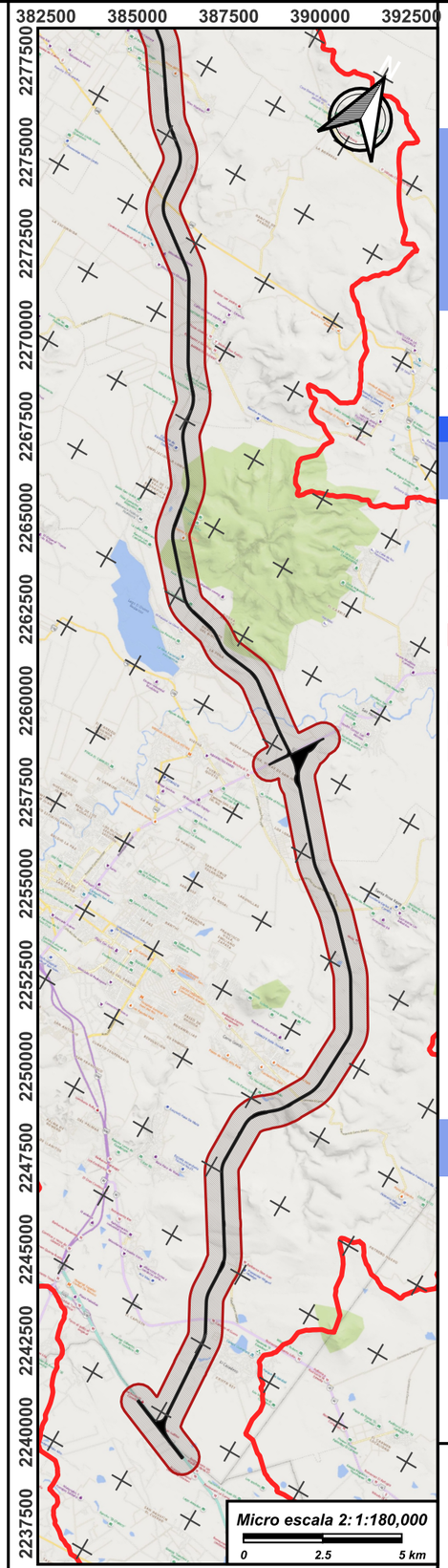


Estado de Querétaro

Macro Escala: 700,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

AICAS

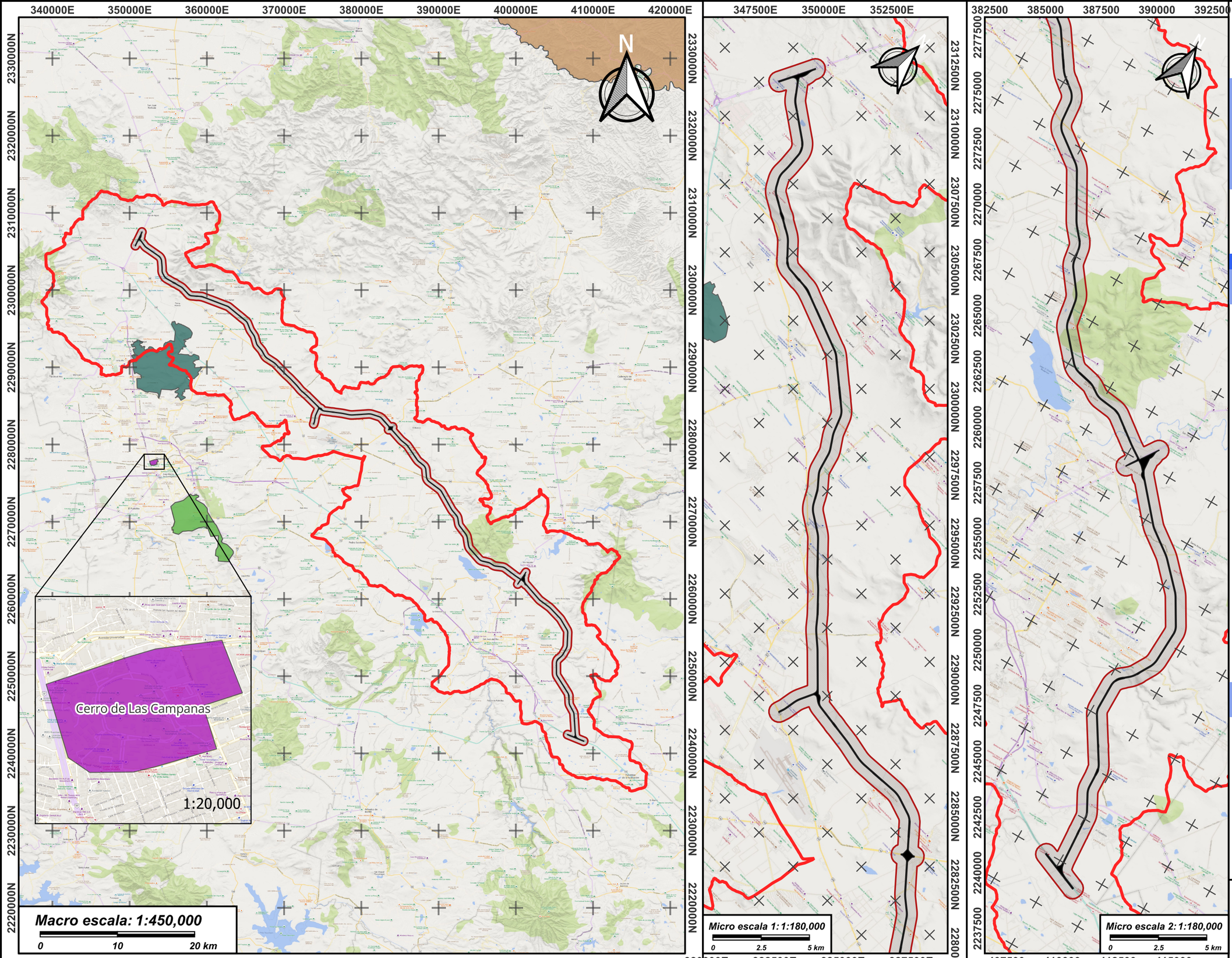
- EL ZAMORANO
- RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 500,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Áreas Naturales Protegidas de carácter federal en la RE y el AP

Simbología

ANPs Federales

- Cerro de Las Campanas
- El Cimatario
- Peña Colorada
- Sierra Gorda

Información general

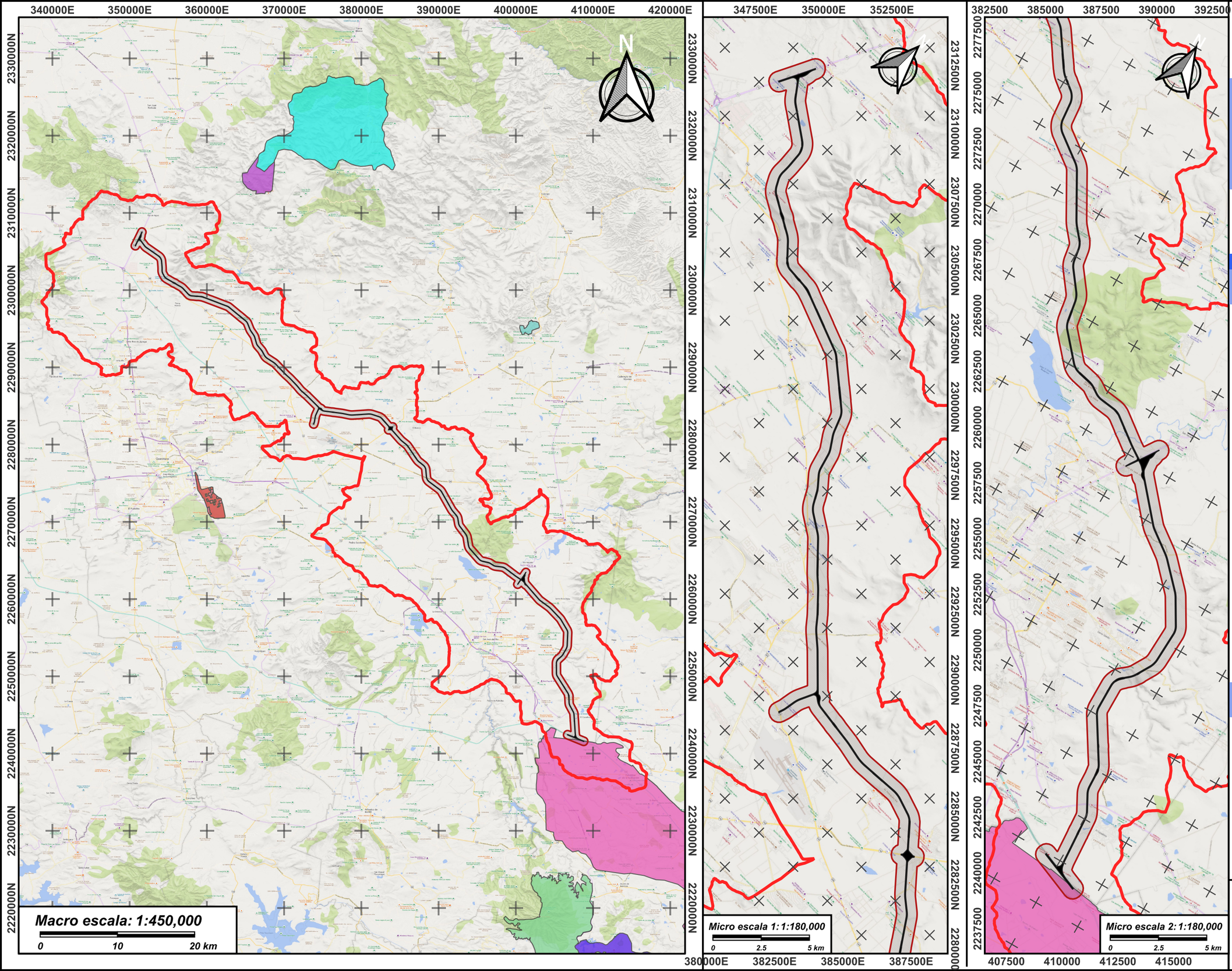
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Áreas Naturales Protegidas de carácter estatal en la RE y el AP

Simbología

ANPs estatales

- Parque Estatal Mario Molina Pasquel 1 y 2
- ZSCE El Tangano I y II
- Parque Estatal Santuario del Agua Sistema Hidrológico Presa Huapango
- Reserva de Conservación Pinal del Zamorano 1 y 2

Información general

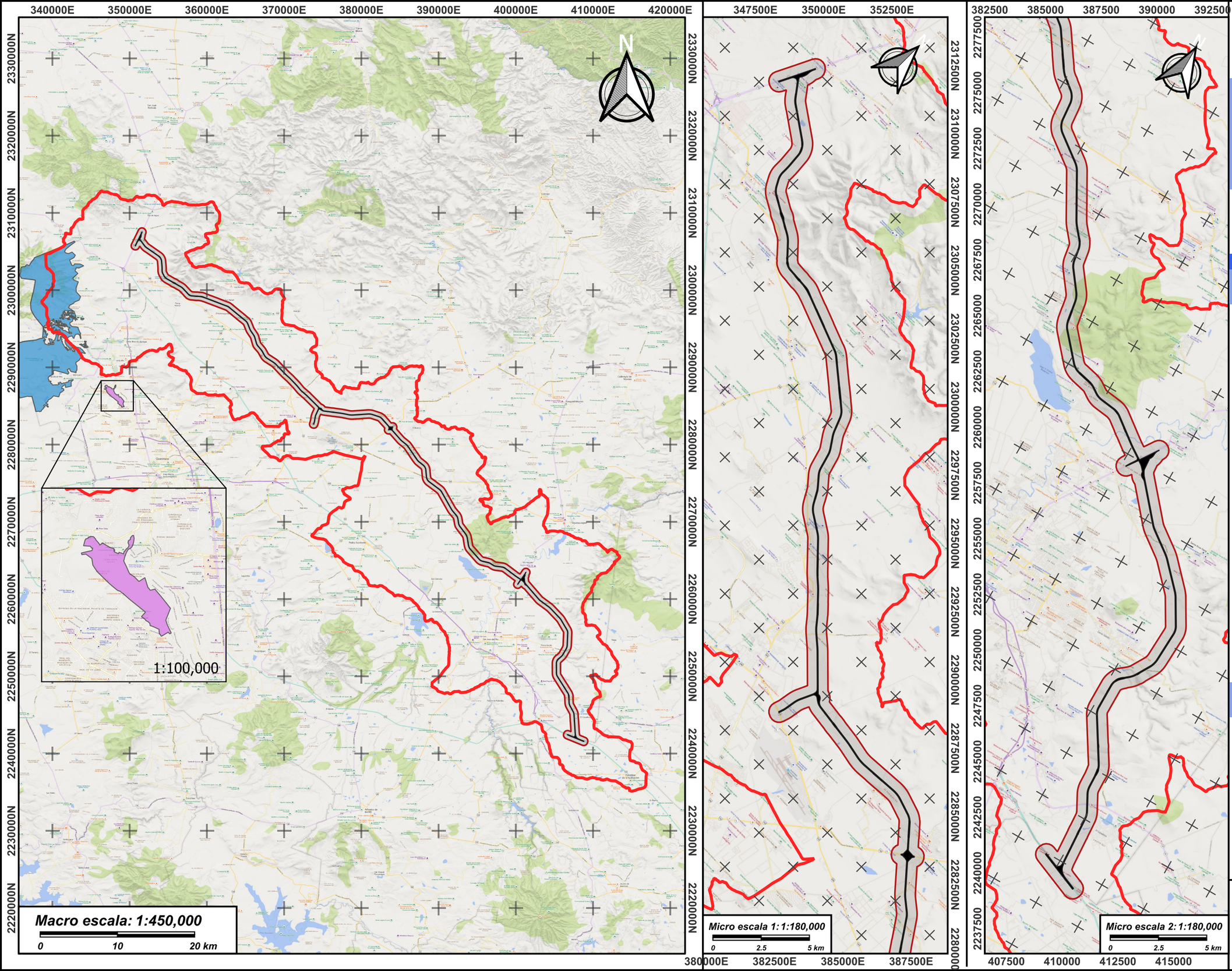
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024)
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

ANPs municipales

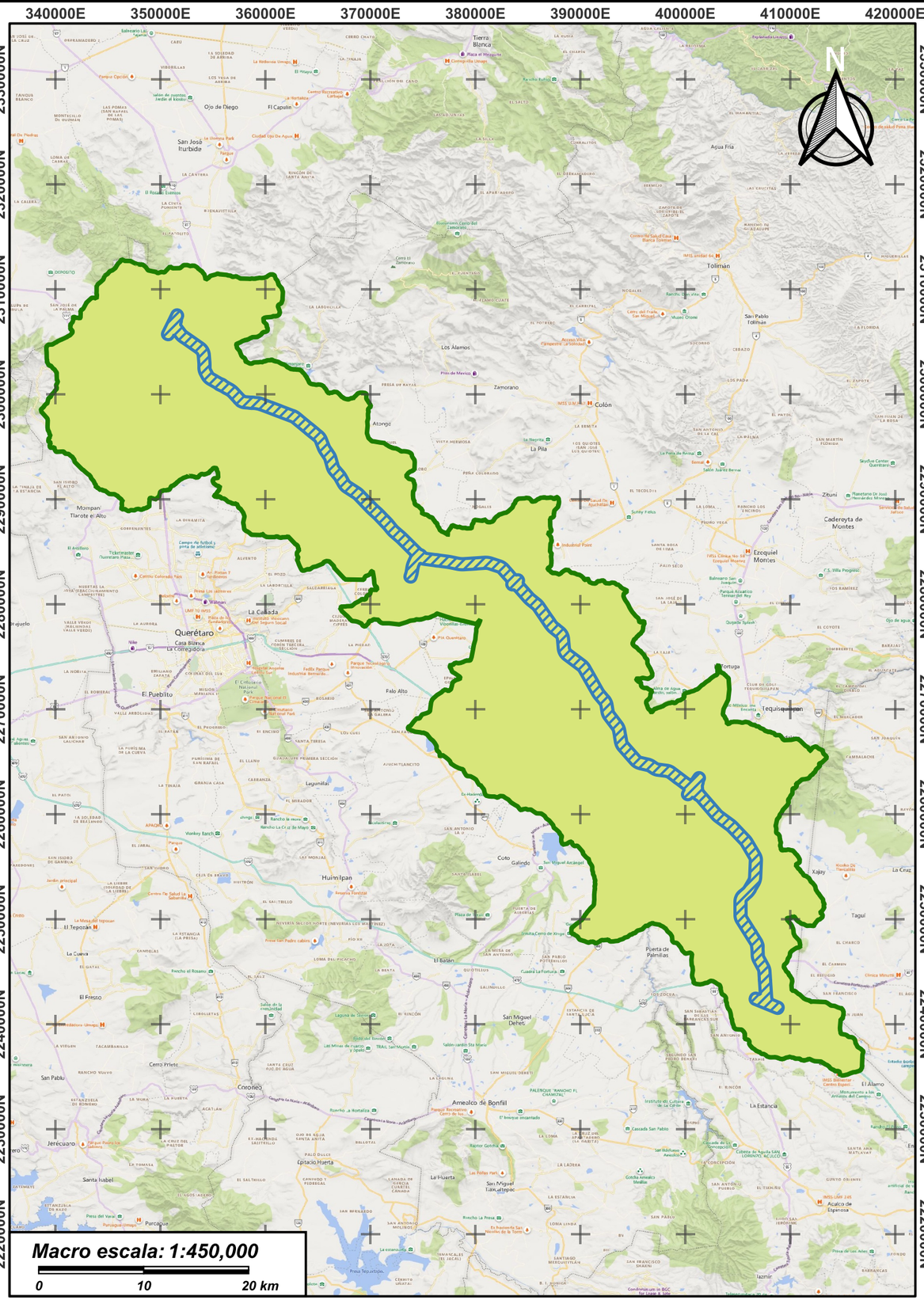
- Jurica Poniente
- Zona Occidental de Microcuencas

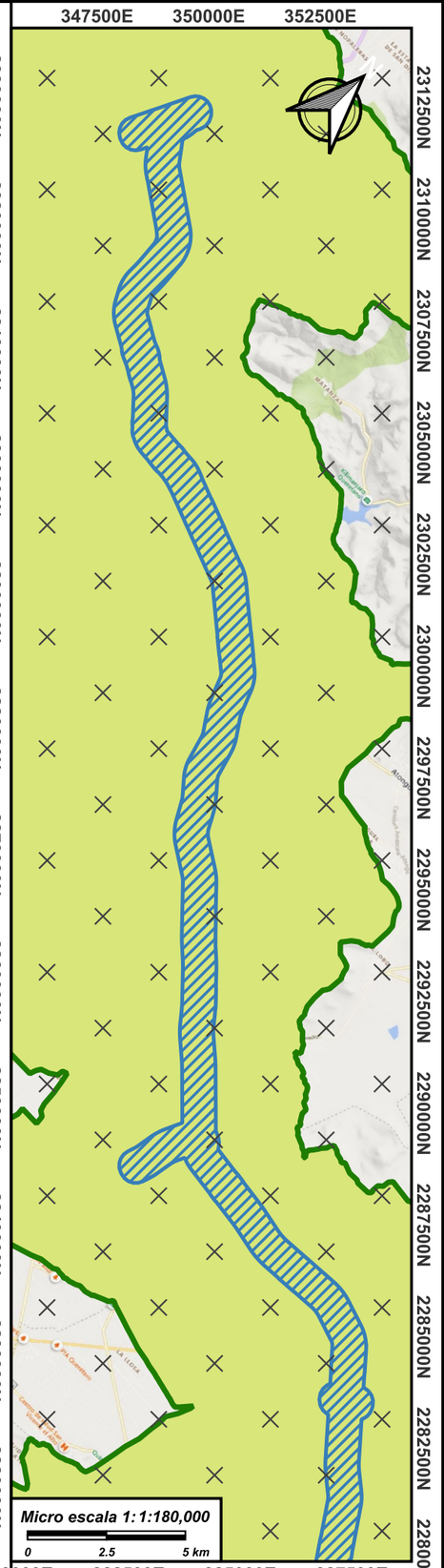
Ubicación

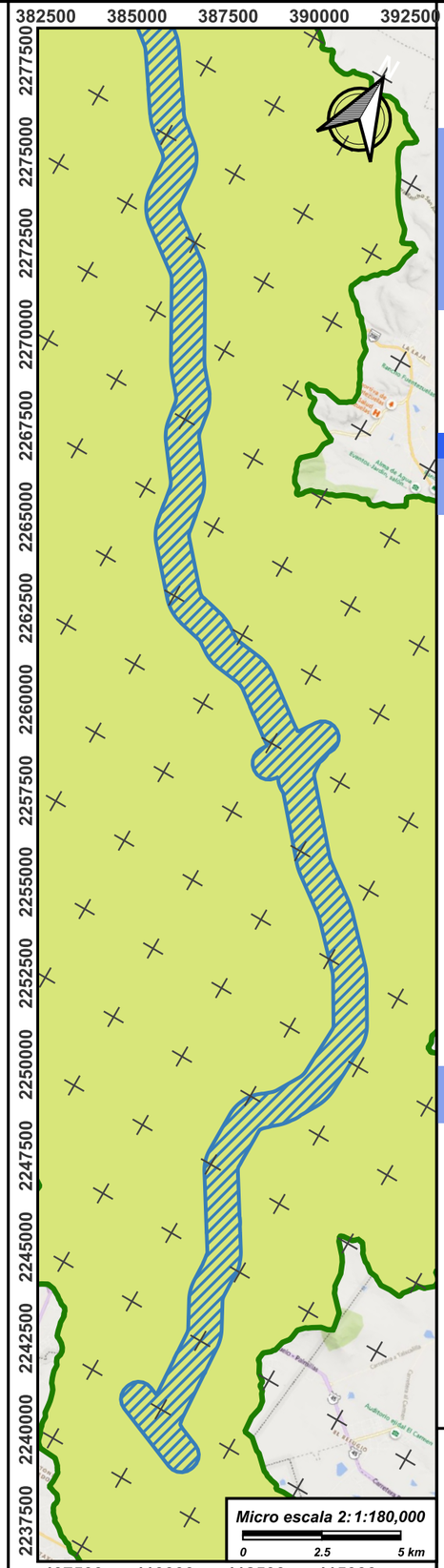


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Área de Influencia (AI)

Simbología

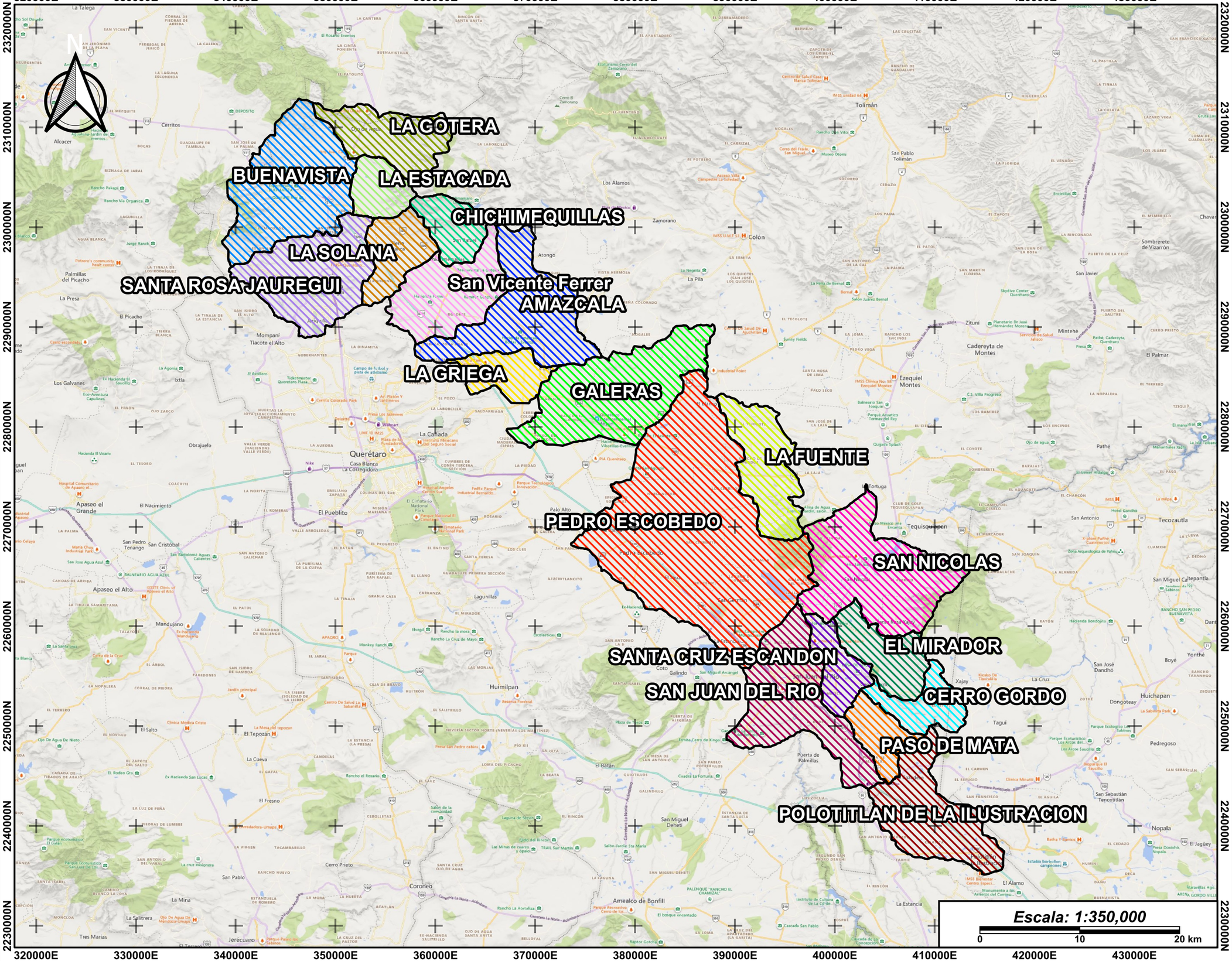
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2018).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026
[redacted]



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Delimitación de la Región Ecológica

Simbología

Microcuencas

- AMAZCALA
- BUENAVISTA
- CERRO GORDO
- CHICHIMEQUILLAS
- EL MIRADOR
- GALERAS
- LA ESTACADA
- LA FUENTE
- LA GOTERA
- LA GRIEGA
- LA SOLANA
- PASO DE MATA
- PEDRO ESCOBEDO
- POLOTITLAN DE LA ILUSTRACION
- SAN JUAN DEL RIO
- SAN NICOLAS
- San Vicente Ferrer
- SANTA CRUZ ESCANDON
- SANTA ROSA JAUREGUI

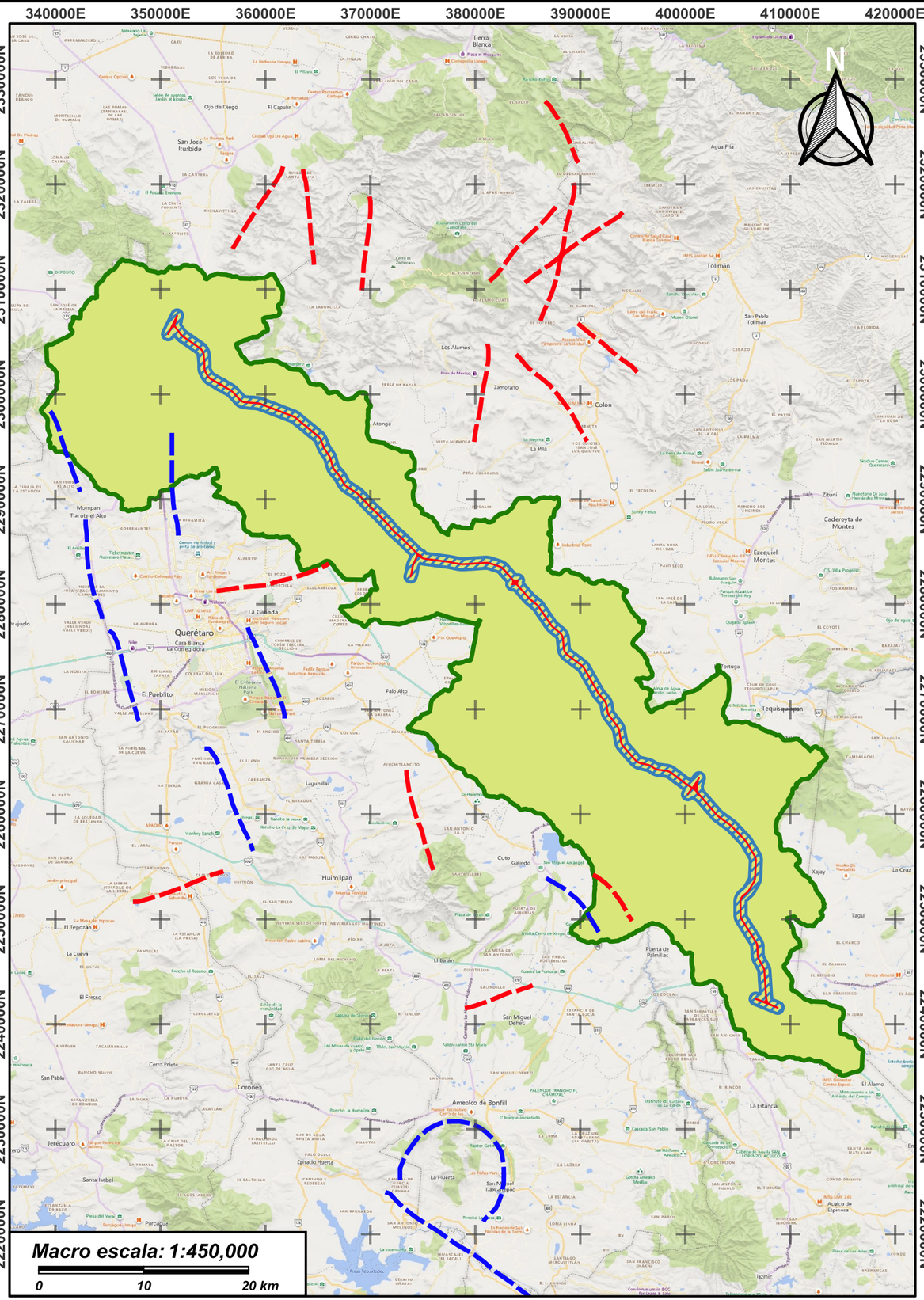
Ubicación

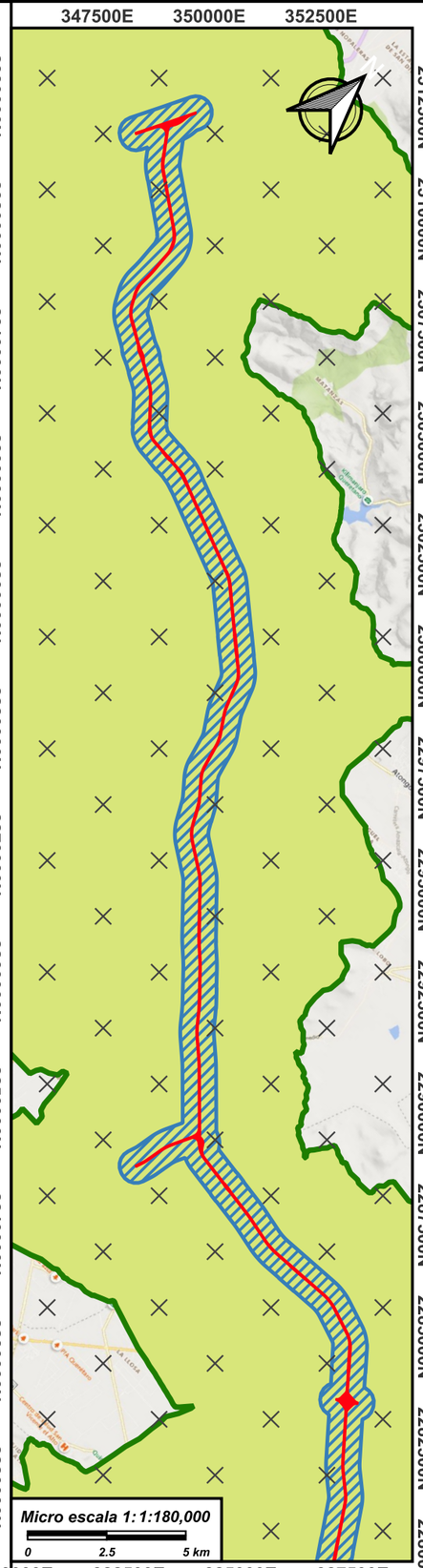


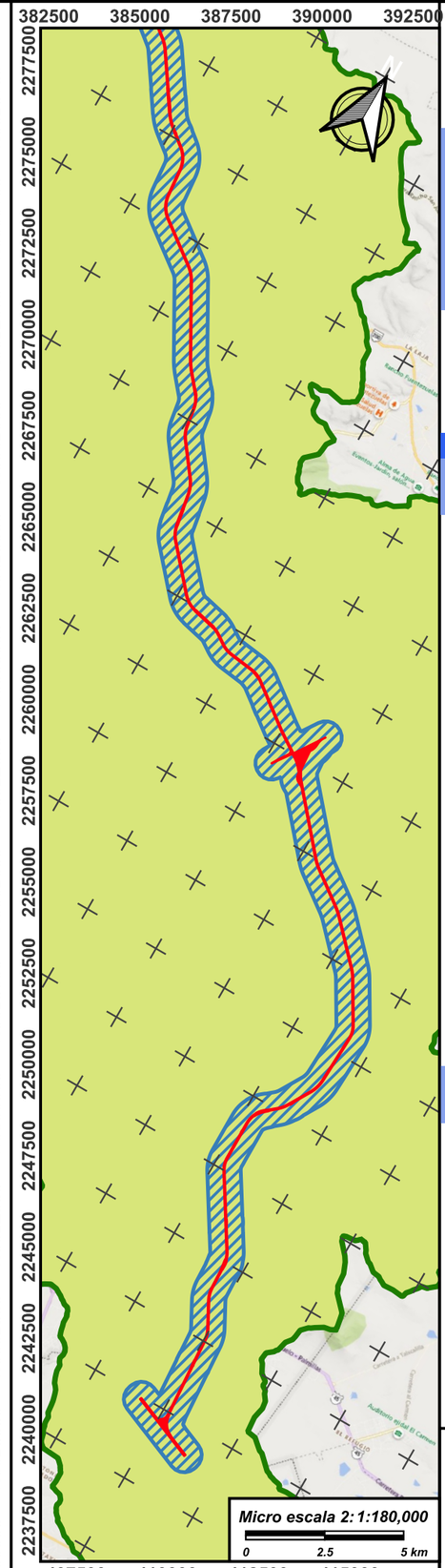
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: FIRCO (2002).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026
[redacted]







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Área de Influencia (AI)

Simbología

Elemento

- EJE ESTRUCTURAL
- FALLA
- FRACTURA

Información general

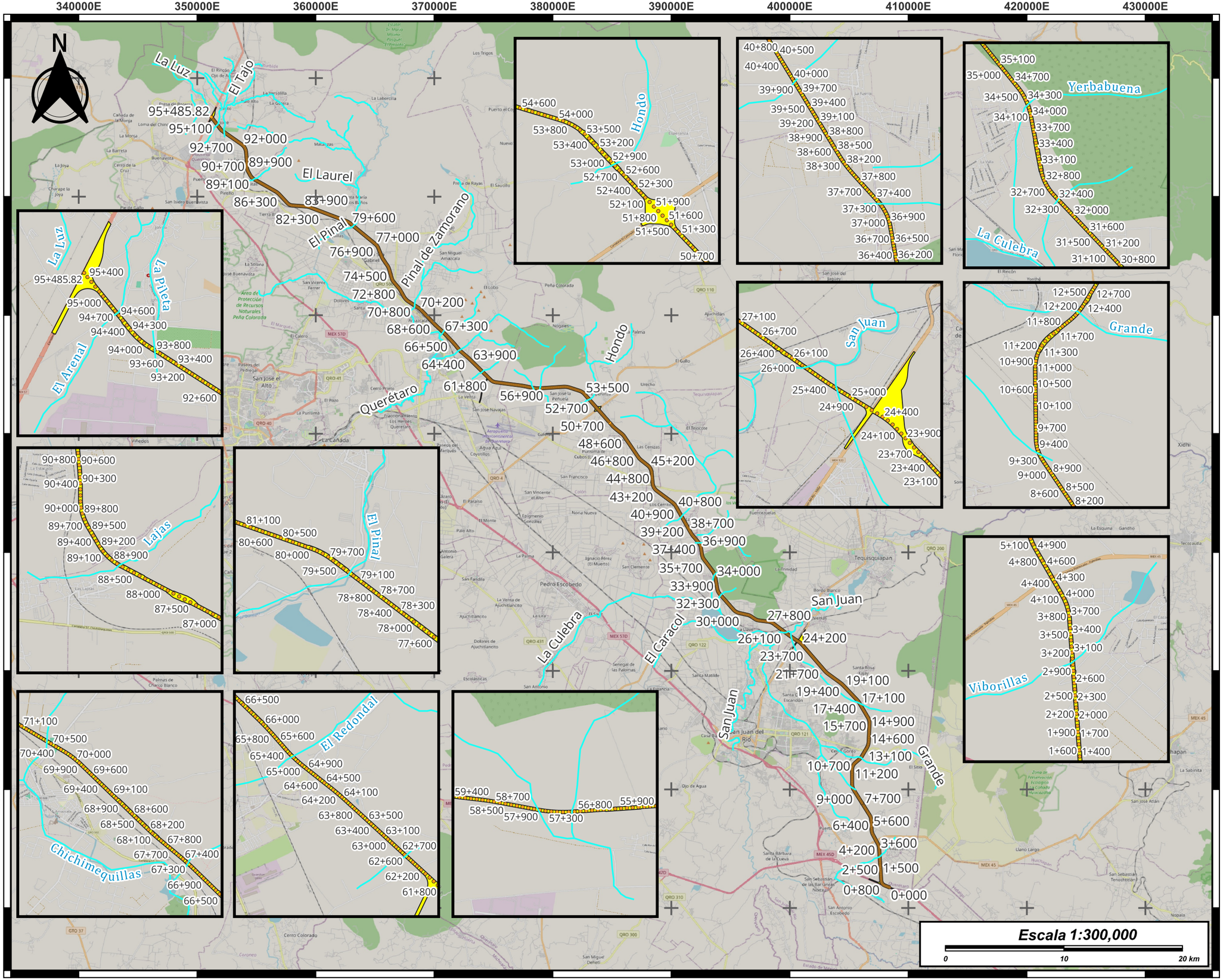
- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2018).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026
[redacted]



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Intersección del proyecto con cuerpos de agua

Simbología

- Red hidrográfica
- Envolvente del proyecto

Ubicación



Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026

330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E

2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N

N

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Escala 1:300,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental
Modalidad Regional (MIA-R)
del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Obras de drenaje transversal

Simbología

- Envolvente de proyecto
- Obras de drenaje transversal

Ubicación



Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026

330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E

2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N

N

1 2 3 4 5 6 7 8

Escala 1:300,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Pasos Inferiores Vehiculares

Simbología

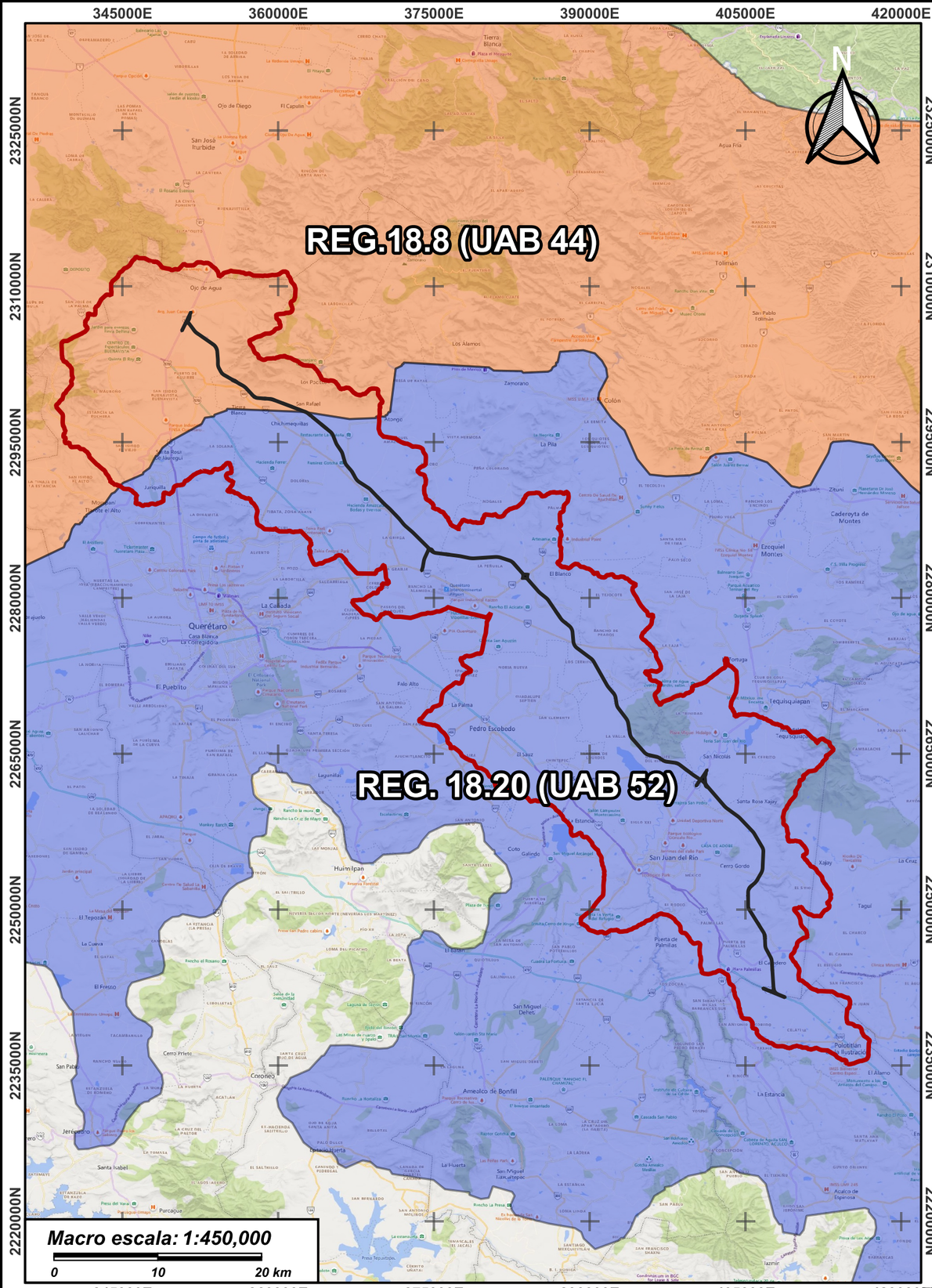
- Envolvente de proyecto
- Pasos Inferiores Vehiculares

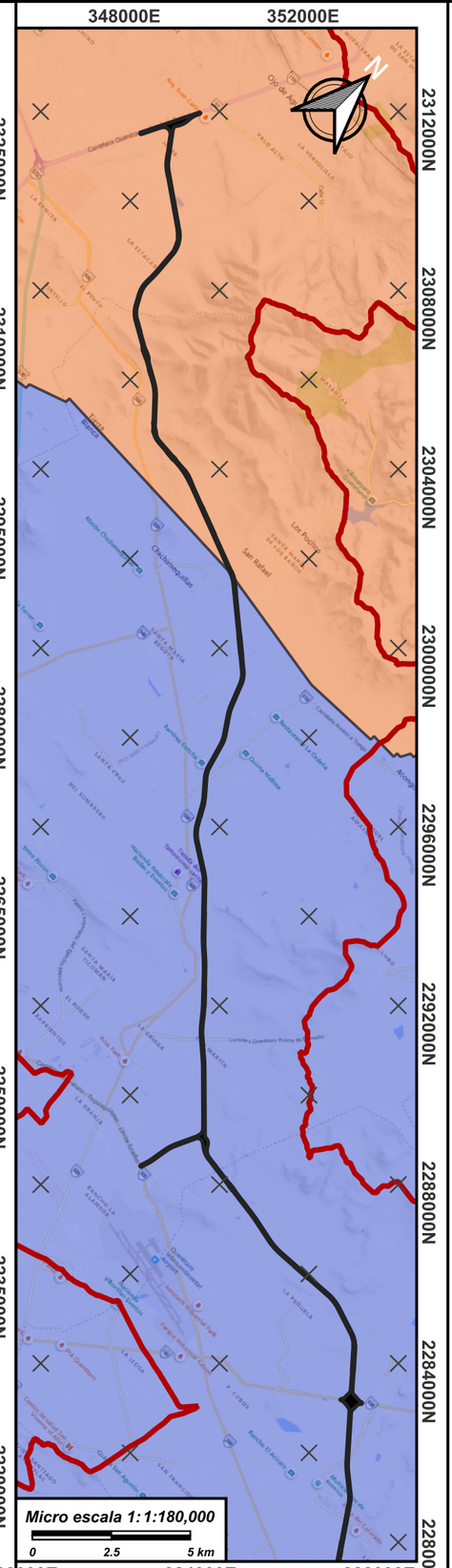
Ubicación

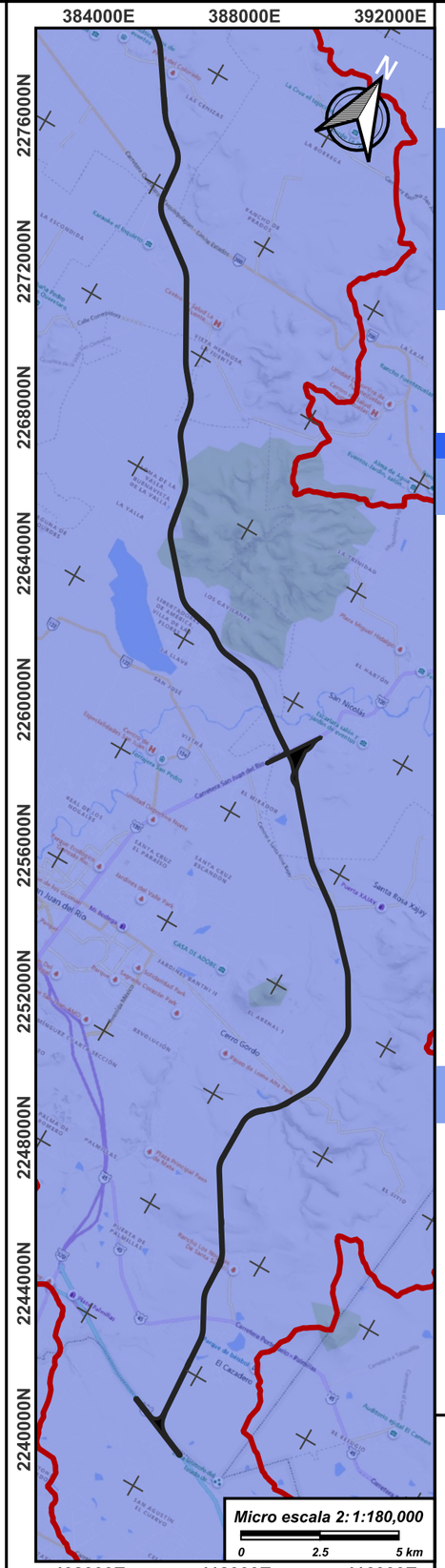


Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Simbología

POEGT

- REG. 18.20 (UAB 52)
- REG.18.8 (UAB 44)

Información general

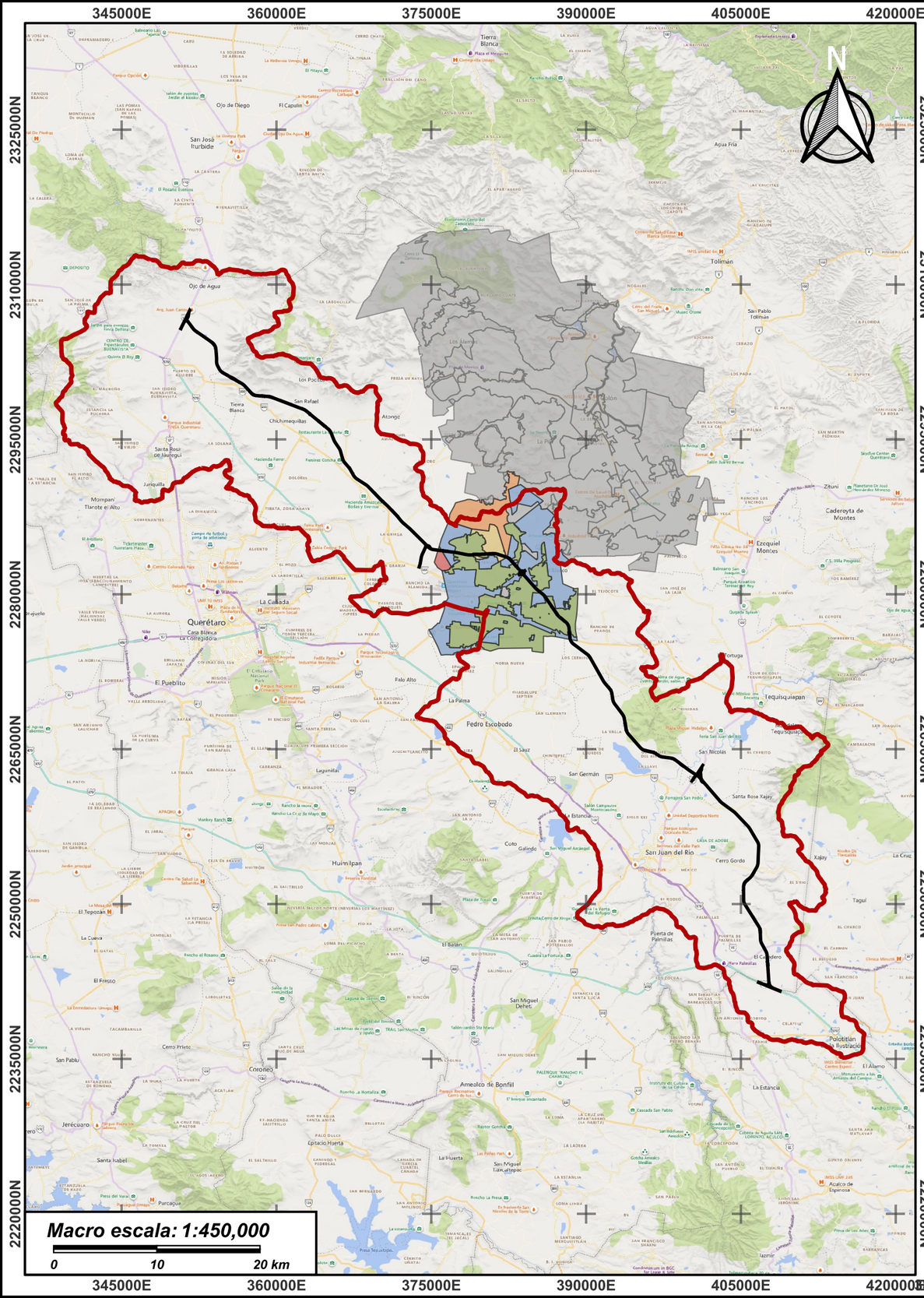
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

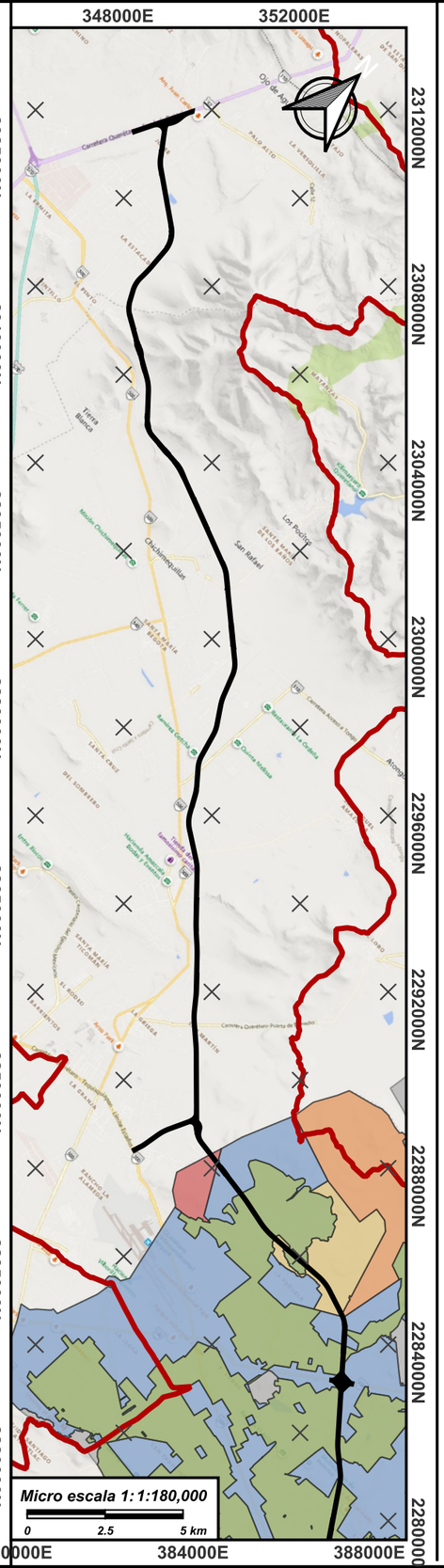
Ubicación

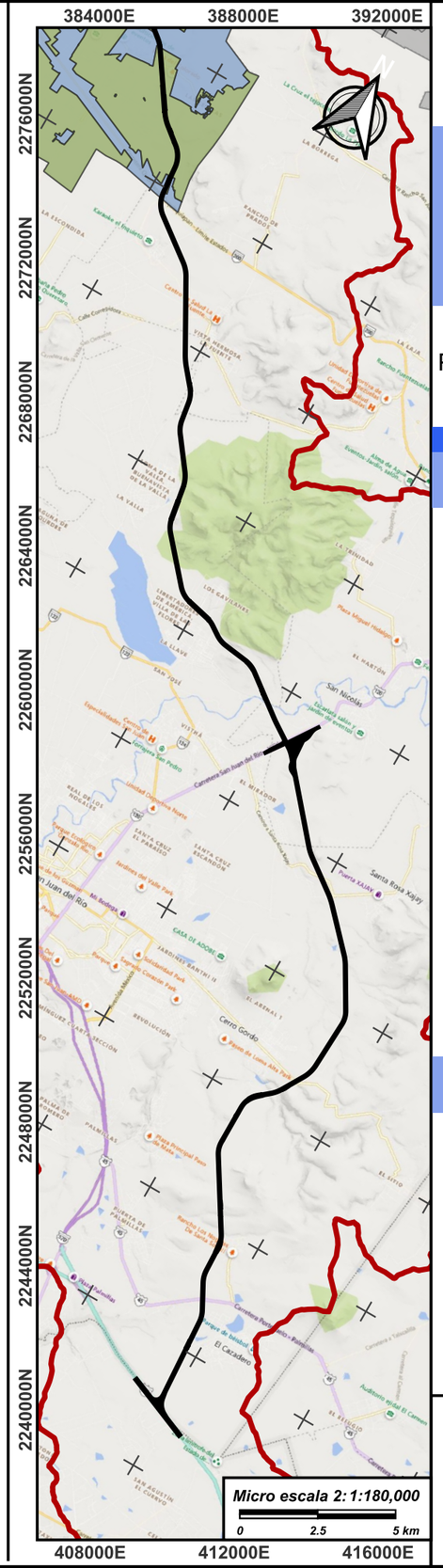


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: Navarro, A. y Peterson, A. (2006) y SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026
Elabora: Giovani García Reyes







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Colón, Querétaro

Simbología

UGAs que inciden en el AP

- UGA 20
- UGA 26
- UGA 31
- UGA 32
- UGA 37
- UGAs restantes

Información general

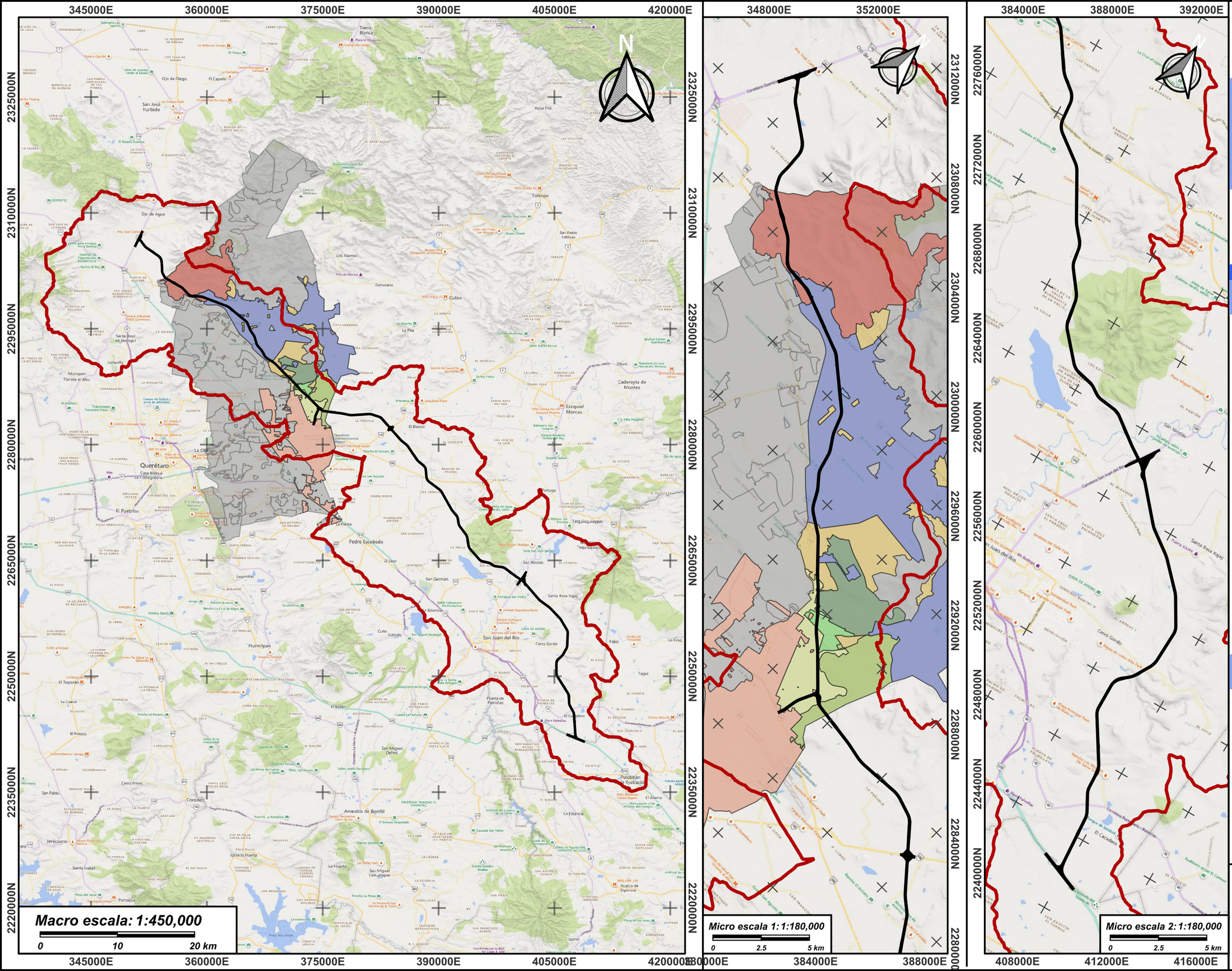
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SIORE (2018).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32614 Zone 14N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-03-2026



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de El Marqués, Querétaro

Simbología

UGAs que inciden en el AP

- UGA 17
- UGA 24
- UGA 20
- UGA 23
- UGA 22
- UGA 46
- UGA 48
- UGA 6
- UGA 8
- UGAs restantes

Información general

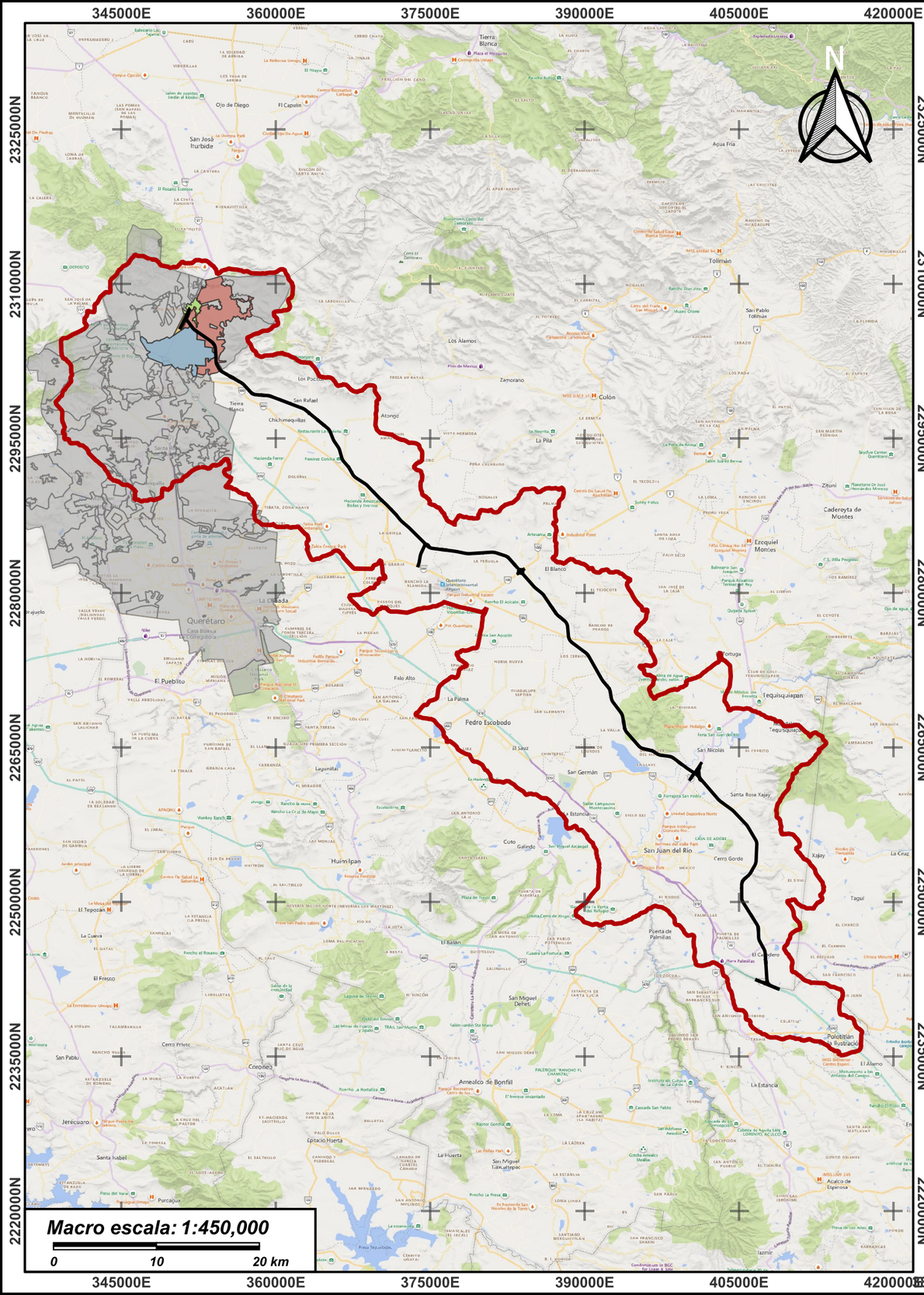
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

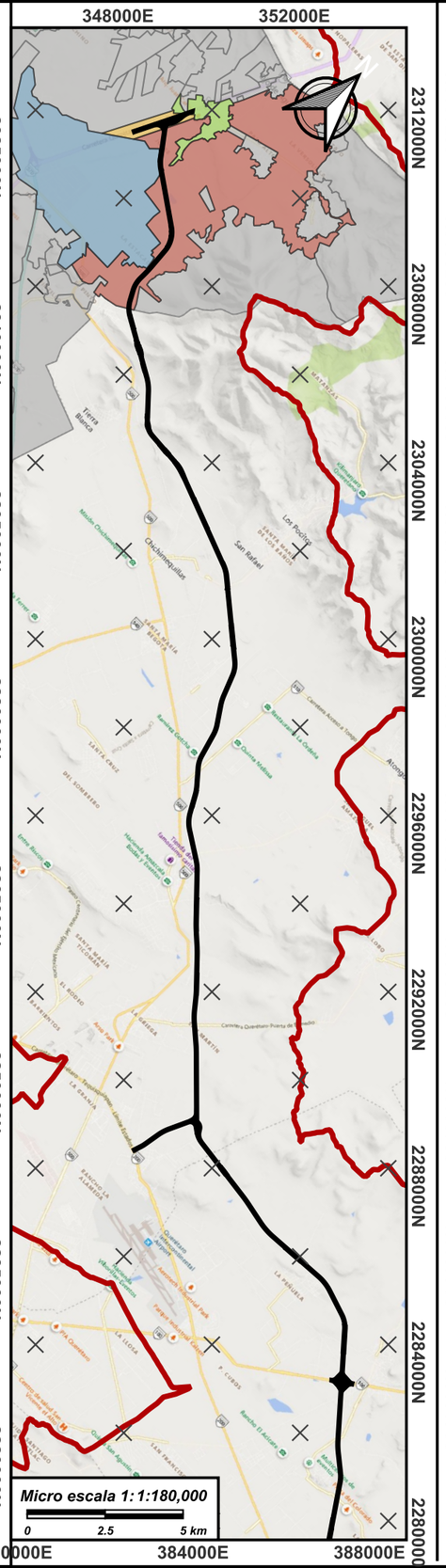
Ubicación

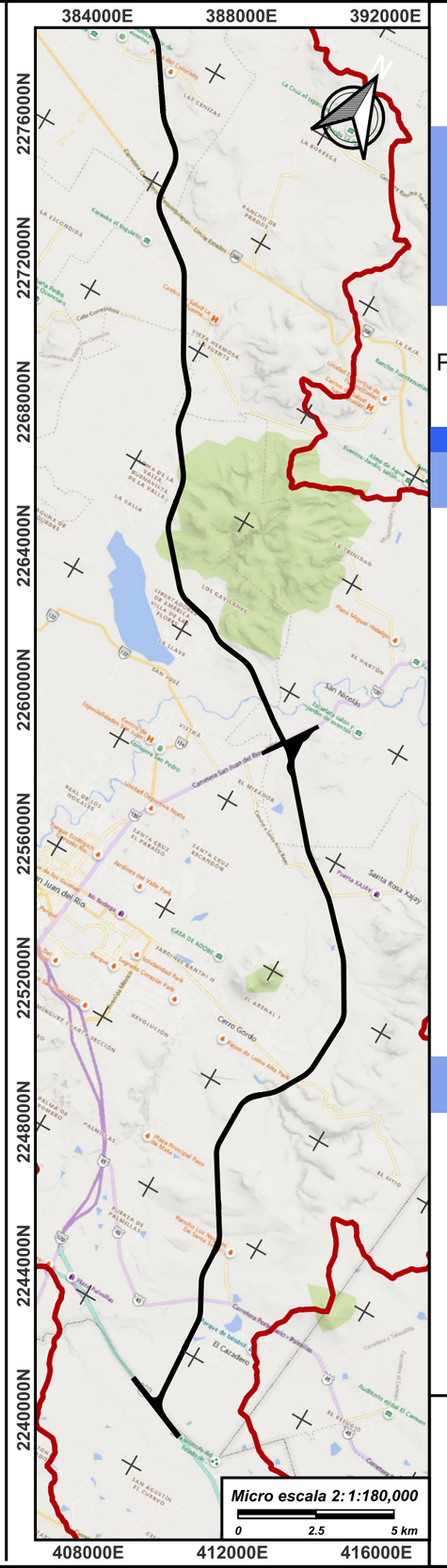


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SIORE (2018).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32614 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-03-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Querétaro, Querétaro

Simbología

UGAs que inciden en el AP

- UGA 15
- UGA 16
- UGA 20
- UGA 26
- UGAs restantes

Información general

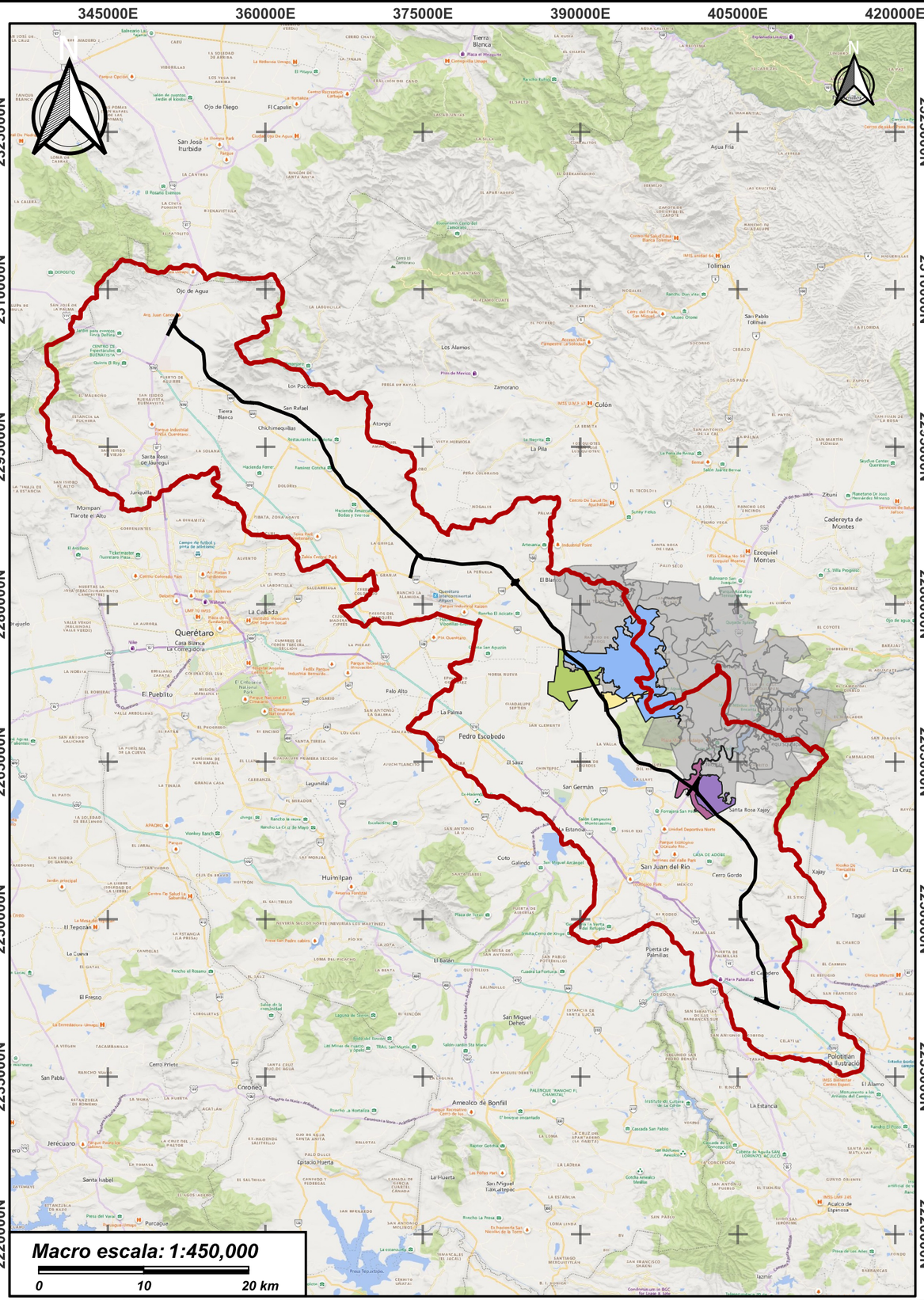
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

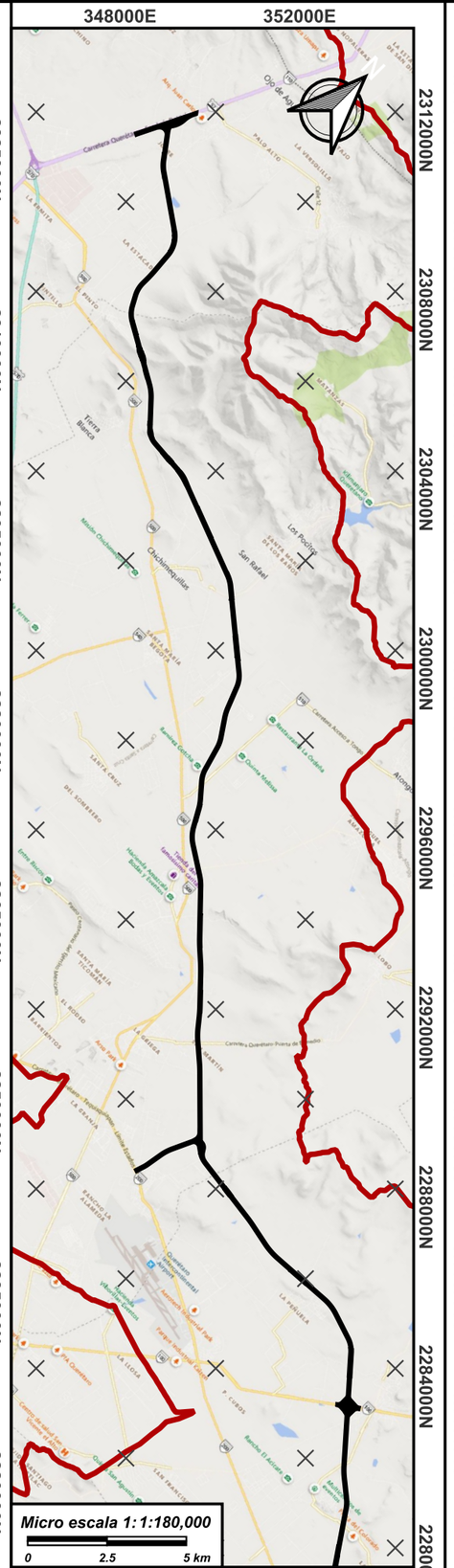
Ubicación

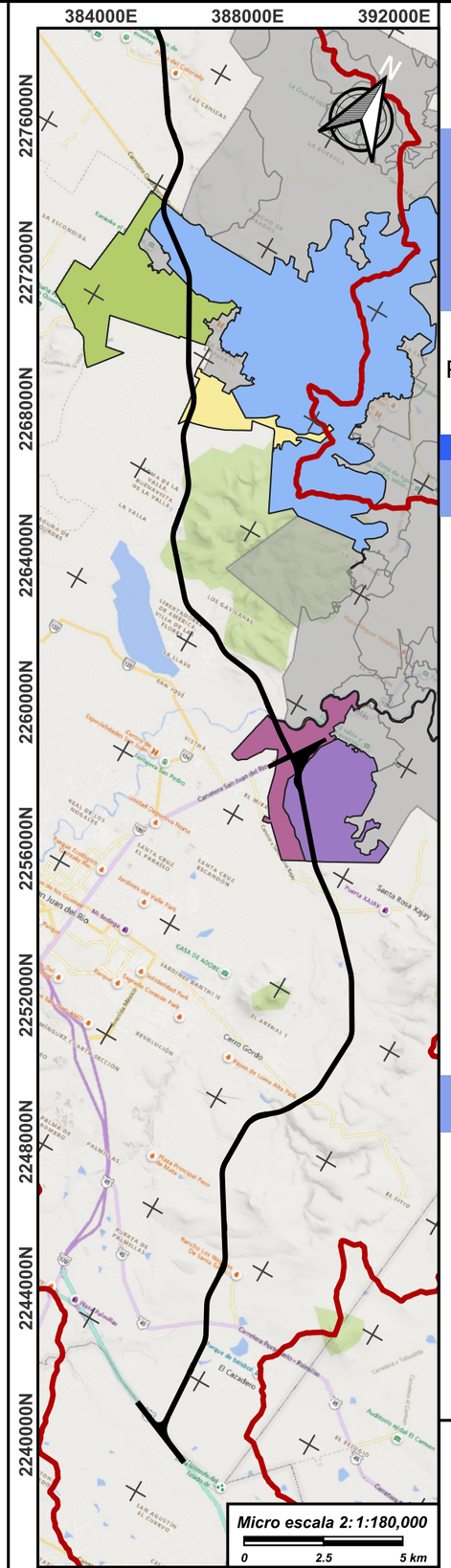


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SIORE (2014).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32614 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-03-2026
[redacted]







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Tequisquiapan, Querétaro

Simbología

UGAs que inciden en el AP

- UGA 11
- UGA 14
- UGA 26
- UGA 28
- UGA 29
- UGA 6
- UGAs restantes

Información general

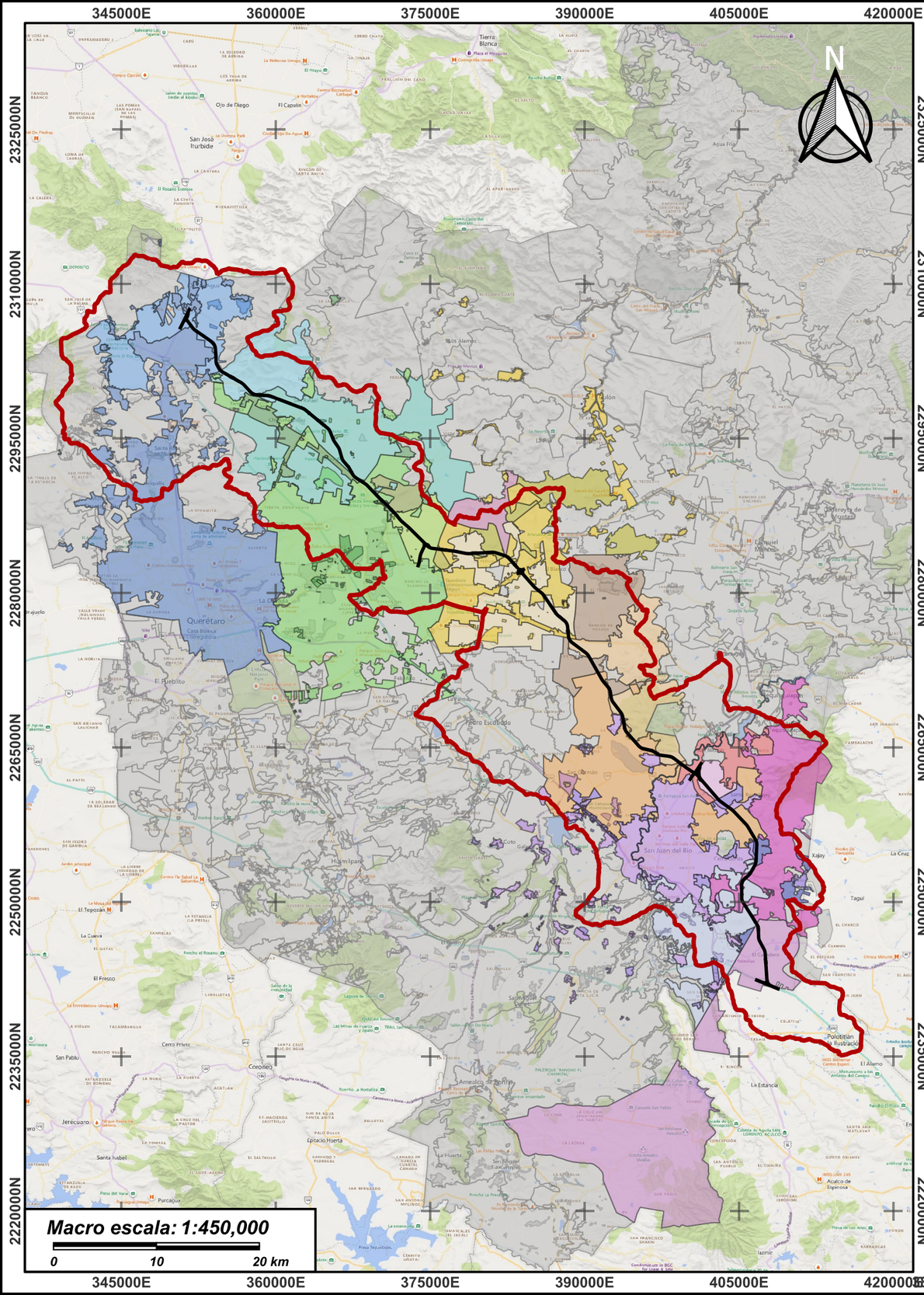
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

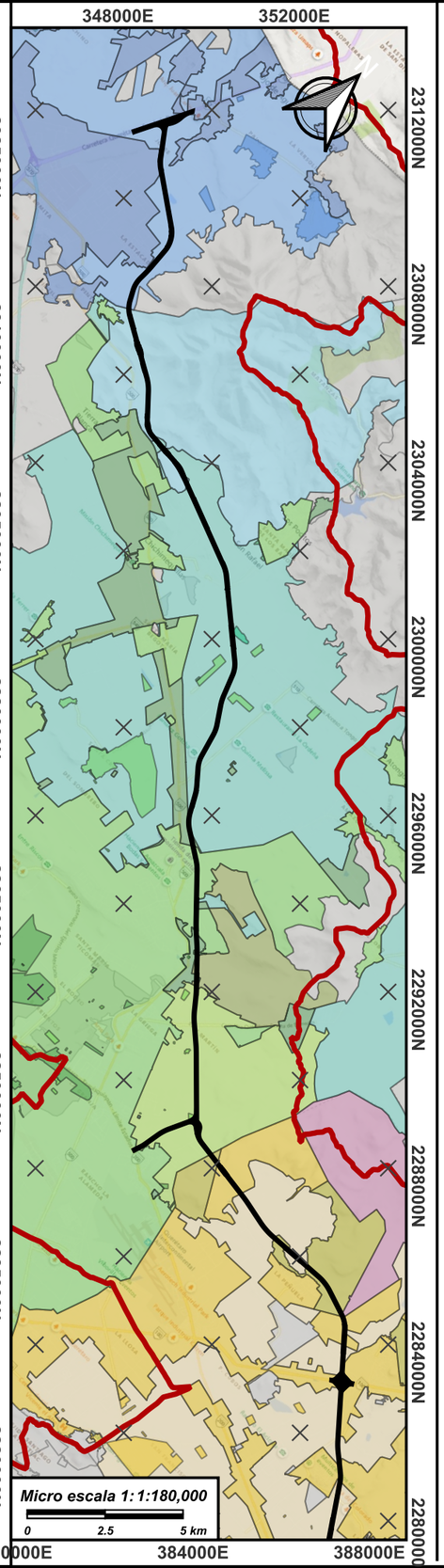
Ubicación

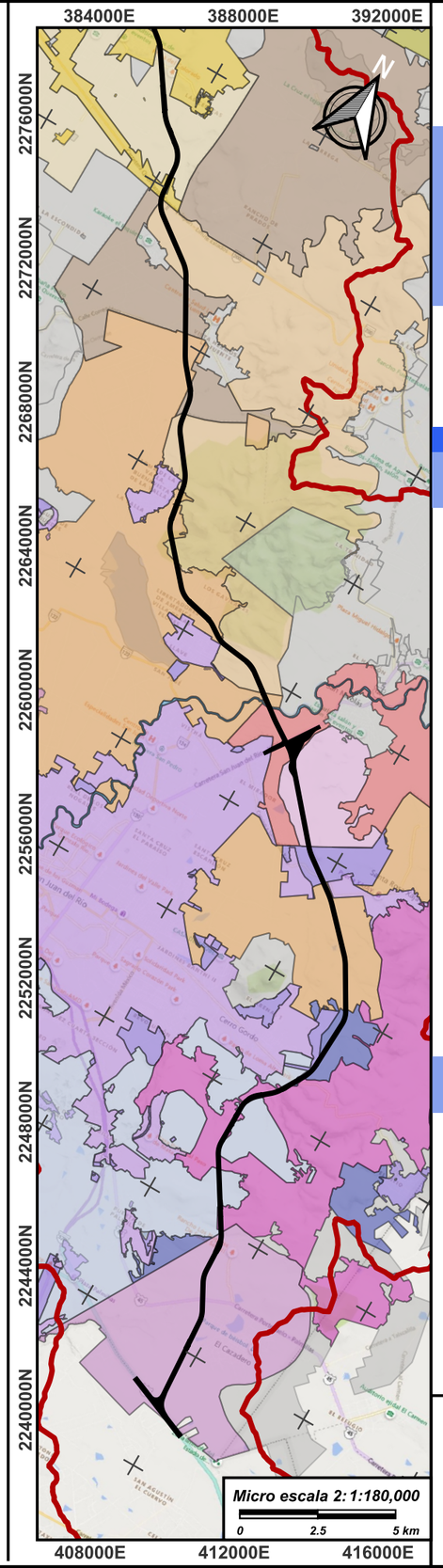


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SIORE (2015).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32614 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-03-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Querétaro (POEREQ)

Simbología

Número de UGA

- 100
- 119
- 121
- 127
- 132
- 133
- 135
- 160
- 165
- 166
- 169
- 190
- 193
- 200
- 201
- 202
- 204
- 265
- 269
- 275
- 280
- 285
- 319
- 321
- 70

Información general

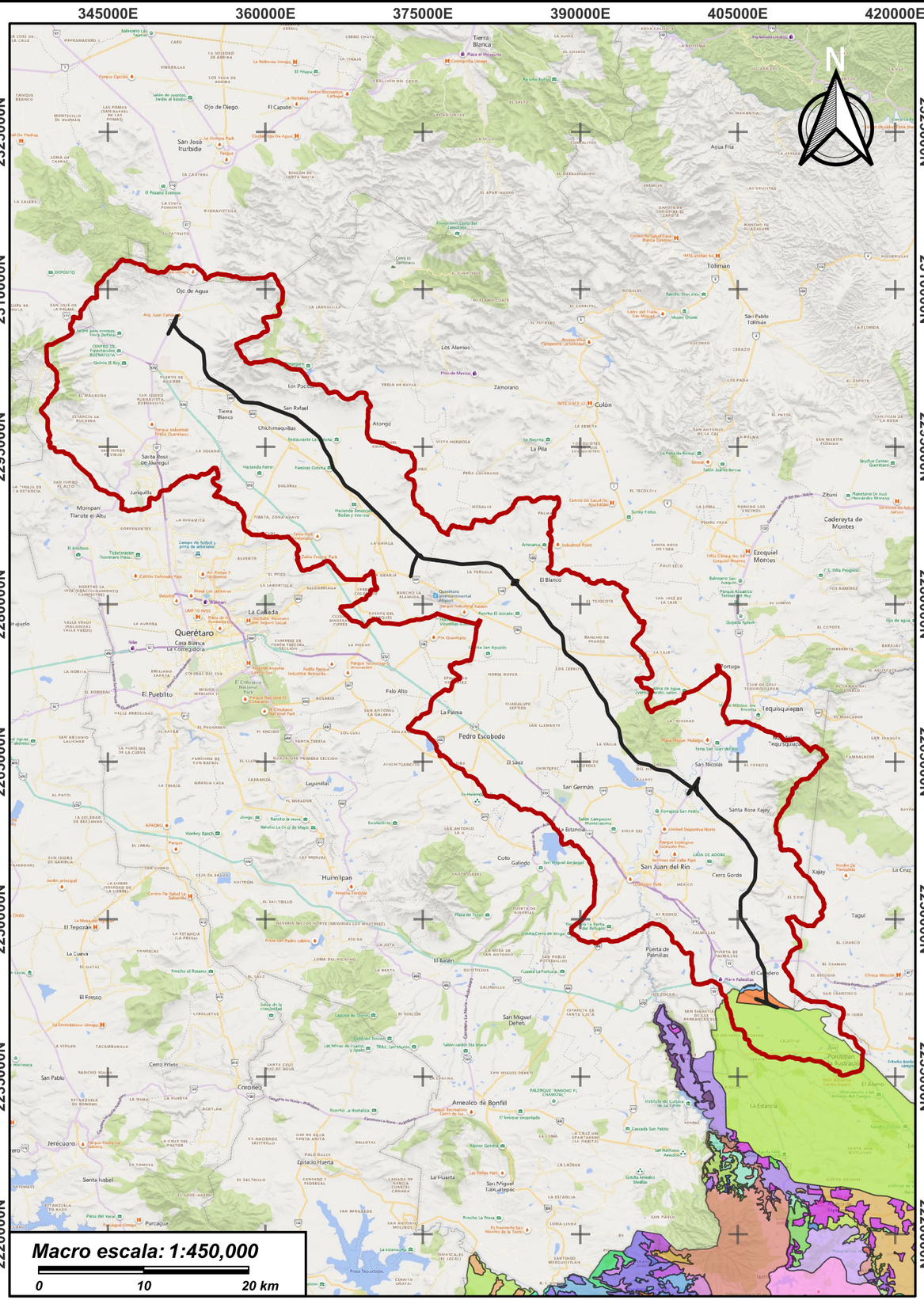
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

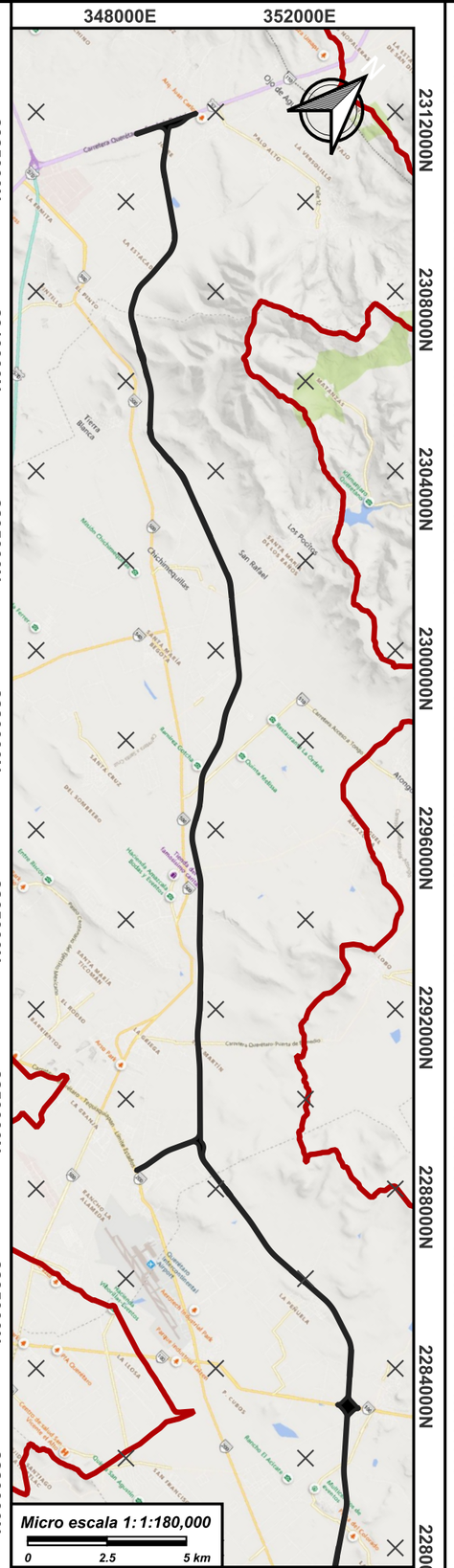
Ubicación

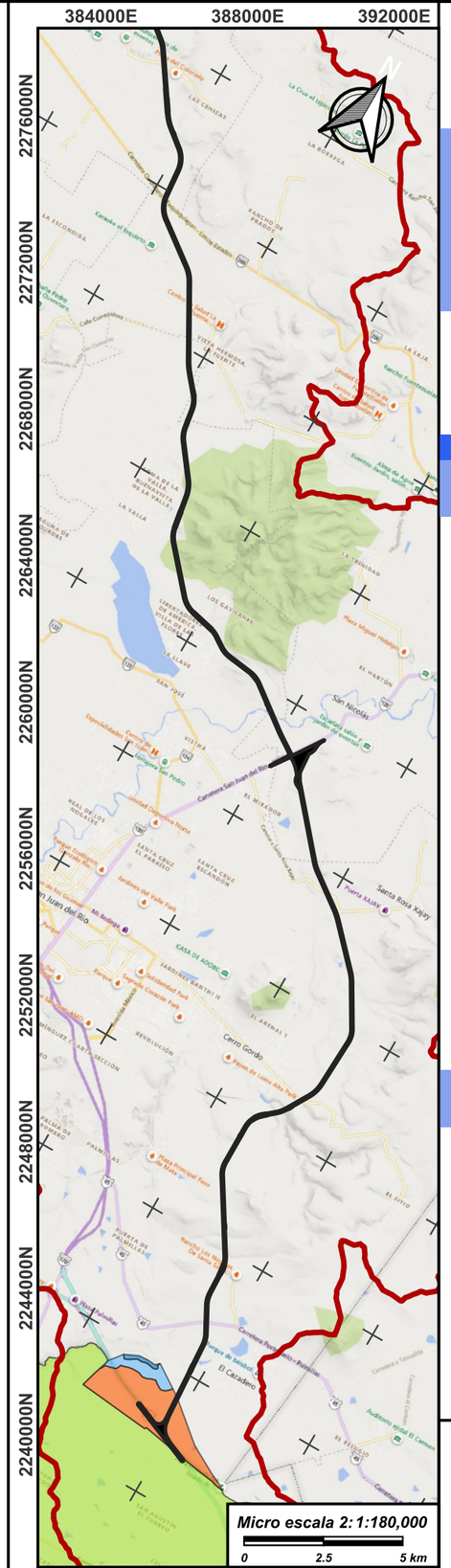


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: Secretaria de Desarrollo Sustentable y Poder Ejecutivo del Estado de Querétaro(2022).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-03-2026







Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Actualización del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM)

Simbología

UGAS que inciden en la RE

- ANPE-057
- UGA-0001
- UGA-0002
- UGA-0003

Información general

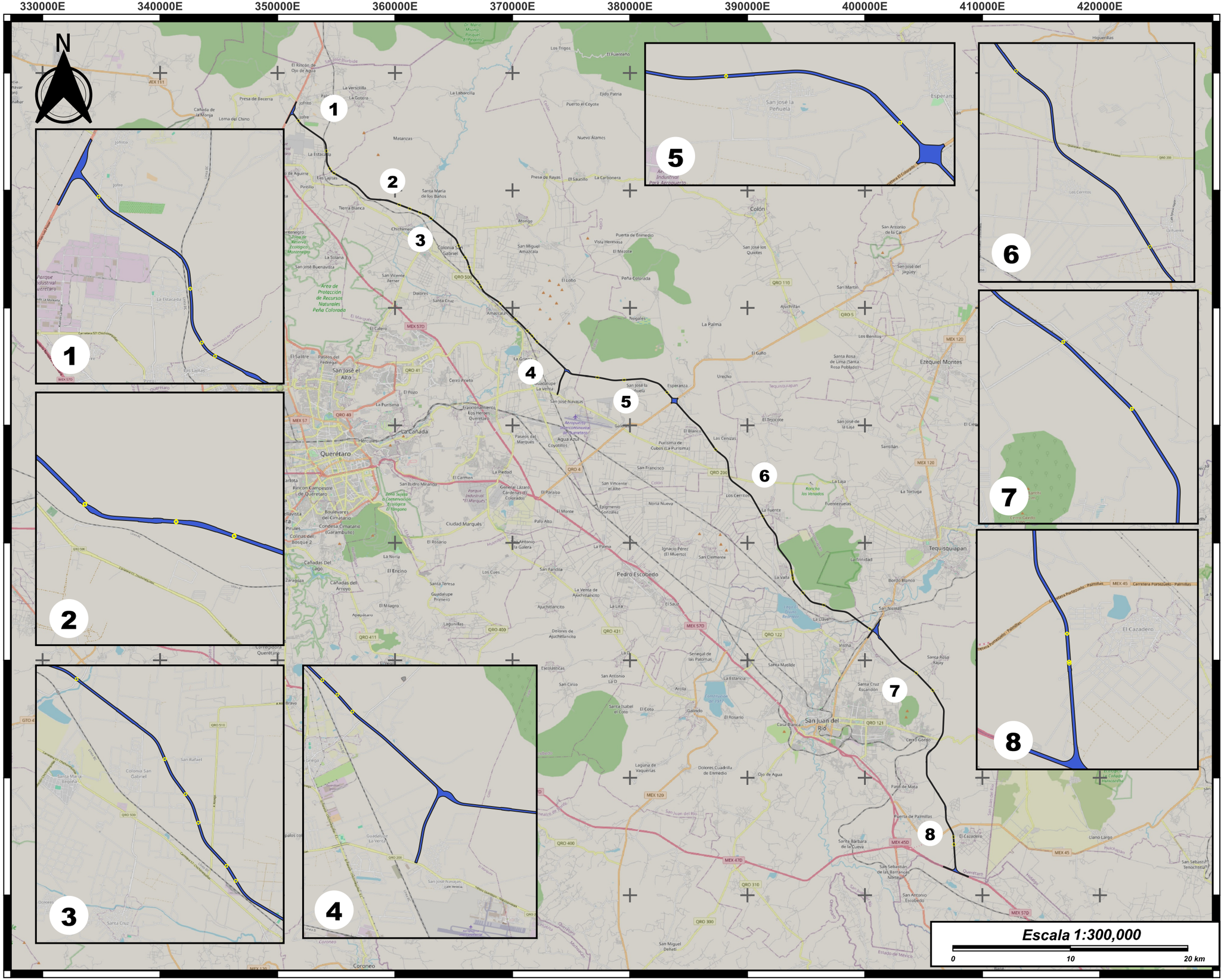
- Área del Proyecto (AP)
- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: Gobierno del Estado de México y Medio Ambiente (2023).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Pasos Superiores de Maquinaria Agricola (PSMA)

Simbología

- Envolvente de proyecto
- PSMA

Ubicación



Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026

330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E

2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N

N

1 2 3 4 5 6 7

Escala 1:300,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Pasos Superiores Vehiculares (PSV)

Simbología

- Envolvente de proyecto
- Pasos Superiores Vehiculares

Ubicación



Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026

330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E

2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N

N

1

2

3

4

Escala 1:300,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional (MIA-R) del proyecto:

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA: Obras de drenaje transversal

Simbología

- Envolvente de proyecto
- Puentes

Ubicación



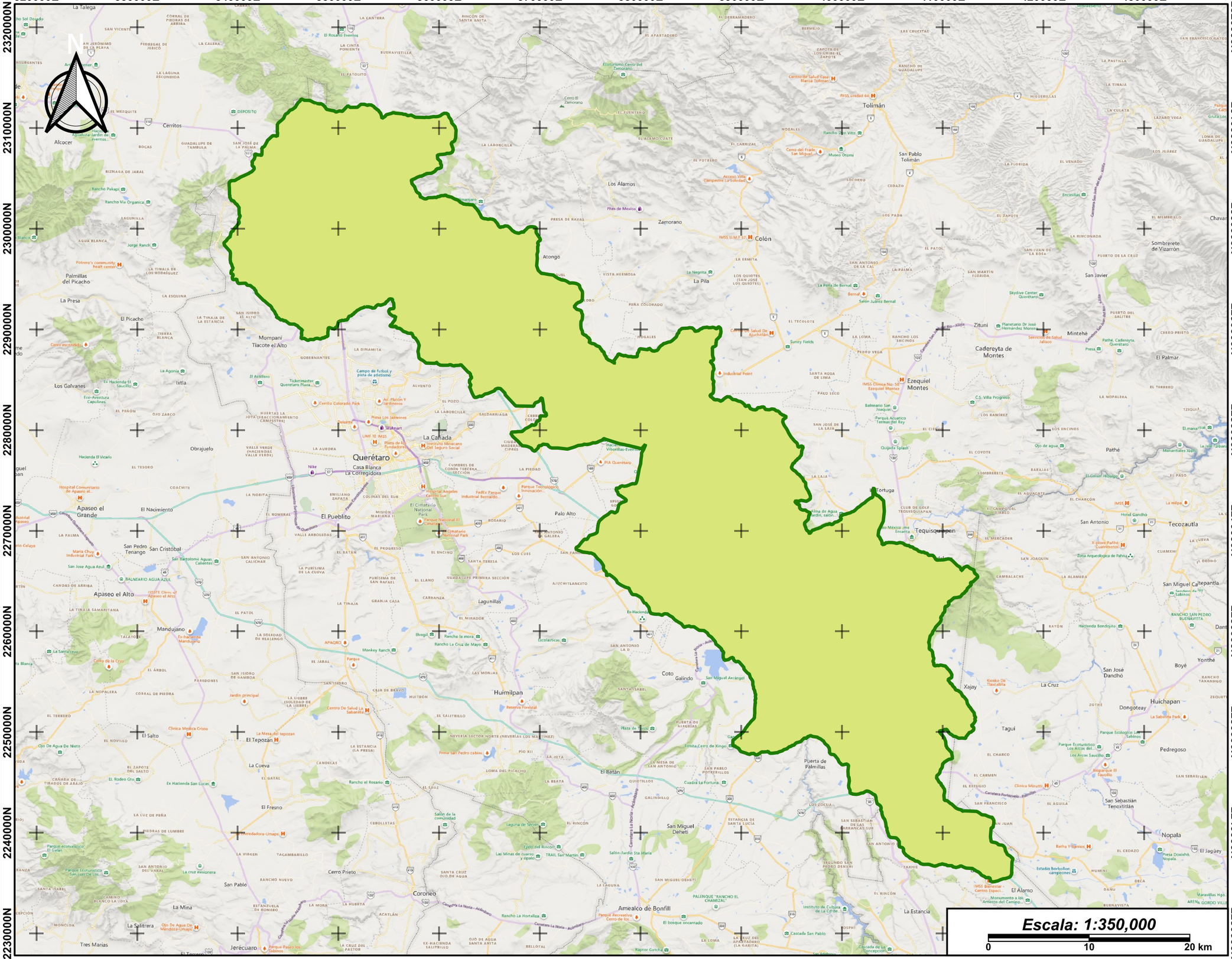
Estado de Queretaro

Macro Escala: 1:300,000
Mapa base: BING Map (2025)
Fuente: CONABIO (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32613 Zone 14N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 03-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N

2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Región Ecológica (RE)

Simbología

Región Ecológica (RE)

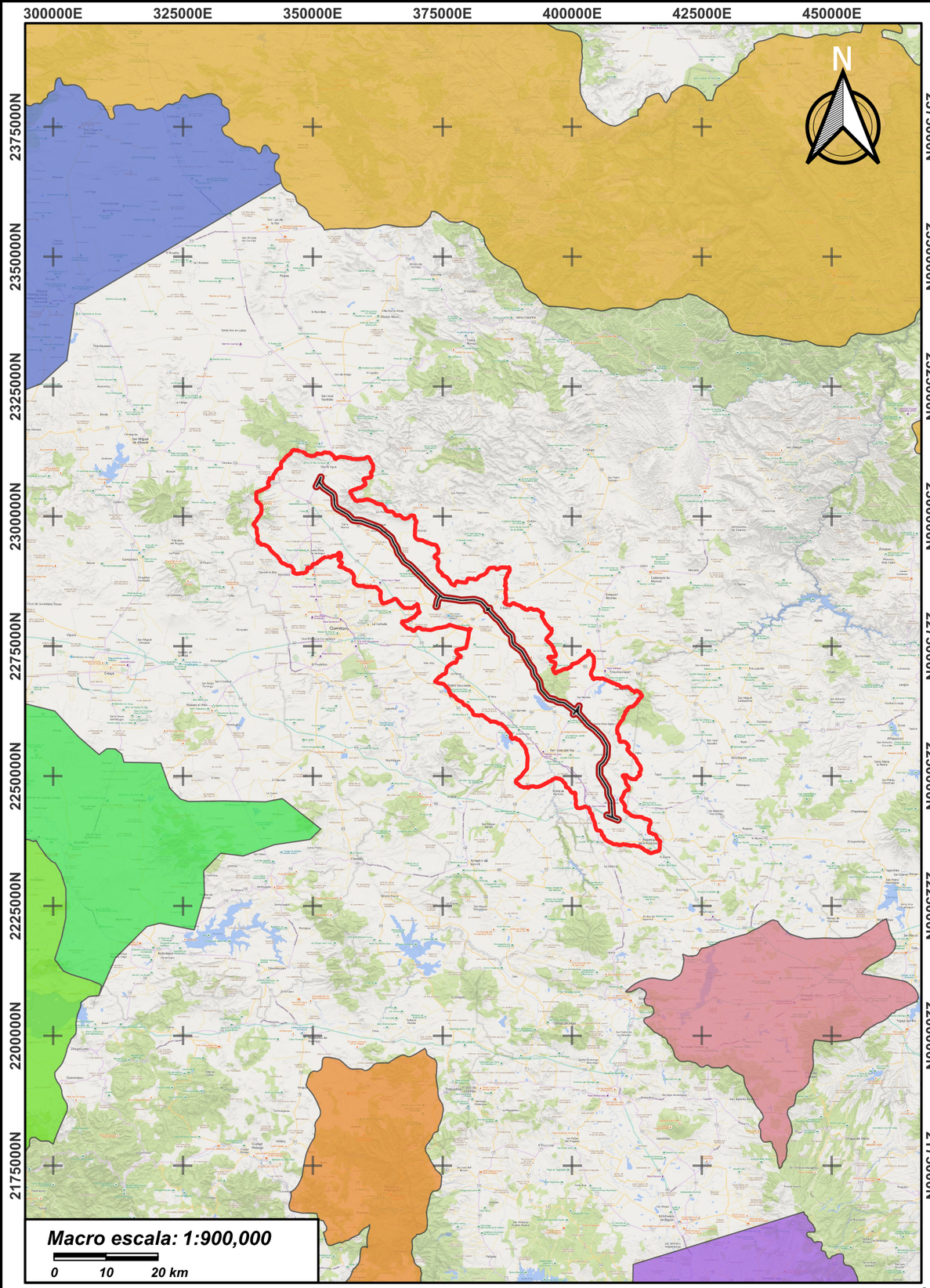
Ubicación

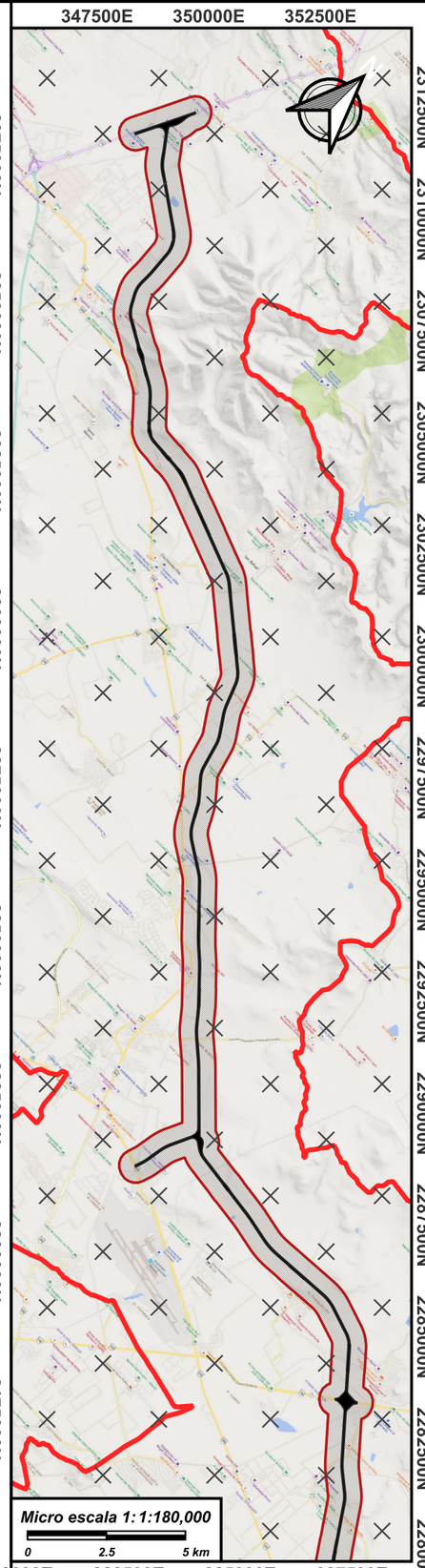


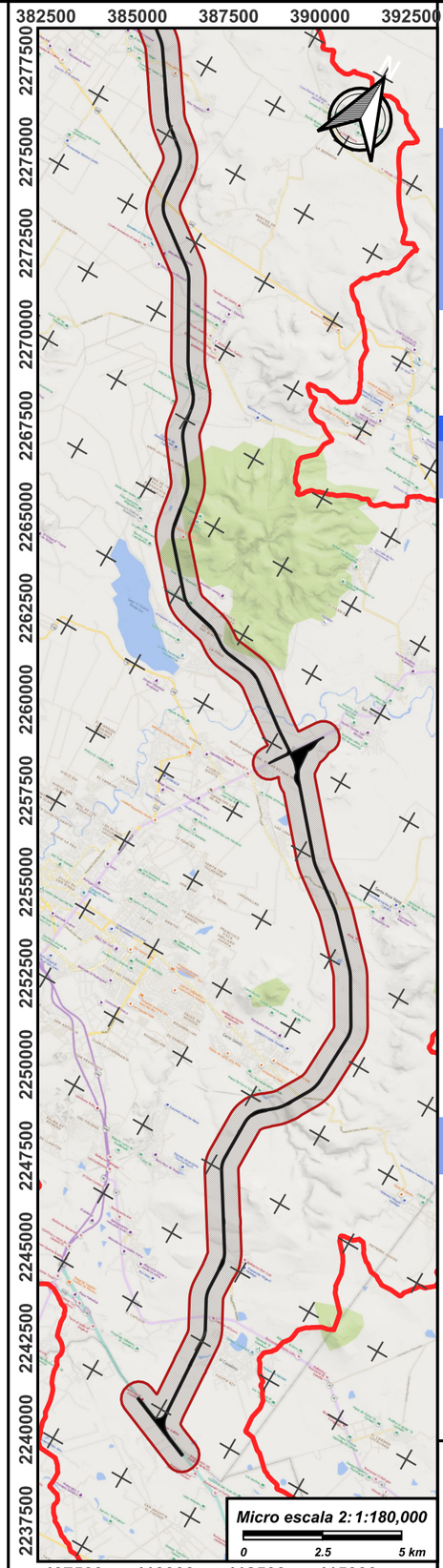
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2018).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026
[redacted]







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

RHPs

- Cabecera del Río de la Laja
- Cabecera del Río Lerma
- Confluencia de las Huastecas
- Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca
- Lagos-cráter del Valle de Santiago
- Los Azufres
- Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas

Ubicación

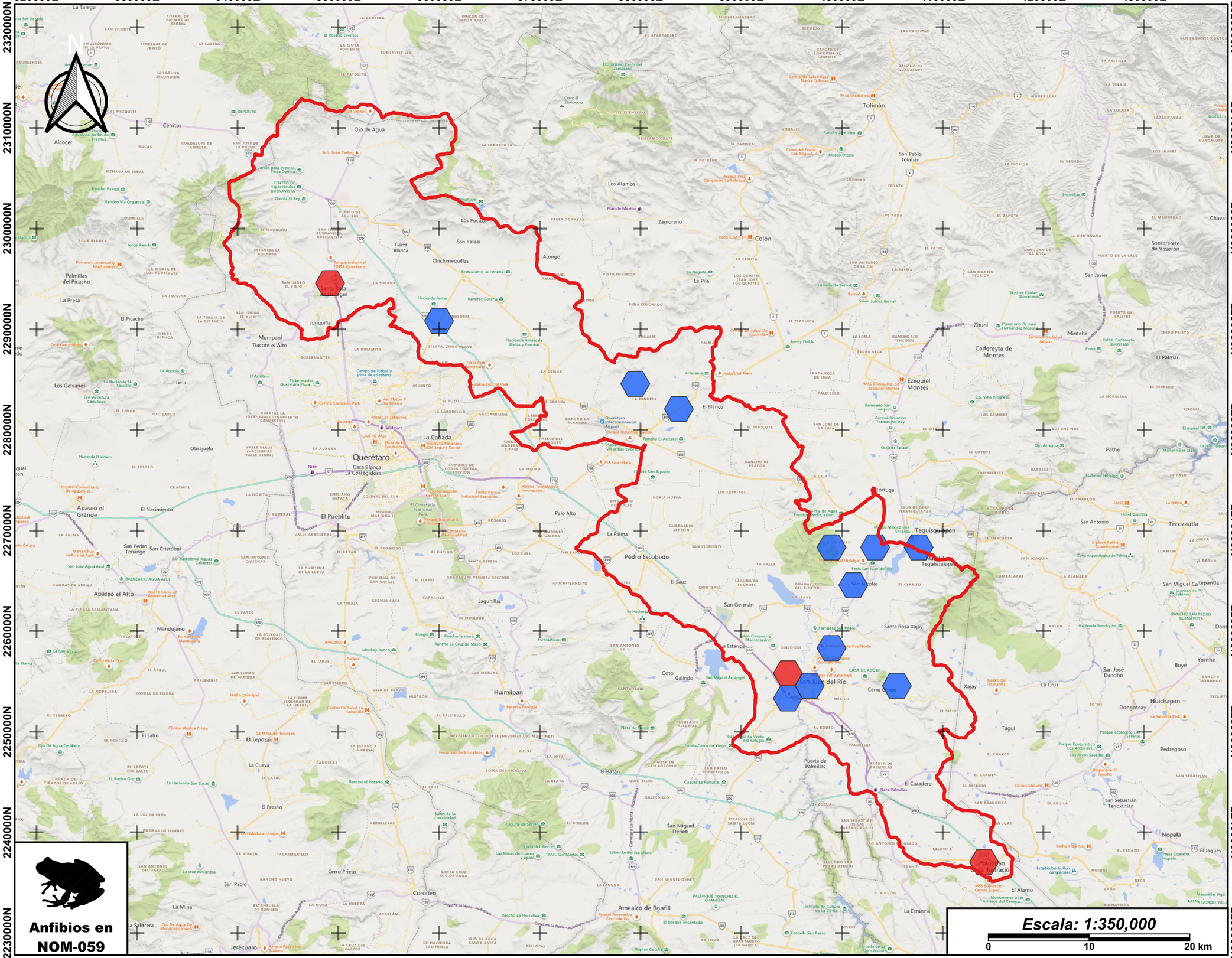


Estado de Querétaro

Macro Escala: 900,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



Anfibios en NOM-059

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de anfibios en NOM-059 potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1
- 3

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

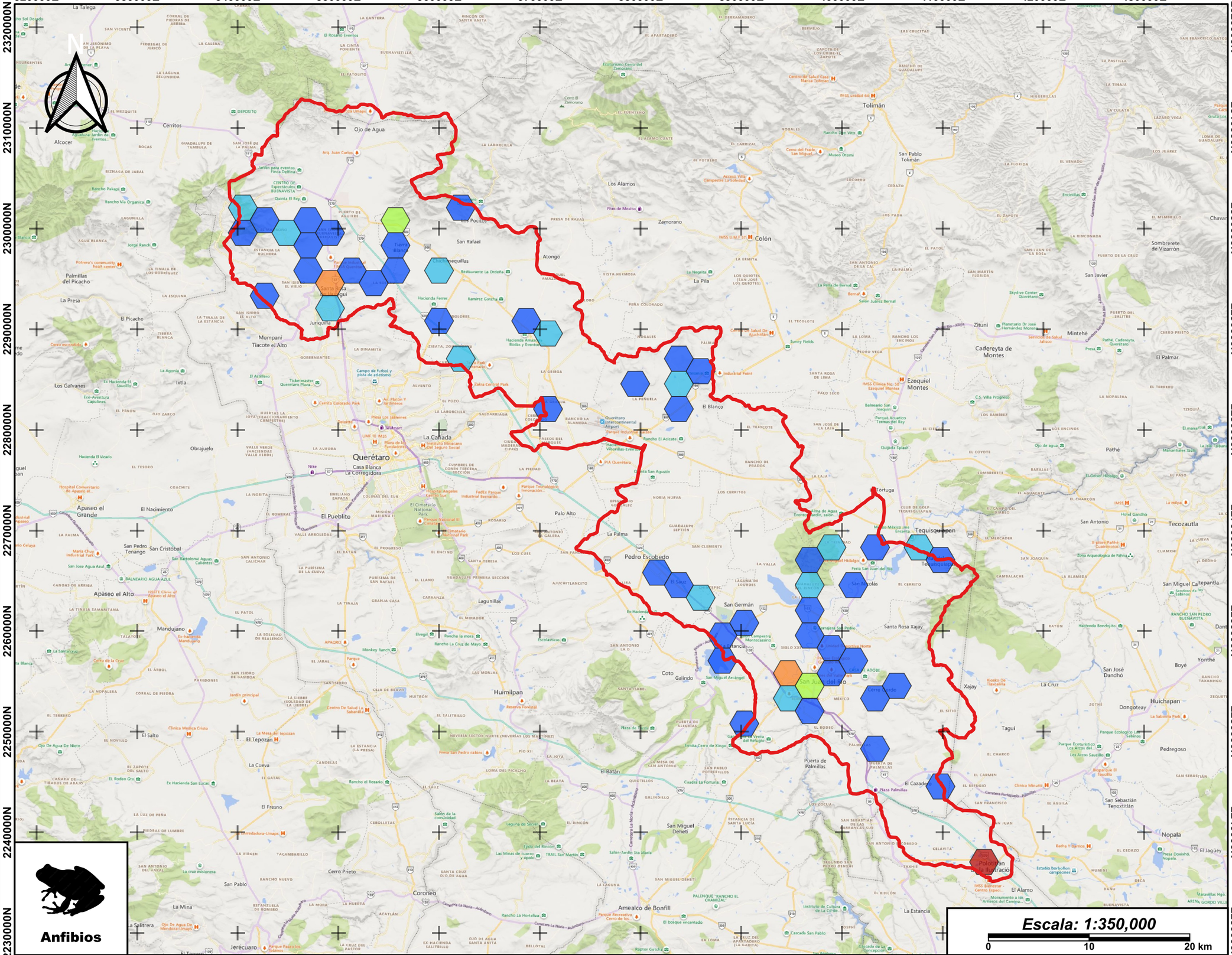
Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N

2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



Anfibios

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Riqueza de anfibios potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1
- 2
- 3
- 4
- 6

Información general

- Región Ecológica (RE)

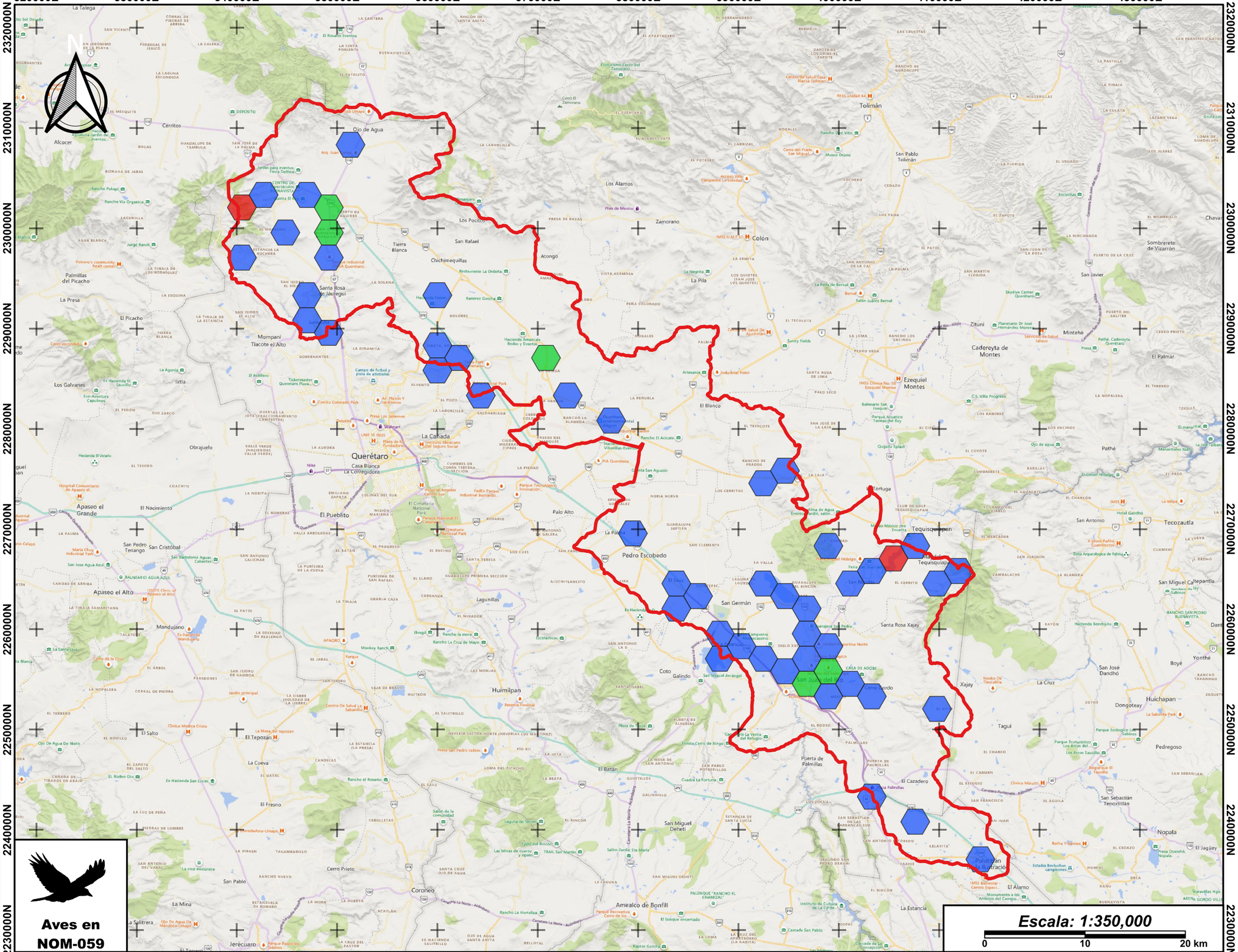
Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026



Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Riqueza de aves en NOM-059 potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuentes: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Aves

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de aves potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1 - 10
- 10 - 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 209

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Fauna en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Riqueza de fauna potencial en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 18

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Fauna

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Riqueza de fauna potencial por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1 - 10
- 10 - 20
- 20 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 213

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Alcocer · Cerritos · Ojo de Agua · Tolimán · San Pablo Tolimán · Los Álamos · Zamorano · Colón · Tierra Blanca · Los Pocitos · San Rafael · Chichimequillas · Atongo · La Pila · Palmillas del Picacho · La Presa · El Picacho · Santa Rosa de Jauregui · Juriquilla · Mompani · Tlacote el Alto · Los Galvanes · Ixtla · Obrajuelo · La Cañada · Querétaro · Casa Blanca La Corregidora · Apaseo el Grande · El Nacimiento · El Pueblito · San Pedro Tenango · San Cristóbal · Apaseo el Alto · Mandujano · Pedro Escobedo · La Palma · Palo Alto · El Sauz · San Germán · Lagunillas · Huimilpan · Coto Galindo · La Estancia · San Juan del Río · Cerro Gordo · Xajay · Santa Rosa Xajay · Tequisquiapan · Ezequiel Montes · Cadereyta de Montes · Zituni · Mintehé · El Blanco · Puerta de Palmillas · El Cazadero · Polotitlán de la Ilustración · Tortuga · Amealco de Bonfil · Jerécuaro · Coronéo · San Miguel Deheti · El Fresno · La Cueva · El Salto · El Tepozán · El Rodeo · Pedregoso · Tagui · Dongoteay · Huichapan · San Javier · Sombrerete de Vizarrón · Pathé · El Palmar · Nopala · El Jagüey · Tecozautla · Yonthé · Boyé · San José Dandhó · San Miguel Cantepantla · Chavarría



Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de flora potencial en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1
- 2
- 3

Información general

- Región Ecológica (RE)

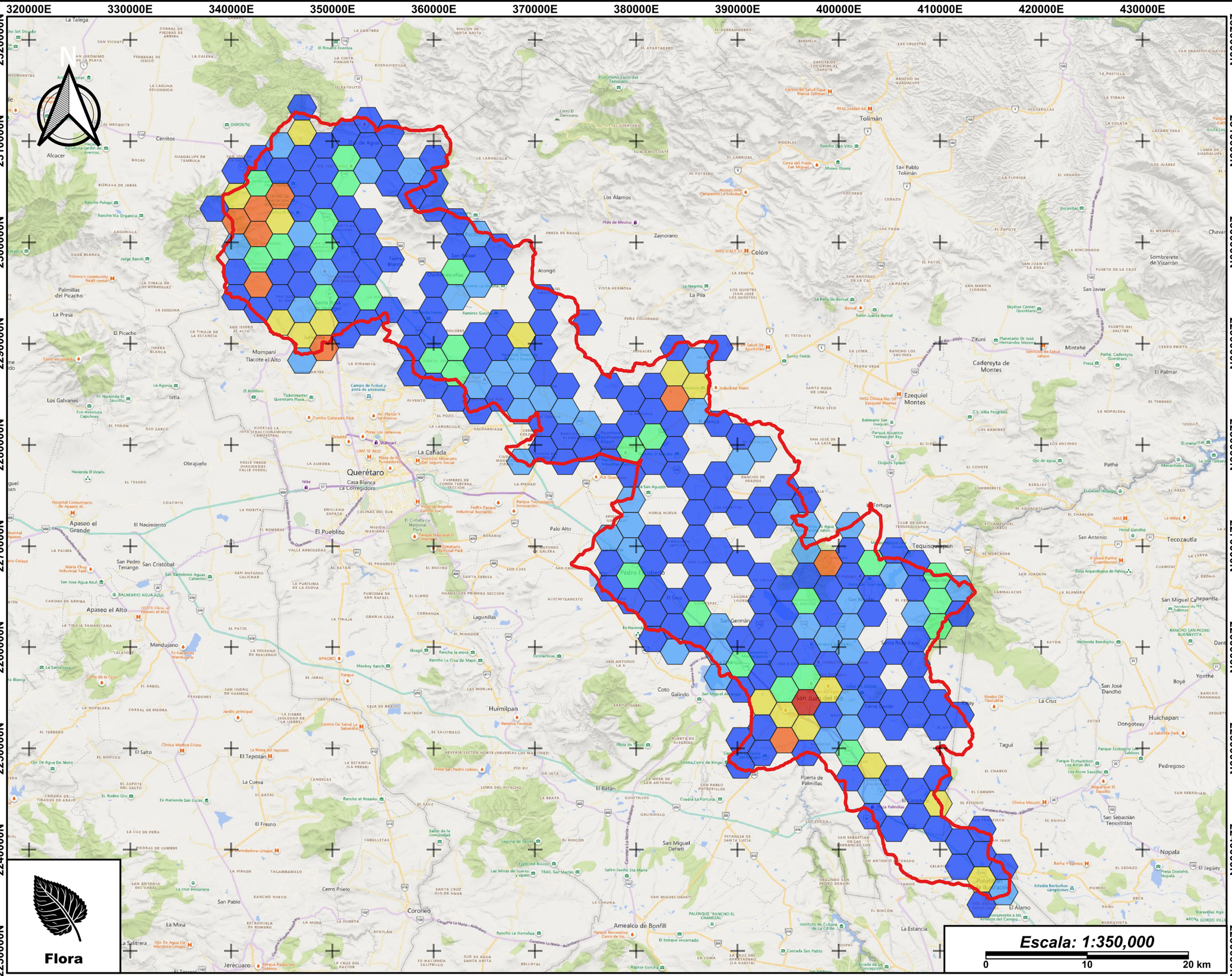
Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026



OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza potencial de flora por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- 200 - 222

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026
[redacted]

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N

2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Mamíferos en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de mamíferos potenciales en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

1

Información general

Región Ecológica (RE)

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Mamíferos

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:

Abundancia de mamíferos potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de individuos

- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 25
- 25 - 57

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación



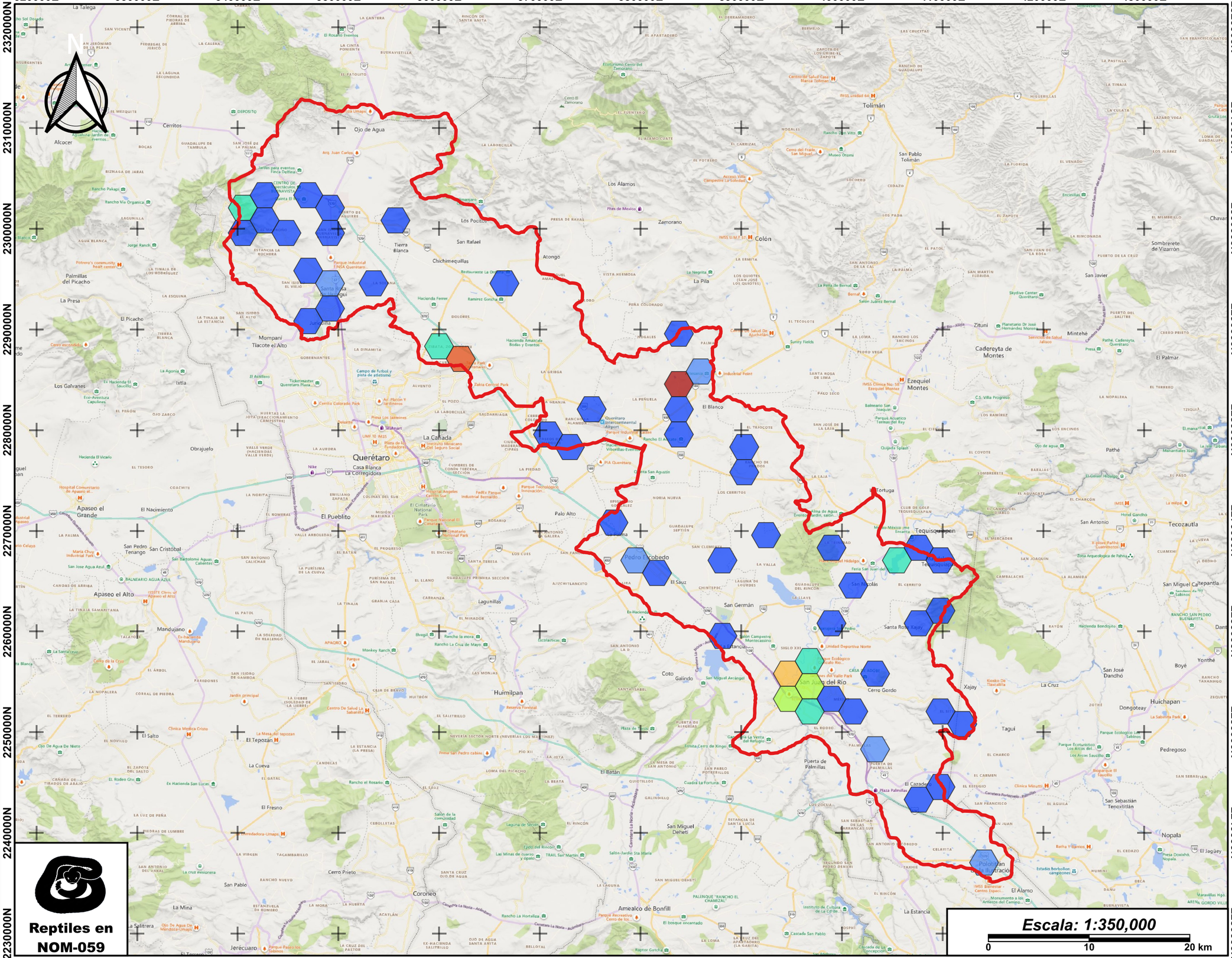
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-[redacted]

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N



Reptiles en NOM-059

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de reptiles potenciales en NOM-059 por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7

Información general

- Región Ecológica (RE)

Ubicación

Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026

320000E 330000E 340000E 350000E 360000E 370000E 380000E 390000E 400000E 410000E 420000E 430000E

2320000N 2310000N 2300000N 2290000N 2280000N 2270000N 2260000N 2250000N 2240000N 2230000N

N

Reptiles

Escala: 1:350,000

0 10 20 km

OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Riqueza de reptiles potenciales por hexagonales de dimensiones fijas

Simbología

Número de especies

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 10
- 14

Información general

- Región Ecológica (RE)

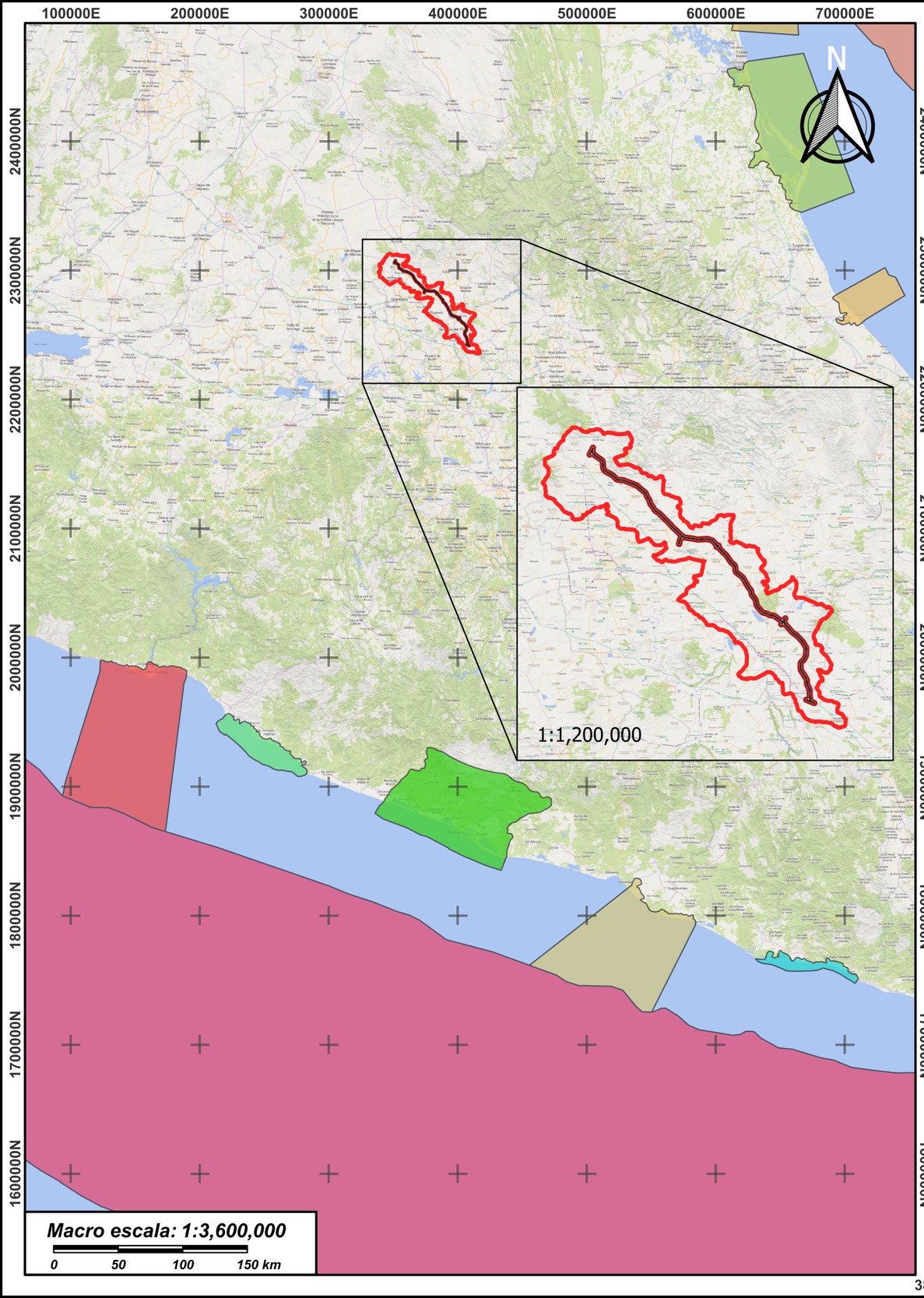
Ubicación

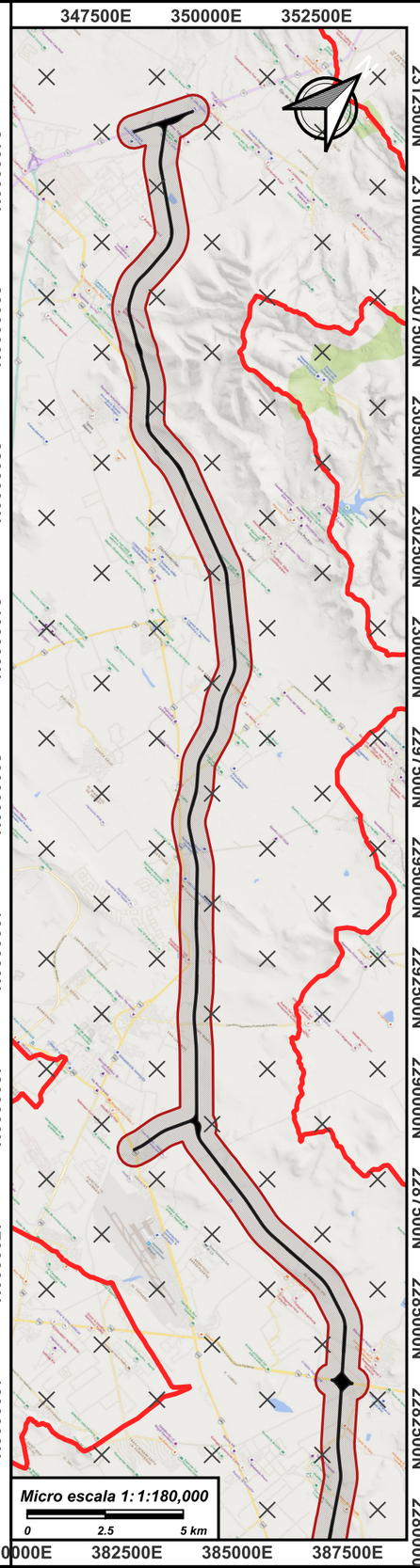


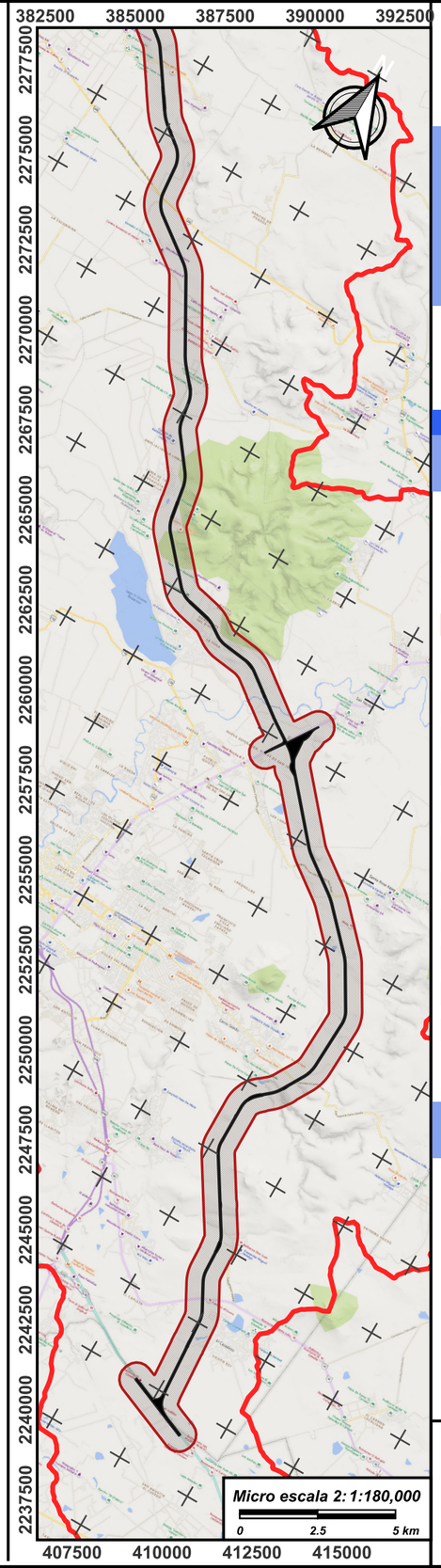
Estado de Querétaro

Macro Escala: 350,000

Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: SNIB (2025).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Proyección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 04-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Regiones Marítimas Prioritarias (RMPs) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

RMPs

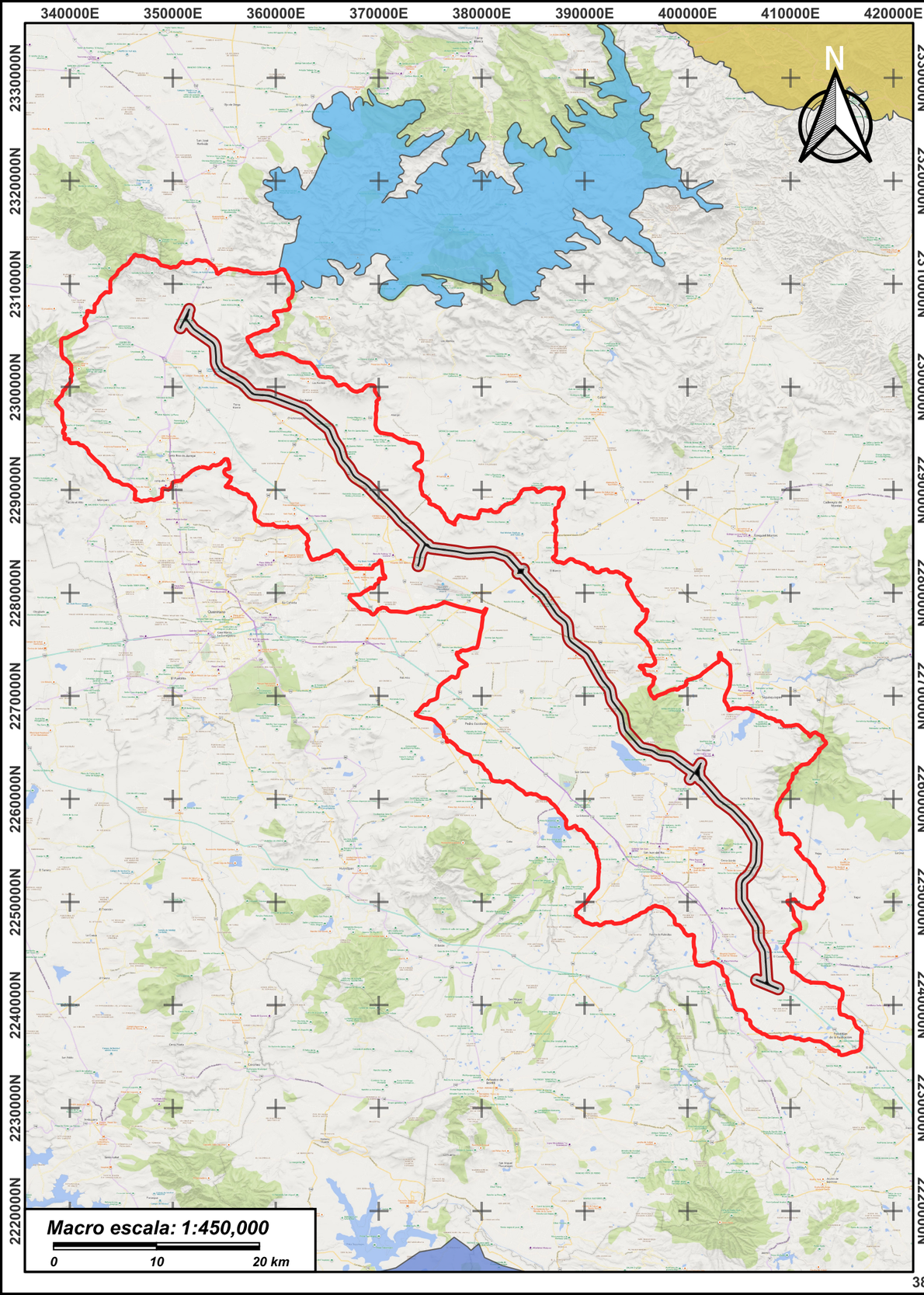
- Chacahua-Escobilla
- Copala-Punta Maldonado
- Coyuca-Tres Palos
- Giro Tamaulipeco
- Laguna San Andrés
- Mexiquillo-Delta del Balsas
- Pueblo Viejo-Tamiahua
- Tecolutla
- Tlacoyunque
- Trinchera Mesoamericana-ZEE

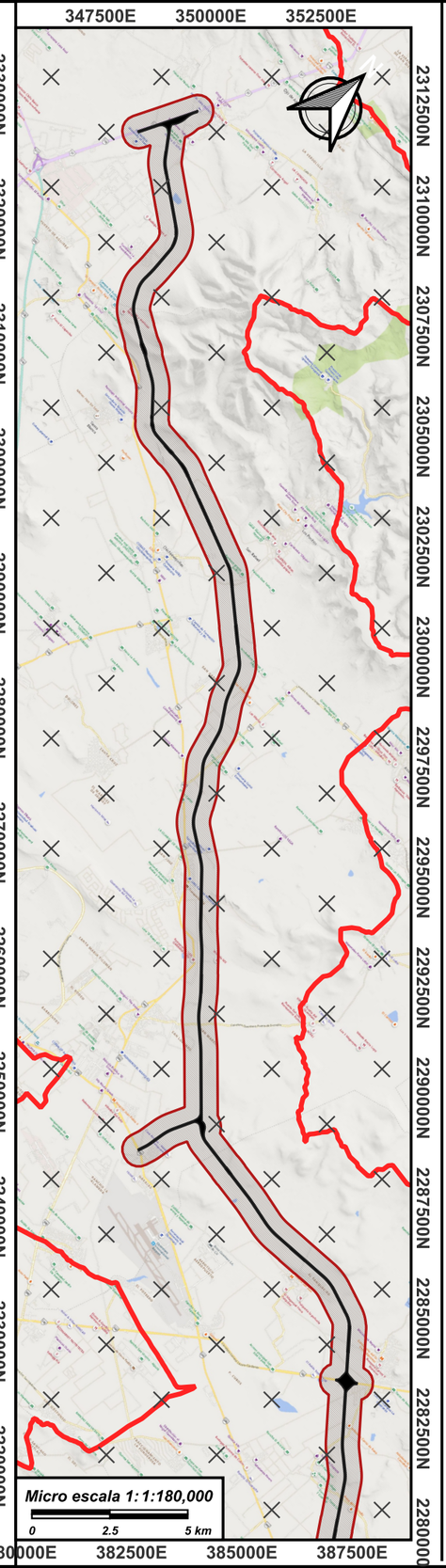
Ubicación

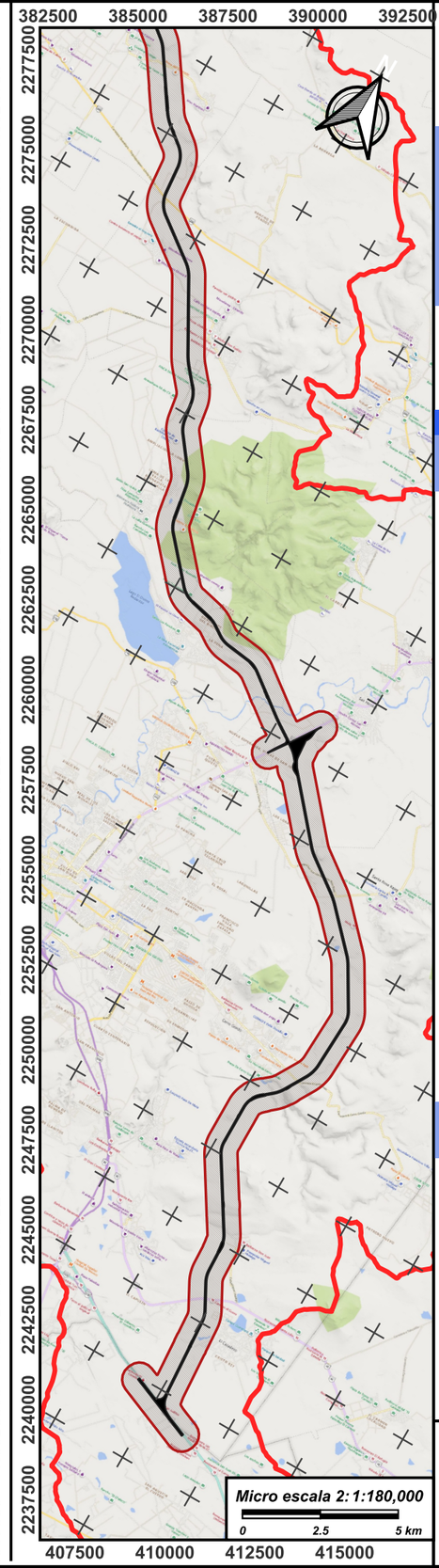


Estado de Querétaro

Macro Escala: 3,600,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

RTPs

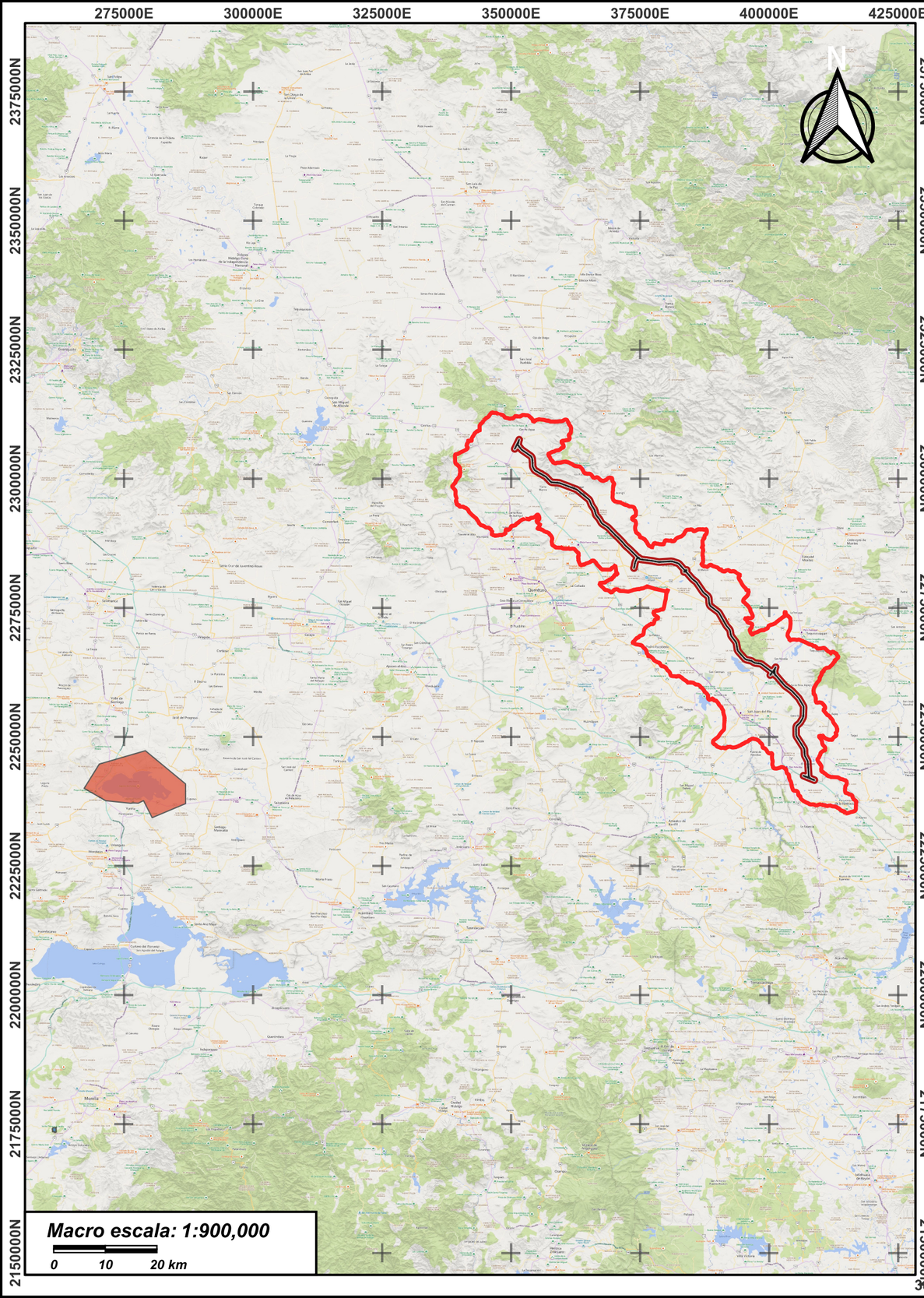
- Cerro Zamorano
- Sierra de Chincua
- Sierra Gorda-río Moctezuma

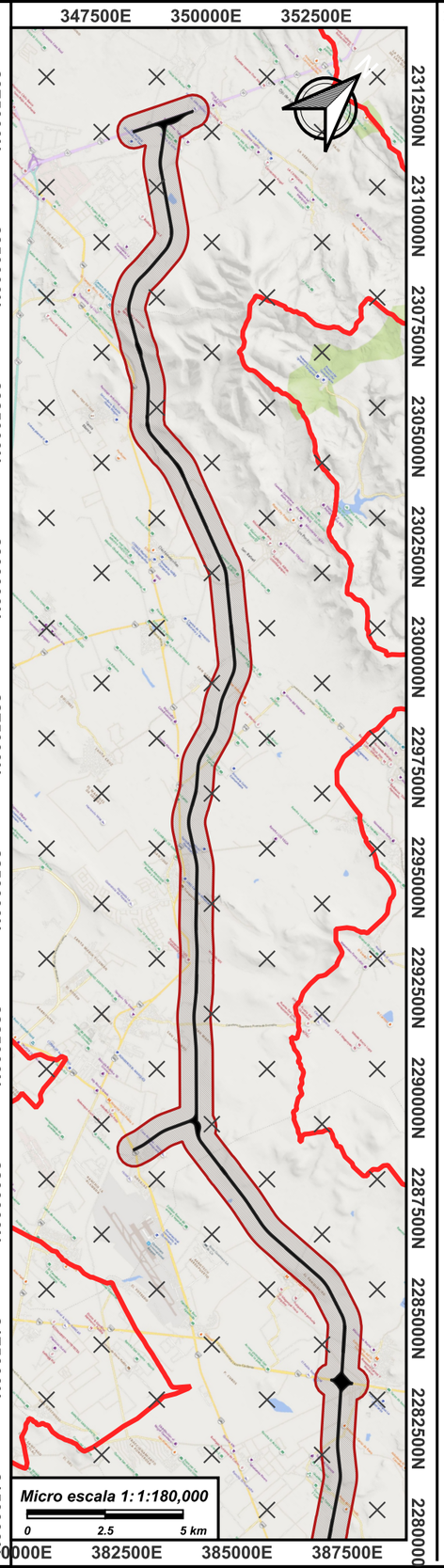
Ubicación

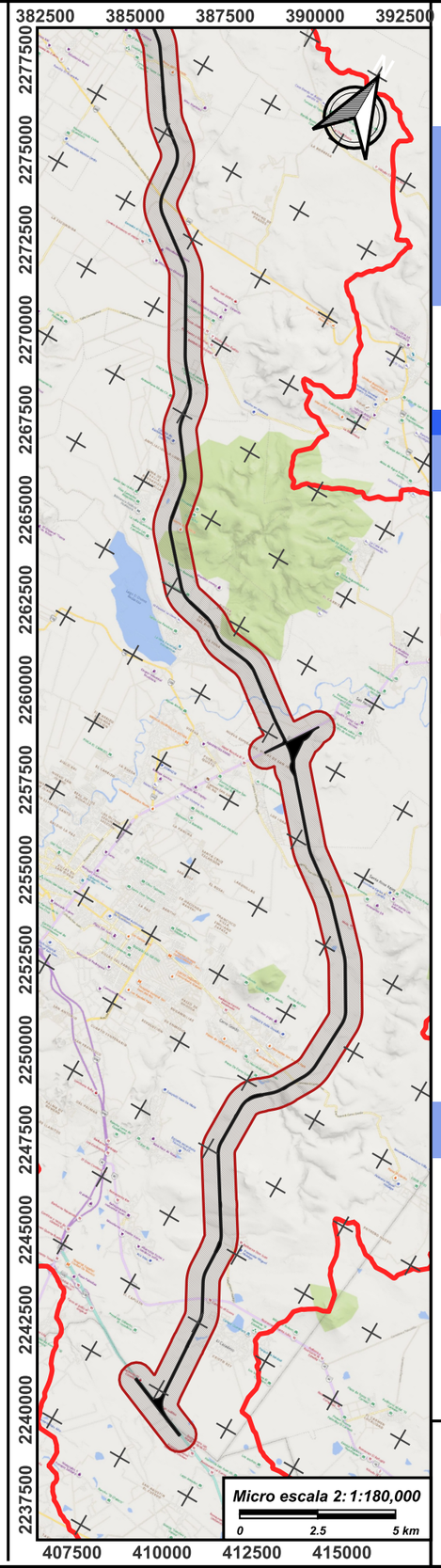


Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Sitios RAMSAR en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

Sitios Ramsar

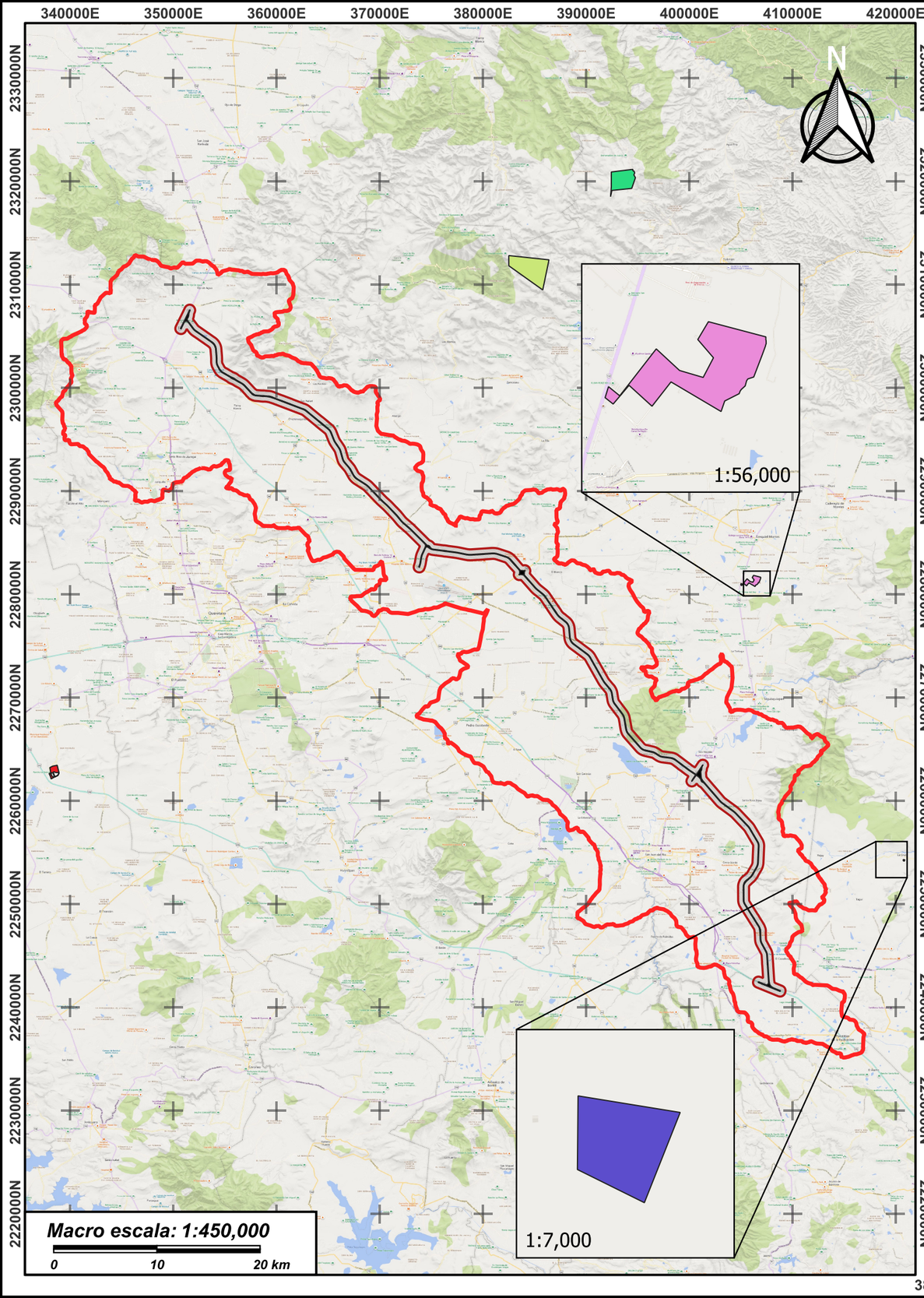
- Laguna de Yuriria

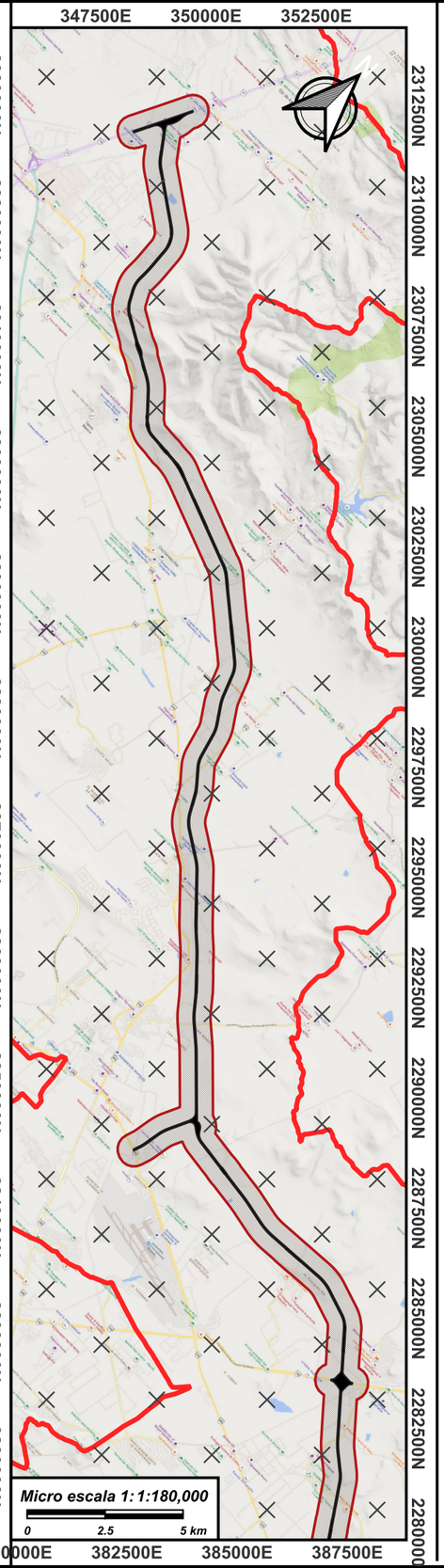
Ubicación

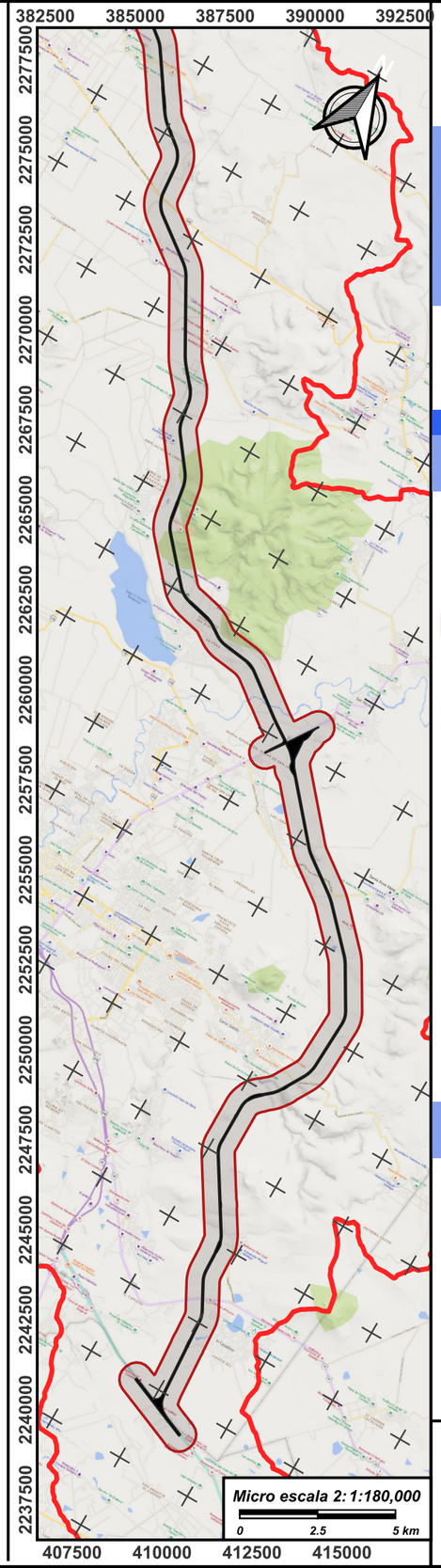


Estado de Querétaro

Macro Escala: 900,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026







OMEGA

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) para el proyecto :

"Libramiento Metropolitano de Querétaro (LMQ)"

MAPA:
Unidades de Manejo Ambiental (UMAs) en la RE y el AP

Simbología

Información general

- Área del Proyecto (AP)
- Área de Influencia (AI)
- Región Ecológica (RE)

UMAs

- El Parral
- Humus Recuperacion y Desarrollo del Entorno

Ubicación



Estado de Querétaro

Macro Escala: 450,000
Micro Escala 1: 180,000
Micro Escala 2: 180,000
Datos vectoriales: Información vectorial proporcionada por el promovente.
Mapa base: Mapa de Bing en formato Terrain (2026)
Fuente: INEGI (2024).
Coordinate System: WGS84 1984 UTM 32616 Zone 16N.
Projección: Universal Transverse Mercator (UTM)
Datum: WGS 1984
Fecha de elaboración: 09-02-2026