

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

PROYECTO

**“Ocupación de la zona federal y el cauce de un arroyo en el Fraccionamiento
Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, Morelia, Michoacán”**



PROMUEVE

CORPORATIVO TRES MARIAS S.A.P.I.B. DE C.V.



ESTUDIO PROMOVIDO ANTE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, CON BASE EN EL
ARTÍCULO 28 DE LA LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y
PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y ARTÍCULO 5 DE SU REGLAMENTO EN
MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

Morelia, Mich. agosto de 2026

CAPÍTULO I.....	5
DESCRIPCIÓN GENERALES	5
I.- Datos generales del proyecto	5
I.1. Nombre del proyecto.....	5
I.2 Ubicación del proyecto (localidad, municipio y estado).....	5
I.3 Datos generales del promovente.....	6
I.4 Nombre o razón social	6
I.5 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.....	6
I.6 Nombre y cargo del representante legal.....	6
I.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	6
I.8 Teléfono y correo electrónico de contacto.....	7
I.9 Nombre del responsable técnico del estudio	7
I.9.1 Lista de personal, participación y perfil.....	7
CAPÍTULO II.....	9
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	9
II.1 Dimensiones del proyecto.....	12
INVERSIÓN REQUERIDA	16
II.2 Fuentes de financiamiento y porcentajes de distribución.....	16
II.3 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 3.	16
II.4 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 4.	16
II.5 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 5.	17
II.6 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 6.	17
II.7 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 7.	17
II.8 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 8.	17
II.9 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 9.	17
II.10 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 10.	18
II.11 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 11.	18
II.12 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 12.	18
II.13 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 13.	18
II.14 Obras involucradas en el proyecto que inciden en zona federal de bienes nacionales Tabla 14.	18
II.15 Superficies de las obras incluidas en el proyecto Tabla 15.....	19
ETAPAS DEL PROYECTO.....	21
II.16 Descripción del Proyecto.....	21
II.17 Descripción de la preparación del sitio (incluyendo obras temporales o provisionales).....	28
II.18 Descripción de la etapa de construcción.	31
II.19 Requerimientos de mano de obra, materiales y maquinaria durante la preparación y construcción.....	34
II.20 Descripción de la etapa de mantenimiento.	40
II.21 Descripción de la etapa de abandono y desmantelamiento.....	41
UBICACIÓN DEL PROYECTO	41
II. 22 Ubicación geográfica de las obras del proyecto	41
II. 23 Representación geográfica del proyecto	42
INCIDENCIA EN ANP	44
II. 24 Incidencia en Áreas Naturales Protegidas de carácter federal Tabla 16	44
II.25 Anteproyectos de las diferentes opciones analizadas	51
II.26 Cronograma de preparación, construcción, operación y mantenimiento, abandono (desmantelamiento)	51
II. 27 Volumen de material que será removido durante la etapa de preparación del sitio y construcción Tabla 17 y 18	53
CAMBIO DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS	54
II. 28 Superficies de obras del proyecto situados en zonas con vegetación forestal Tabla 19	54

II. 29 Especies que serán sujetas de remoción por actividades de Cambio de Uso de Suelo de Áreas Forestales	54
CAPÍTULO III.....	55
III. 1 Vinculación de las obras conforme a lo establecido en la Tabla 21 de la Guía para la MIA 2026, sector hidráulico	55
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.....	62
III.1.3 Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo	65
III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo	66
III.1.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2024 (PMDU)	67
III.1.6 Otros instrumentos a considerar.....	68
CAPÍTULO IV	78
IV. 1 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica Tabla 22	78
IV.1.1 Delimitación del Área de Influencia (AI)	79
IV.1.2 Delimitación de la Región Ecológica (RE).....	80
COMPONENTES AMBIENTALES	82
IV. 2 Componentes ambientales de la región ecológica y área de influencia que tendrán interacción con la ejecución del proyecto Tabla 23.....	82
IV.3 Descripción de los componentes ambientales de la región ecológica y área de influencia de la Tabla 23.....	83
IV.3.1 Climatología y fenómenos meteorológicos.....	83
IV.3.2 Geología.....	86
IV.3.3 Geomorfología.....	86
IV.3.4 Edafología	89
IV.3.5 Hidrología superficial	89
IV.3.6 Hidrología subterránea	91
IV.3.7 Medio biótico	92
IV.3.7.1 Vegetación.....	98
IV.3.7.2 Fauna	123
IV.3.8 Socioeconómico	150
IV.3.9 Paisaje.....	154
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	156
IV. 3 Análisis del grado de conservación o deterioro de la región ecológica.....	156
IV. 4 Diagnóstico integral de la situación de la región ecológica.....	158
IV.5 Escenario futuro de la Región Ecológica.....	159
ESTUDIOS ESPECÍFICOS.....	159
IV. 6 Determinación del caudal ecológico, con base en la NMX-AA-159-SCFI-2012	159
IV. 6 Estudio hidrológico	161
IV. 6.1 Caracterización de la cuenca hidrológica.....	161
IV. 6.2 Métodos a utilizar para el cálculo del gasto de diseño para un periodo de retorno determinado.....	161
IV. 6.3 Tiempo de concentración.....	162
IV. 7 Estudio hidráulico	163
IV. 7.1 Modelación hidráulica considerando el gasto de diseño.....	163
IV. 7.2 Datos considerados para la simulación en software.....	163
IV. 7.3 Presentación de resultados gráficos y numéricos de las simulaciones, análisis, discusión y conclusiones de los resultados	163
IV. 7.4 Conclusiones y recomendaciones sobre la viabilidad del desarrollo del proyecto	166
IV. 8 Mecánica de suelos	167
IV. 9 Topografía	167
IV. 10 Estudio geológico	167
IV. 11 Muestreos estadísticamente confiables de flora y fauna	168
IV. 12 Índices de diversidad	168
CAPÍTULO V y VI	169
V.1 Identificar, caracterizar, ponderar y evaluar los impactos ambientales	169

V.1.1 Identificación de impactos.....	169
V.1.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	170
V.1.3 Caracterización de los impactos	171
V.1.4 Indicadores de impacto.....	171
V.1.4 Valoración de los impactos	173
VI.2 Definir, clasificar y describir las acciones, medidas o estrategias a realizar para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales significativos	186
VI.3 Desglosar por componente ambiental de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y/o compensación.	187
VI.4 Programa de Vigilancia Ambiental	197
VI.4.1 Medidas de ubicación y de diseño	197
VI.4.2 Procedimientos de construcción y operaciones (inclusive manejo de los desechos)	198
VI.4.3 Programas de monitoreo	198
VI.4.4 Planes de contingencia y respuesta de emergencia	200
VI.4.5 Medidas socioeconómicas.....	201
VI.4.6 Compensación por pérdidas o daños.....	201

Anexos

1. Anexo fotográfico
2. Documentación legal
 - 2.1. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** fideicomiso Desarrolladora Tres Marías
 - 2.2. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** acta constitutiva Corporativo Tres Marías S.A. de C.V.
 - 2.3. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** cambio de denominación social Corporativo Tres Marías S.A.P.I.B de C.V.
 - 2.4. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** cesión Desarrollo Tres Marías-Cañada del bosque
 - 2.5. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** Poder **[INFORMACIÓN RESERVADA]**
 - 2.6. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** Fusión-subdivisión de los predios de Cañadas del Bosque
 - 2.7. Constancia de situación fiscal Corporativo Tres Marías S.A.P.I.B de C.V.
 - 2.8. Escritura pública **[INFORMACIÓN RESERVADA]** acta de acreditación del nombre del **[INFORMACIÓN RESERVADA]**
 - 2.9. Identificación **[INFORMACIÓN RESERVADA]**
 - 2.10. Delimitación de la zona federal de CONAGUA
 - 2.11. Plano de la delimitación de la zona federal de CONAGUA
 - 2.12. Oficio No. MICH/GA/04/3040/2025 opinión técnica de terreno forestal
3. Cartografía y archivos digitalizados
 - 3.1. Macrolocalización
 - 3.2. Microlocalización
 - 3.3. Representación gráfica regional
 - 3.4. Representación gráfica local
 - 3.5. Áreas naturales protegidas (ANPs)
 - 3.6. Regiones terrestres prioritarias (RTP)
 - 3.7. Regiones hidrológicas prioritarias (RH)
 - 3.8. Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs)
 - 3.9. Sitios RAMSAR
 - 3.10. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT)
 - 3.11. Programa de ordenamiento ecológico regional (POER)
 - 3.12. Programa de ordenamiento estatal (cambiar)
 - 3.13. Plan de desarrollo urbano de Morelia (PMDU)
 - 3.14. Área de Influencia
 - 3.15. Región Ecológica
 - 3.16. Clima

- 3.17. Provincia fisiográfica
- 3.18. Sistemas de topoformas
- 3.19. Edafología
- 3.20. Hidrología superficial (falta)
- 3.21. Acuífero
- 3.22. Unidades de muestreo en la Región ecológica
- 3.23. Muestreo en la RE
- 3.24. Muestreo en el AI
- 3.25. Uso de suelo y vegetación
- 3.26. Puntos de conteo y transectos lineales en la RE
- 3.27. Puntos de conteo y transectos lineales en el AI
- 3.28. Riesgo de inundación
- 3.29. Archivos digitalizados (Excel, CSV, SHAPE y KML)
- 4. Documentación técnica
 - 4.1. Estudio hidrológico e hidráulico
 - 4.2. Estudio de geotecnia
 - 4.3. Evaluación forestal
- 5. Planos
 - 5.1. Plano topográfico
 - 5.2. Plano estructural alcantarilla
 - 5.3. Plano Hidrológico
 - 5.4. Plano de planta Alcantarilla y Rodamiento

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN GENERALES

I.- Datos generales del proyecto

I.1. Nombre del proyecto

“Ocupación de la zona federal y el cauce de arroyo Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, Morelia, Michoacán”.

I.2 Ubicación del proyecto (localidad, municipio y estado)

La obra que se analiza se pretende ejecutar en una pequeña porción de las parcelas 87 Z-3 P1/1 y 88 Z-3 P1/1 del Ejido Francisco J. Mújica, zona que actualmente se conoce como Tres Marías, ubicada al Oriente de la Ciudad de Morelia, Michoacán; dentro del polígono de aplicación del Programa Municipal de Desarrollo Urbano (ver anexos 3.1 y 3.2).

Figura I 1.- Ubicación del proyecto (Pano de Macrolocalización, anexo 3.1)

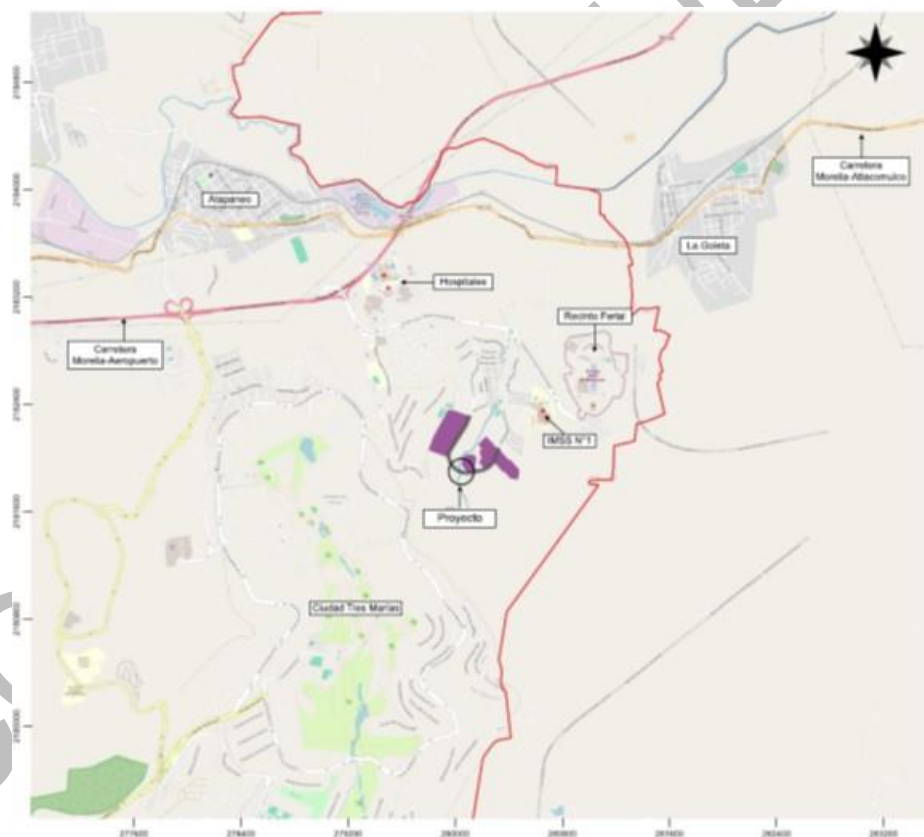


Figura I 2.- Ubicación del proyecto (Pano de Microlocalización, anexo 3.2)



I.3 Datos generales del promovente

I.4 Nombre o razón social

Corporativo Tres Marías S.A.P.I.B. de C.V.

I.5 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[INFORMACIÓN RESERVADA]

I.6 Nombre y cargo del representante legal

[INFORMACIÓN RESERVADA]

Apoderado legal

I.7 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Domicilio Fiscal:

[INFORMACIÓN RESERVADA]

Domicilio para recibir u oír notificaciones:

[INFORMACIÓN RESERVADA]

I.8 Teléfono y correo electrónico de contacto

Teléfono:

[INFORMACIÓN RESERVADA]

Correo:

[INFORMACIÓN RESERVADA]

I.9 Nombre del responsable técnico del estudio

[INFORMACIÓN RESERVADA]

RFC [INFORMACIÓN RESERVADA]

Número de Cédula Profesional de maestría [INFORMACIÓN RESERVADA]

Registro de Prestador de Servicios Ambientales

[INFORMACIÓN RESERVADA]

Tel. [INFORMACIÓN RESERVADA]

Correo electrónico.- [INFORMACIÓN RESERVADA]

I.9.1 Lista de personal, participación y perfil

Responsable del estudio

Responsable del estudio. Ingeniero Químico egresado de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1982-1987, cédula profesional [INFORMACIÓN RESERVADA]); Diplomado en Auditoría Ambiental (2003), Diplomado en Derecho Ambiental Mexicano (2005); Maestría en Derecho y Gestión Ambiental (2006-2009, cédula profesional [INFORMACIÓN RESERVADA]). Experiencia en la industria química y desarrollo de nuevos proyectos, implantación y optimización de procesos, planeación de la producción, impacto ambiental, auditoría ambiental, tratamiento de aguas residuales, manejo y tratamiento de residuos peligrosos y no peligrosos, riesgo ambiental; desarrollo, documentación, implementación y auditor interno Sistema ISO 9001; desarrollo e implementación de sistemas ISO/EC 17020, docencia (química, matemáticas, física); capacitador en impacto ambiental y manejo de residuos (STPS [INFORMACIÓN RESERVADA]).

Especialista en biología / gestión ambiental

Bióloga egresada de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (2010). Ha participado en diferentes cursos y talleres, entre los que se encuentran: “Restauración de ecosistemas forestales con enfoque de paisaje para el desarrollo local (2020), AIDER, “Introducción a las empresas regenerativas” (2021), The Nature Conservancy. “Seguimiento y Control Ambiental en Obras de Infraestructura”, impartido por Jesús Antonio Escobar González, Instructor, Sistemas de Información Geográfica con QGIS Nivel Básico (Modalidad Virtual), ECOSUR, curso de capacitación “Gestión Ambiental”, impartido por Grupo Cuantus Ambiental, curso en línea “NOM-002-STPS-2010 (Parte I) Prevención y Protección contra incendios en los centros de trabajo, STPS, Curso en línea “NOM-002-STPS-2010 (Parte II) Prevención y Protección contra incendios en los centros de trabajo, STPS, asistencia al 5to. Foro de capacitación Ambiental Empresarial, Morelia, Michoacán (2025). Experiencia como especialista en impacto ambiental y gestión de proyectos en materia ambiental (2015- actualidad), análisis normativo y técnico de los instrumentos de política ambiental, elaboración, integración y coordinación de estudios de impacto ambiental, elaboración de planes de manejo y programas ambientales.

Especialista en biología

Licenciada en Biología Experimental por la Universidad de Guanajuato (2025). Ha colaborado en el proyecto “Conservación y manejo a largo plazo del Achoque (*Ambystoma dumerilii*) y su hábitat”, desarrollado por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, durante el periodo 2025–2026. Asimismo, se desempeñó como técnico en el proyecto “Iniciativa Plan G México”, también de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, de 2025 a abril de 2026.

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de una alcantarilla pluvial tipo bóveda rectangular de concreto reforzado y sobre ésta un tramo de vialidad (superficie de rodamiento), para dar continuidad a una vialidad perimetral interna del Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa que se está construyendo actualmente, tal cual se muestra en la figura I.2 Microlocalización (anexo 3.2).

El arroyo que se cita se identifica en la cartografía oficial como “Arroyo Sin Nombre”. En el área del proyecto el cuerpo de agua tiene tres metros de ancho en promedio, por lo que de acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales es un cuerpo de agua federal y le corresponde una faja de 5 m como zona federal (ver anexo 2.10), además de que de acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua Antares INEGI esta corriente superficial es de tipo intermitente (conduce escurrimientos pluviales) de orden 1 en la clasificación de Strahler (ver apartado IV.3.5 *Hidrología superficial* de este documento).

Es importante señalar que la Cuarta Etapa del Fraccionamiento Cañadas del Bosque cuenta con autorización en materia de impacto ambiental emitida por la Secretaría del Medio Ambiente del Estado de Michoacán (SECMA) No. SEMACDET-SSGACC-DRA-SDRA-DIRA-EIA-025/2021, para una superficie de 349,802.66 m², dentro de la cual se localiza la vialidad a la cual se que dará continuidad mediante la construcción de la obra que se evalúa con el presente estudio.

El 07 de mayo de 2025 el promovente realizó una consulta ante la SEMARNAT para determinar si el predio presentaba características de terreno forestal y, en consecuencia, si era necesario tramitar la autorización correspondiente en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Como resultado de dicha consulta, la SEMARNAT emitió el oficio MICH/GA/04/3040/2025 mediante el cual informó al Promovente que con base en la información presentada, el predio no reúne las características para ser considerado terreno forestal, por lo que no resulta aplicable dicho proceso de CUS (anexo 2.12).

Por otra parte, en el mismo oficio, la propia autoridad federal precisó que la construcción de cualquier obra dentro del cauce y la zona federal del arroyo requiere sujetarse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental de competencia federal, al tratarse de una obra que implica la ocupación de un cauce de jurisdicción federal. En atención a lo anterior, y con el propósito de dar cumplimiento a la legislación ambiental vigente, se elabora y se pone a consideración de la SEMARNAT la presente Manifestación de Impacto Ambiental, mediante la cual se evalúan los impactos derivados de la construcción y operación de la alcantarilla y de la vialidad asociada dentro de la zona federal y cauce de un arroyo cuyas características se apegan a las descritas en el artículo 3 fracción XLVII de la Ley de Aguas Nacionales.

La obra constará de infraestructura vial e hidráulica integrada, en la que la alcantarilla funcionará como estructura de conducción de los escurrimientos superficiales (pluviales) del mismo arroyo y, simultáneamente como elemento de soporte de la superficie de rodamiento de la vialidad. Sobre la losa superior de la alcantarilla se construirá el paquete estructural del camino, conformado por una capa de filtro, una capa base y una losa de concreto hidráulico, permitiendo la continuidad de la vialidad proyectada y la conexión funcional entre las distintas etapas del desarrollo habitacional.

La infraestructura tiene como objetivo establecer una conexión segura y permanente para el tránsito vehicular, incluyendo el acceso de servicios públicos, vehículos de emergencia y usuarios del desarrollo habitacional, sin interrumpir la continuidad de los escurrimientos pluviales en el cauce natural.

Desde el punto de vista hidráulico, la alcantarilla fue diseñada con base en los resultados del estudio hidrológico e hidráulico del proyecto, de manera que su capacidad de conducción permita el tránsito de los escurrimientos de diseño sin modificar de forma significativa el régimen hidráulico, la dirección del flujo ni las condiciones generales de conducción del arroyo sin nombre. En consecuencia, el agua continuará circulando por el interior de la estructura, mientras que el tránsito vehicular circulará sobre la vialidad construida en su parte superior, manteniendo independientes ambas funciones y garantizando el funcionamiento conjunto de la infraestructura.

La construcción de la vialidad sobre la losa superior de la alcantarilla no representa una reducción de la sección hidráulica del cauce ni implica obras adicionales dentro del lecho del arroyo, toda vez que el paquete estructural del pavimento se desarrolla sobre la estructura de concreto reforzado previamente diseñada para soportar las cargas vehiculares y conservar la capacidad hidráulica requerida.

Situación legal del predio

Como se detalla más adelante, el proyecto ocupará en total 323.76 m² de los cuales 215.67 m² (66.61%) estarán en la parcela 87 Z-3 P1/1 y otros 109.09 m² (33.39%) estarán en la parcela 88 Z-3 P1/1, ambas superficies formaron parte del Ejido Francisco J. Mújica.

Junto con otras 30 parcelas, las antes descritas se integraron al contrato de Fideicomiso Irrevocable de Administración con Derecho de Reversión número [INFORMACIÓN RESERVADA], constituido mediante Escritura Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA] de fecha 27 de marzo de 2006, ante la fe del [INFORMACIÓN RESERVADA], Notario Público número [INFORMACIÓN RESERVADA] del Estado de Michoacán (anexo 2.1).

En el instrumento participaron como fideicomitentes-fideicomisarios:

- [INFORMACIÓN RESERVADA];
- [INFORMACIÓN RESERVADA]; y
- La sociedad Desarrolladora Tres Marías, S.A. de C.V., esta última representada por el Ingeniero [INFORMACIÓN RESERVADA].

Este contrato ampara 32 parcelas listadas en la tabla II.1. Las parcelas número 12 y 22 de la tabla son las incolucradas en el presente trabajo.

Tabla II. 1.- Parcelas que ampara la escritura 16,993

No.	Parcela	Ejido del que procede
1	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
2	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
3	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
4	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
5	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
6	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
7	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
8	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
9	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
10	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
11	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica

No.	Parcela	Ejido del que procede
12	88 Z-3 P1/1	Ejido Francisco J. Mújica
13	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
14	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
15	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
16	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
17	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
18	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
19	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
20	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
21	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
22	87 Z-3 P1/1	Ejido Francisco J. Mújica
23	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
24	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
25	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
26	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Francisco J. Mújica
27	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo
28	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo
29	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo
30	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo
31	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo
32	[INFORMACIÓN RESERVADA]	Ejido Atapaneo

Posteriormente, el 11 de febrero de 2008 se constituyó la empresa Corporativo Tres Marías, S.A. de C.V. mediante Escritura Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA], otorgada ante la fe de la Licenciada [INFORMACIÓN RESERVADA], titular de la Notaría Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA] del Estado de Michoacán (anexo 2.1).

Con fecha 25 de mayo de 2010, la sociedad modificó su denominación social a Corporativo Tres Marías, S.A.P.I.B. de C.V., mediante Escritura Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA] otorgada ante la fe del Licenciado [INFORMACIÓN RESERVADA], titular de la Notaría Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA] del Estado de Michoacán (anexo 2.3).

En relación con los derechos derivados del fideicomiso, mediante Escritura Pública número [INFORMACIÓN RESERVADA], de fecha 8 de agosto de 2011, otorgada ante la fe de la Licenciada [INFORMACIÓN RESERVADA], Notario Público número [INFORMACIÓN RESERVADA] del Estado de Michoacán, se formalizó la cesión de los derechos y obligaciones derivados del Fideicomiso [INFORMACIÓN RESERVADA] por parte de Desarrolladora Tres Marías, S.A. de C.V., en su carácter de fideicomitente-fideicomisario "B", a favor de Corporativo Tres Marías, S.A.P.I.B. de C.V., así como el convenio modificatorio al Contrato de Fideicomiso Irrevocable de Administración con Derecho de Reversión número [INFORMACIÓN RESERVADA] (anexo 2.4).

En la cláusula Primera de dicho instrumento se establece expresamente que Desarrolladora Tres Marías, S.A. de C.V., en su carácter de "CEDENTE", cede a favor de Corporativo Tres Marías, S.A.P.I.B. de C.V., en su carácter de "CESIONARIO", todos y cada uno de los derechos y obligaciones derivados del Fideicomiso [INFORMACIÓN RESERVADA].

Asimismo, en el convenio modificatorio contenido en la misma escritura, se reconoce formalmente a Corporativo Tres Marías, S.A.P.I.B. de C.V. como “Fideicomitente y Fideicomisario B” dentro del Fideicomiso **[INFORMACIÓN RESERVADA]**.

Mediante Escritura Pública número **[INFORMACIÓN RESERVADA]**, de fecha 14 de noviembre de 2013, se otorgó poder, entre otras personas, a **[INFORMACIÓN RESERVADA]**, de conformidad con la Escritura Pública número **[INFORMACIÓN RESERVADA]** (anexo 2.8), para que en nombre y representación de Banca Afirme, S.A., Institución de Banca Múltiple, División Fiduciaria, realice trámites, solicitudes y gestiones relacionadas con el patrimonio del Fideicomiso **[INFORMACIÓN RESERVADA]** y los desarrollos inmobiliarios derivados del mismo.

Finalmente, mediante Instrumento Público número **[INFORMACIÓN RESERVADA]** de fecha 14 de septiembre de 2023, otorgado ante la Notaría Pública número **[INFORMACIÓN RESERVADA]** del Estado de Michoacán (anexo 2.6), se protocolizó el Oficio número SEDUM-DO-US-2757/23 emitido por la Dirección de Orden Urbano de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Movilidad del H. Ayuntamiento de Morelia, mediante el cual se autorizó la fusión y subdivisión de las parcelas 87 Z-3 P1/1 y fracciones I y III de las parcelas 73 a 82, 84, 85, 86 y 91 del Ejido Francisco J. Mújica.

En este contexto la parcela 87 Z-3 P1/1 (fusionada para el desarrollo del conjunto “Cañadas del Bosque”) y la parcela 88 Z-3 P1/1 forman parte del Fideicomiso **[INFORMACIÓN RESERVADA]**, forman parte del patrimonio de Corporativo Tres Marías, S.A.P.I.B. de C.V. reiterando que en la primera se ocuparán 215.67 m² (66.61%) para el proyecto y en la segunda parcela se ocuparán 108.09 m² (33.39%).

II.1 Dimensiones del proyecto

Dimensiones geométricas

De acuerdo con los planos y memorias de cálculo del proyecto ejecutivo, la infraestructura estará conformada por una alcantarilla pluvial y sobre ésta una superficie de rodamiento para dar continuidad a una vialidad.

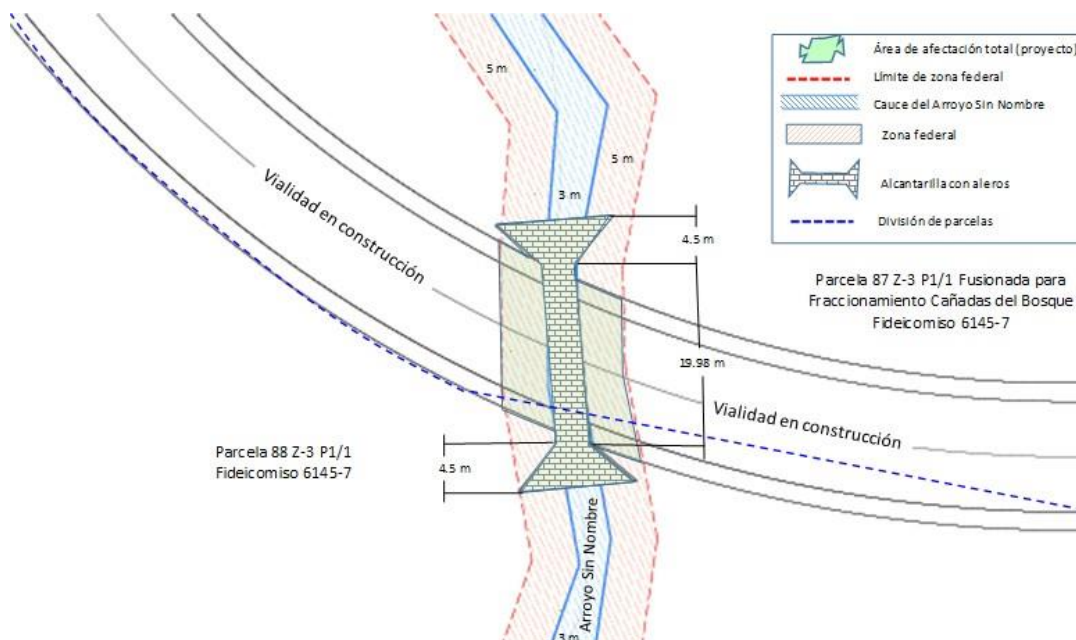
La alcantarilla constará de un cajón de concreto reforzado y aleros conformados con muros de mampostería a la entrada y salida.

El cajón tendrá una longitud de 19.98 m y sección hidráulica interior de 3.00 m de ancho por 1.35 m de altura libre. Los aleros de mampostería tendrán peralte variable y longitud de 4.50 m. Ver figura

Estas dimensiones fueron definidas con base en las medidas mínimas recomendadas del estudio hidrológico e hidráulico, garantizando la conducción de los escurrimientos de diseño sin alterar el régimen hidráulico del cauce.

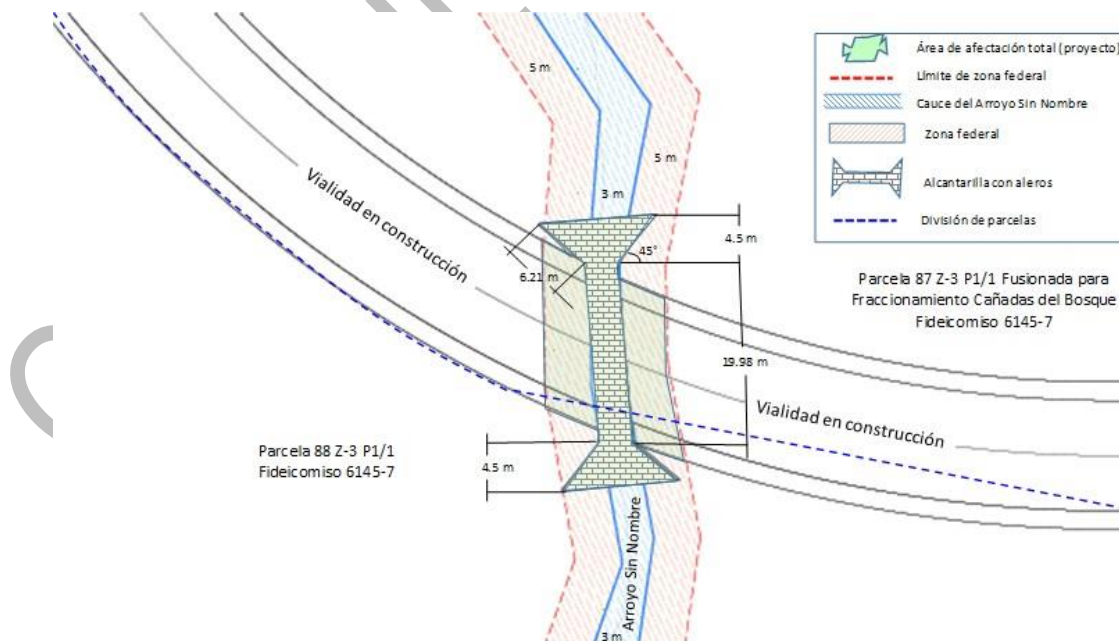
La alcantarilla constituirá el elemento estructural que soportará el tramo de vialidad proyectado para el cruce del arroyo. Sobre la losa superior se construirá el paquete estructural del pavimento, integrado por una capa de filtro de 0.40 m, una capa base de 0.20 m y una losa de concreto hidráulico de 0.15 m, conformando la superficie de rodamiento que permitirá la circulación vehicular entre ambos márgenes del cauce.

Figura II. 1.- Planta de proyecto. Se detallan dimensiones principales de la alcantarilla y aleros



La vialidad proyectada en la sección de cruce del arroyo sin nombre presenta un ancho de superficie de rodamiento de 16 m, así como 2 metros en cada una de las dos banquetas (total de 20 m). En su longitud integra las dos secciones laterales de 5 m de la zona federal, separadas por el ancho correspondiente al cauce que se estima en 3 m en promedio considerando variaciones naturales¹. La superficie que ocupará este rodamiento sobre la zona federal y la alcantarilla pluvial será de 242.63 m².

Figura II. 2.- Diagrama de proyecto. Se detallan dimensiones principales del rodamiento en ZF y sobre alcantarilla



¹ El ancho medio del cauce en el tramo 0+028.30 del plano topográfico corresponde a 3.29 m. Ver anexo 5.1.

La superficie total de ocupación permanente del proyecto que asciende a 323.76 m² y será la correspondiente a la alcantarilla (cajón y aleros) y la superficie de rodamiento sobre la alcantarilla y zona federal que da continuidad a la vialidad.

Tabla II. 2.- Dimensiones del proyecto

Concepto	Dimensión
Superficie de Rodamiento	
Longitud total del tramo de vialidad sobre la alcantarilla	13 m (promedio) *
Ancho total de vialidad en sección de cruce	20 m (2 carriles de 6 m cada uno y dos banquetas de 2 m cada una)
Ancho de zona federal	5 m
Capa base	0.20 m
Capa de filtro	0.40 m
Ancho del cauce en sección de cruce	3 m (promedio) * Al centro de la alcantarilla se midieron 3.26 m
Alcantarilla	
Longitud total de la alcantarilla	19.98 m
Ancho estructural exterior de la alcantarilla	3.50 m
Ancho hidráulico interior de la alcantarilla	3.00 m
Altura libre hidráulica interior	1.35 m
Altura hidráulica exterior	1.85
Losa de concreto hidráulico	0.15 m
Longitud de alero	4.5 m
Proyección de anclaje	6.21
Ángulo de muro de proyección	45°

* Existen ligeras variaciones en el ancho del cauce contempladas en el proyecto. El ancho de la Zona Federal se conserva en 5 m. Ver planos anexos 5.1, 5.2 y 5.3

Características de diseño

El proyecto consiste en una infraestructura vial e hidráulica integrada, conformada por una alcantarilla pluvial tipo bóveda rectangular de concreto reforzado y el tramo de vialidad que se desarrollará sobre su losa superior. La obra se localizará en el cadenamiento 0+395 al 0+423 del arroyo con centro en el cadenamiento 0+410. Fue diseñada para permitir el paso seguro de los escurrimientos superficiales del arroyo sin nombre, al tiempo que proporciona continuidad a la vialidad interna del Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa.

La alcantarilla contará con una sección hidráulica interior de 3.00 m de ancho por 1.35 m de altura libre interior, con una longitud de 19.98 m. La estructura será construida con concreto reforzado de resistencia especificada $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, utilizando muros y losas con espesor de 25 cm, doblemente armados con varillas de ½ pulgada, mientras que el acero de refuerzo tendrá un límite de fluencia de $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$,

garantizando la capacidad estructural requerida para soportar tanto las cargas hidráulicas como las cargas vehiculares previstas durante la vida útil de la obra.

El diseño hidráulico y estructural fue desarrollado considerando los resultados del estudio hidrológico e hidráulico del proyecto, las condiciones topográficas y geomorfológicas del sitio, la estabilidad del terreno, las características del cauce y las cargas generadas por el tránsito de la vialidad interna del desarrollo habitacional. La capacidad de conducción de la alcantarilla fue calculada para un gasto de diseño de 3.71 m³/s, permitiendo el tránsito de los escurrimientos sin modificar el régimen hidráulico natural del cauce ni disminuir su capacidad de conducción.

Como parte del proyecto se construirá sobre la losa superior de la alcantarilla la estructura de la vialidad, integrada por una capa de filtro de 0.40 m, una capa base de 0.20 m y una losa de concreto hidráulico de 0.15 m, conformando la superficie de rodamiento que permitirá el tránsito continuo de vehículos y garantizará la conectividad entre ambos márgenes del arroyo.

La plantilla de la alcantarilla tendrá una elevación de 1,955.79 msnm en la entrada y 1,955.00 msnm en la salida, generando un desnivel aproximado de 0.79 m, equivalente a una pendiente longitudinal cercana al 3.95%, condición que favorece la conducción eficiente de los escurrimientos y evita la acumulación de sedimentos dentro de la estructura.

En ambos extremos de la alcantarilla se construirán muros aleros de mampostería de peralte variable, con una longitud aproximada de 4.50 m, cuya función será proporcionar la transición geométrica entre el cauce natural y la estructura hidráulica, encauzar los escurrimientos hacia el interior de la alcantarilla, reducir la generación de turbulencias durante las avenidas y contribuir a la estabilidad de los taludes adyacentes.

En conjunto, el diseño de la infraestructura garantiza la compatibilidad entre el funcionamiento hidráulico del arroyo y la operación de la vialidad, permitiendo que ambas funciones se desarrollen de manera independiente: los escurrimientos circulan por el interior de la alcantarilla, mientras que el tránsito vehicular se realiza sobre la superficie de rodamiento construida en la parte superior de la estructura, sin que ello implique una reducción de la sección hidráulica ni modificaciones significativas en el comportamiento natural del cauce.

Objetivo del proyecto

General

Dar continuidad a la vialidad troncal del Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, en Ciudad Tres Marías, municipio de Morelia, Michoacán, mediante la construcción de una infraestructura vial e hidráulica integrada, conformada por una alcantarilla pluvial tipo bóveda rectangular y el tramo de vialidad asociado, diseñada para permitir el cruce seguro del arroyo sin nombre, mantener la conectividad funcional del desarrollo habitacional y garantizar la conducción de los escurrimientos pluviales superficiales sin alterar el régimen hidráulico, la estabilidad del cauce ni los procesos naturales de drenaje.

Específicos

- Construir una alcantarilla pluvial con capacidad hidráulica suficiente para conducir el gasto de diseño determinado en el estudio hidrológico e hidráulico.

- Proporcionar una superficie de rodamiento que permita la continuidad de la vialidad troncal y el tránsito seguro de vehículos particulares, de servicios y de emergencia.
- Mantener la continuidad hidráulica del arroyo sin nombre, evitando modificaciones significativas en su régimen de escurrimiento y capacidad de conducción.
- Reducir los riesgos de interrupción del tránsito vehicular durante eventos de lluvia, mediante una infraestructura compatible con las condiciones hidrológicas y topográficas del sitio.
- Ejecutar las obras de construcción aplicando medidas de prevención y mitigación que minimicen los impactos ambientales sobre el suelo, el cauce, la vegetación y la fauna silvestre.

INVERSIÓN REQUERIDA

II.2 Fuentes de financiamiento y porcentajes de distribución

El presupuesto general de la obra se estima en \$---,---,---.00 (-----, ----- pesos 00/100 M.N.) a invertir en 4 meses, de los cuales se prevé que, para las medidas de mitigación y compensación, trámites y acarreos de material sobrante de la excavación, se destinarán \$---,---.00 (12.59% de la inversión total).

Tabla II. 3.- Tabla 1 Fuentes de financiamiento y porcentajes de distribución (de la Guía para la MIA, sector hidráulico, 2026)

Federal	%	Estatad	%	Municipal	%	Otros (Especificar)	%	Total (\$)	%
N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	Particular	100	-----	100

Tabla II. 4.- Tabla 2 Guía 2026, Costos de inversión (de la Guía para la MIA, sector hidráulico)

Tabla 2. Costos de Inversión.					
Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento *	Abandono	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Total **
\$-----.00	\$-----.00	\$-----.00 *	N.A.	\$---,---.00	\$----- **

* No se considera costos de operación, únicamente mantenimiento después del primer año de operación

** El total corresponde al costo la Superficie de rodamiento del proyecto, Alcantarilla pluvial y Gastos en medidas encaminadas a la protección del medio ambiente

II.3 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 3.

No Aplica, el proyecto no es una presa.

II.4 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 4.

No Aplica, el proyecto no corresponde a unidades hidroagrícolas de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas.

II.5 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 5.

No Aplica, el proyecto no corresponde a espigones, diques, bordos de protección y muros de contención en cuerpos de agua continentales.

II.6 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 6.

No Aplica, el proyecto no corresponde a canales hidráulicos.

II.7 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 7.

No Aplica, el proyecto no corresponde a sistemas de abastecimiento múltiple y obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional.

II.8 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 8.

No Aplica, el proyecto no es una PTAR.

II.9 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 9.

Tabla II. 5.- Tabla 9 Especificaciones técnicas para la modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales (de la Guía para la MIA, sector hidráulico, 2026)

Tabla 9. Especificaciones técnicas para la modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales.	
Longitud (m)	19.98
Ancho (m)	3.50
Encauzamiento	El proyecto contempla obras de encauzamiento en los extremos. Se detallan una transición de entrada (Corte B-B*) y una transición de salida (Corte C-C*), las cuales utilizan aleros de mampostería para guiar el flujo natural de manera segura hacia la sección rectangular.
Obras de control	Como se observa en los planos, y por las características del cuerpo de agua y del proyecto, NO se instalarán obras de control (compuertas, vertedores, desarenadores, etc.). La estructura está concebida exclusivamente como una alcantarilla pluvial de paso libre.
Encoframiento	Consiste en la alcantarilla en bóveda rectangular.
Cambios en el caudal y velocidad	El cauce del arroyo es muy variable tanto en el ancho de su cauce como en su tirante, tal cual se aprecia en la tabla del anexo D del estudio hidrológico (anexo 4.1) lo cual implica variaciones de velocidad constantes, conservando en todo momento el mismo caudal. El inicio de la alcantarilla se ha propuesto (muy aproximadamente) en el cadenamiento 0+423 del arroyo, y concluye en el 0+395.5 considerando, los aleros (ver plano estructural en anexo 5.2). En esos puntos se estima una velocidad del flujo de agua de 1.79 m/s en la entrada y 2.00 en la salida, razón por la cual, como cita el estudio hidrológico, se proponen superficies rugosas en la construcción de la alcantarilla con la finalidad de reducir esta velocidad. Debemos de reiterar que los cambios en el ancho del cauce y tirante propician variaciones de velocidad a todo lo largo de la alcantarilla, sin embargo, no se modifica el gasto.
Gasto de diseño (l/s)	$Q_{dis} = 3.712 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Tr = 1\ 000$ años) Dato calculado y reportado en las páginas 14 y 15 del Estudio Hidrológico e Hidráulico, Anexo 4.1

Características de superficie y dimensiones geométricas de cada una de las obras.	Alcantarilla: Longitud 19.98 m, sección hidráulica aproximada de 3.00 m de ancho interior y 1.35 m de altura interior. Losa de fondo: Longitud 19.98 m 25 cm de espesor. Losa superior de rodamiento: Longitud 19.98 m 25 cm de peralte. Muros laterales de concreto reforzado: 1.75 m de altura, 4.20 cm de ancho para el anclaje, contruidos con concreto reforzado de 25 cm de espesor. Dentellones: 30 cm de ancho por 50 cm de alto, contruidos con losa de concreto de 15 cm de peralte. Aleros de mampostería: 1.75 m de altura y 2 m más para el anclaje Vialidad: Longitud 18.50 m, ancho total 13.29 m; capa de filtro de 0.40 m, una capa base de 0.20 m y una losa de concreto hidráulico de 0.15 m
---	---

II.10 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 10.

XXX No Aplica, ya que el proyecto no corresponde al subsector que se describe en la Tabla 10, dragado de cuerpos de agua continentales.

II.11 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 11.

No Aplica, ya que el proyecto no corresponde al subsector que se describe en la Tabla 11, planta potabilizadora con actividades altamente riesgosas.

II.12 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 12.

No Aplica, ya que el proyecto no corresponde al subsector que se describe en la Tabla 12, plantas desaladoras.

II.13 La descripción de las obras deberá contener lo establecido en la Tabla 13.

No Aplica, ya que el proyecto no corresponde al subsector que se describe en la Tabla 13,ertura de zonas de tiro en cuerpos de aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material

II.14 Obras involucradas en el proyecto que inciden en zona federal de bienes nacionales Tabla 14.

Tabla II. 6.- Tabla 14 Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua (de la Guía para la MIA, sector hidráulico, 2026)

Tabla 14. Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua.					
Obra y/o actividad	Nombre del cuerpo de agua continental (río, lago y/o laguna, etc.)	Superficie de incidencia en la zona federal*. (m ²)	Superficie de incidencia en el cauce. (m ²)	Coordenadas UTM de ubicación de la incidencia.	
				X	Y
Alcantarilla y vialidad	Arroyo sin nombre	222.515	101.325	280,030.89	2,181,884.13
				280,043.60	2,181,885.26
				280,038.95	2,181,889.16
				280,044.30	2,181,887.28
				280,043.88	2,181,889.53
				280,042.33	2,181,897.77
				280,042.21	2,181,902.89
				280,042.15	2,181,905.06
				280,036.91	2,181,907.27
				280,036.75	2,181,909.00
				280,041.04	2,181,914.12

Tabla 14. Superficie de incidencia en la zona federal y/o cuerpos de agua.					
Obra y/o actividad	Nombre del cuerpo de agua continental (río, lago y/o laguna, etc.)	Superficie de incidencia en la zona federal*. (m²)	Superficie de incidencia en el cauce. (m²)	Coordenadas UTM de ubicación de la incidencia.	
				X	Y
				280,028.96	2,181,913.05
				280,028.92	2,181,912.42
				280,032.76	2,181,909.21
				280,030.78	2,181,910.20
				280,028.82	2,181,911.21
				280,028.78	2,181,910.73
				280,028.81	2,181,908.96
				280,028.90	2,181,902.75
				280,029.01	2,181,895.49
				280,029.02	2,181,894.77
				280,029.30	2,181,893.15
				280,034.96	2,181,890.71
				280,035.09	2,181,889.25
				280,030.87	2,181,884.21
Superficie total		222.515	101.325		
*NOTA: Ley de Aguas Nacionales, Artículo 3, fracción XLVII.- "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley. En los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.					

II.15 Superficies de las obras incluidas en el proyecto Tabla 15.

Tabla II. 7.- Tabla 15 Superficie de incidencia de obras asociadas (de la Guía para la MIA, sector hidráulico)

Tabla 15. Superficie de incidencia de obras asociadas.				
Superficies de incidencia				
Estructura/Componente del proyecto	Área de afectación (m ²)	Área de afectación por obras permanentes (m ²)	Área de afectación de Vegetación forestal (m ²)	Área de afectación de Vegetación NO forestal (m ²)
			Cambio de uso de suelo	
Alcantarilla y vialidad	323.76	323.76	N.A.	323.76
		Área de afectación por obras temporales (m ²)		
		N.A.		

Ocupación temporal y permanente

Para la ejecución del proyecto no será necesario habilitar obras o instalaciones temporales adicionales, tales como almacenes de materiales, patios de maquinaria, talleres o campamentos, ya que estas actividades serán apoyadas mediante la infraestructura temporal existente dentro del área de influencia,

la cual actualmente da servicio a las obras de urbanización de la Cuarta Etapa del Fraccionamiento Cañadas del Bosque. En consecuencia, el proyecto aprovechará dichas instalaciones, evitando la ocupación de nuevas superficies y reduciendo las afectaciones ambientales derivadas de la preparación del sitio.

Foto II. 1.- Infraestructura temporal existente en el Área de influencia



Las actividades constructivas se desarrollarán exclusivamente dentro del polígono autorizado para la obra, correspondiente al área de ocupación permanente de la alcantarilla, la vialidad y las obras complementarias de protección hidráulica. Por lo tanto, no se contempla una superficie adicional de ocupación temporal, ya que las maniobras de maquinaria, el almacenamiento de materiales y el resguardo de equipo se realizarán utilizando las instalaciones temporales previamente establecidas para el desarrollo habitacional.

La ocupación permanente corresponderá exclusivamente a la infraestructura vial e hidráulica integrada por la alcantarilla pluvial, la superficie de rodamiento de la vialidad y las obras complementarias de protección hidráulica, con una superficie total de 323.76 m², de acuerdo con el cuadro de construcción contenido en el plano topográfico (anexo 5.1).

En consecuencia, la superficie total de afectación del proyecto corresponde a 323.76 m², integrada únicamente por áreas de ocupación permanente, sin requerirse la habilitación de superficies adicionales para instalaciones u obras temporales. El detalle de las superficies que ocupará el proyecto se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II. 8.- Superficie de ocupación temporal y permanente del proyecto

Concepto	Tipo de ocupación	Superficie aproximada (m ²)	Descripción
Alcantarilla pluvial. Bóveda de concreto reforzado sin aleros	Permanente	69.93 *	Superficie correspondiente a la estructura principal de la bóveda (19.98 m x 3.50 m)

Alcantarilla pluvial. Aleros que funcionan como obras de protección hidráulica y transiciones	Permanente	74.30 *	Aleros de mampostería (ver plano estructural anexo 5.3).
Área de ocupación de superficie de rodamiento	Permanente	242.63 *	Igual al ancho de la vialidad (20 m) y longitud de 13 m (5 m + 3 m + 5 m).
Emplame de superficie de rodamiento sobre alcantarilla **		63.10 **	Esta superficie debe de restarse de la suma 69.93 + 74.30 + 242.63
Total del área de afectación		323.76 m² *	Considera empalme 69.93 + 74.30 + 242.63 – 63.10

* Las superficies están calculadas con base en los planos de Autocad (anexos 5.1, 5.2 y 5.3 que contemplan mínimas desviaciones, reducciones y ampliaciones de cauce y un ligero ángulo de viraje.

** En el caso de la superficie de rodamiento de la vialidad se empalma con la superficie de la losa superior de la alcantarilla.

ETAPAS DEL PROYECTO

II.16 Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en la construcción de una alcantarilla pluvial tipo bóveda rectangular de concreto reforzado, diseñada para permitir el cruce vehicular de la vialidad interna del Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa sobre el arroyo sin nombre de jurisdicción federal.

La estructura hidráulica tendrá la función de conducir los escurrimientos superficiales del cauce natural, permitiendo simultáneamente la continuidad vial entre las diferentes etapas del desarrollo habitacional (ver planos anexos 5.1, 5.2, 5.3 y 5.4).

La obra corresponde a una estructura tipo cajón o bóveda rectangular de concreto armado y estará conformada por:

- Losa de fondo,
- Losa superior de rodamiento,
- Muros laterales de concreto reforzado,
- Dentellones,
- Aleros de mampostería,
- Transiciones hidráulicas de entrada y salida,

La estructura fue diseñada para soportar tránsito vehicular de alto tonelaje y permitir el desalojo hidráulico del cauce natural. Ver dimensiones del proyecto en la tabla II. 2.

La estructura hidráulica se proyectó como una bóveda rectangular de concreto reforzado apoyada sobre una losa de cimentación continua.

Los muros laterales transmitirán las cargas hacia la losa de fondo, mientras que la losa superior funcionará como superficie de rodamiento vehicular.

El diseño estructural de la alcantarilla de acuerdo con la memoria de cálculo estructural (anexo 5.3), considera cargas muertas, cargas vivas, impacto vehicular, presión hidrostática, vibraciones y acciones

sísmicas. Asimismo, la estructura fue calculada para soportar tránsito de vehículos de alto tonelaje con sobrecarga puntual de hasta 40 toneladas.

Además de la estructura principal de la alcantarilla pluvial tipo bóveda rectangular, el proyecto contempla la construcción de diversas obras necesarias para garantizar la estabilidad estructural, el adecuado funcionamiento hidráulico y la protección del cauce durante la operación de la infraestructura. A continuación se describen estas obras.

Losa de fondo

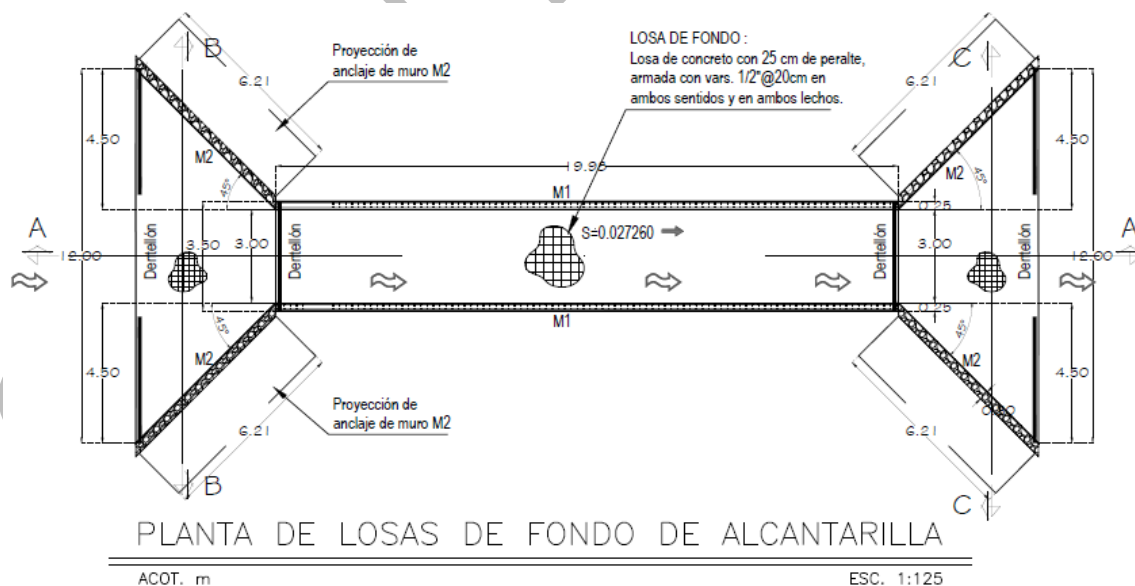
La losa de fondo constituirá el elemento principal de cimentación de la alcantarilla pluvial, funcionando como base estructural para el desplante de los muros laterales y para la transmisión uniforme de cargas hacia el terreno de apoyo.

La losa será construida con concreto reforzado $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ con 25 cm de espesor del peralte, armada con varillas de $\frac{1}{2}"$ a 20 cm en ambos sentidos y en ambos lechos y contará con acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Previo a su construcción se colocará una plantilla de concreto simple $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con espesor aproximado de 10 cm, la cual tendrá como finalidad de regularizar la superficie de desplante, evitar contaminación del concreto estructural, mejorar el apoyo de la cimentación, y facilitar el proceso constructivo.

La losa de fondo será desplantada sobre terreno previamente estabilizado y compactado conforme a las recomendaciones del estudio geotécnico.

Figura II. 3.- Detalle de la losa de fondo de la alcantarilla



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Losa superior de rodamiento

La losa superior funcionará simultáneamente como elemento estructural de cierre de la bóveda y como superficie de soporte para la vialidad vehicular.

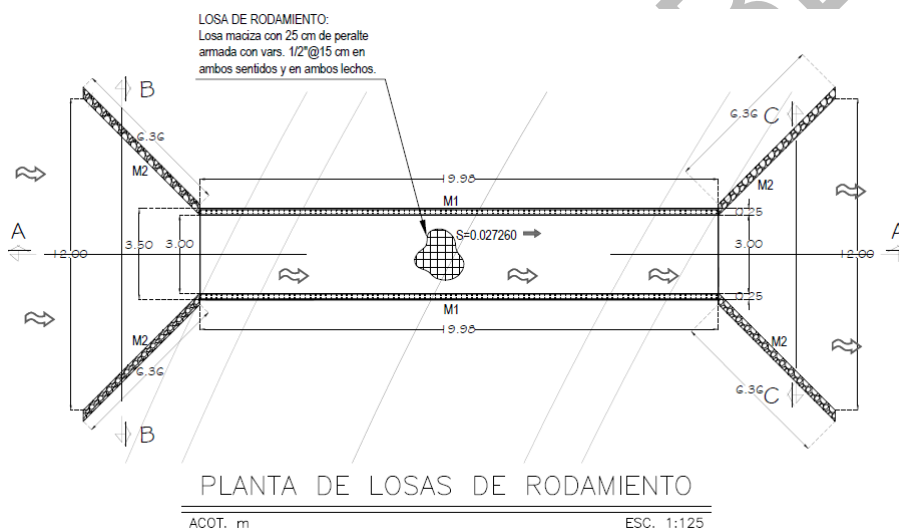
La estructura estará conformada por una losa maciza de concreto reforzado con espesor aproximado de 25 cm de peralte armada con varillas de $\frac{1}{2}$ " a 15 cm en ambos sentidos y en ambos lechos.

El diseño considera tránsito vehicular de alto tonelaje, incluyendo sobrecargas puntuales de hasta 40 toneladas.

Sobre la losa se colocará una capa asfáltica, banquetas a ambos lados y elementos menores de urbanización asociados a la vialidad.

La losa superior distribuirá las cargas vehiculares hacia los muros laterales y la cimentación de la estructura.

Figura II. 4.- Detalle de la losa de rodamiento



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Muros laterales de concreto reforzado

Los muros laterales conformarán los elementos verticales de confinamiento hidráulico de la bóveda pluvial, medirán 1.75 m de altura y 4.5 m de ancho y 50 cm de ancho para el anclaje.

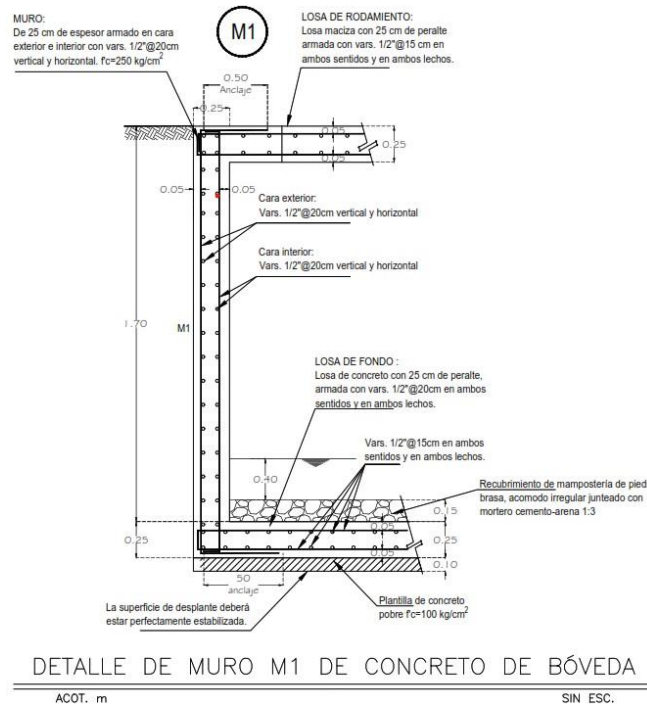
Estos elementos estructurales estarán contruidos con concreto reforzado de 25 cm de espesor $f'c=250$ kg/cm², armado en cara exterior e interior con varillas de $\frac{1}{2}$ " con 20 cm vertical y horizontal y acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm².

Los muros transmitirán las cargas de la losa superior, cargas vehiculares, empujes laterales del terreno, y presiones hidráulicas hacia la cimentación.

El diseño estructural consideró las cargas muertas, las cargas vivas, sobrecarga vehicular de alto tonelaje, empuje de tierras, vibraciones y condiciones sísmicas.

Los muros contarán con dimensiones y armado estructural definidos en el proyecto ejecutivo para garantizar estabilidad y resistencia estructural.

Figura II. 5.- Detalle de muros laterales



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Dentellones

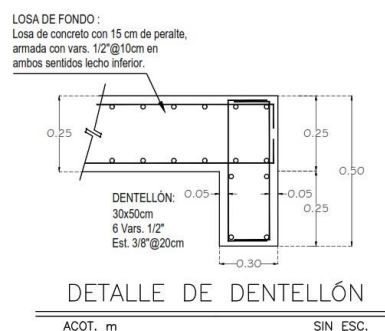
El proyecto contempla la construcción de dentellones de concreto reforzado de 30 cm de ancho por 50 cm de alto en las zonas de entrada y salida de la alcantarilla.

Los dentellones tendrán la función de reducir los procesos de socavación, evitar erosión en el desplante, controlar desplazamientos hidráulicos y mejorar el anclaje estructural de la obra.

Estos elementos serán construidos con losa de concreto de 15 cm de peralte $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$, armada con varillas de $\frac{1}{2}$ y 10 cm en ambos sentidos del lecho inferior y acero de refuerzo estructural.

Su diseño permitirá disipar parcialmente la energía hidráulica en las zonas de transición del flujo.

Figura II. 6.- Detalle de dentellón



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

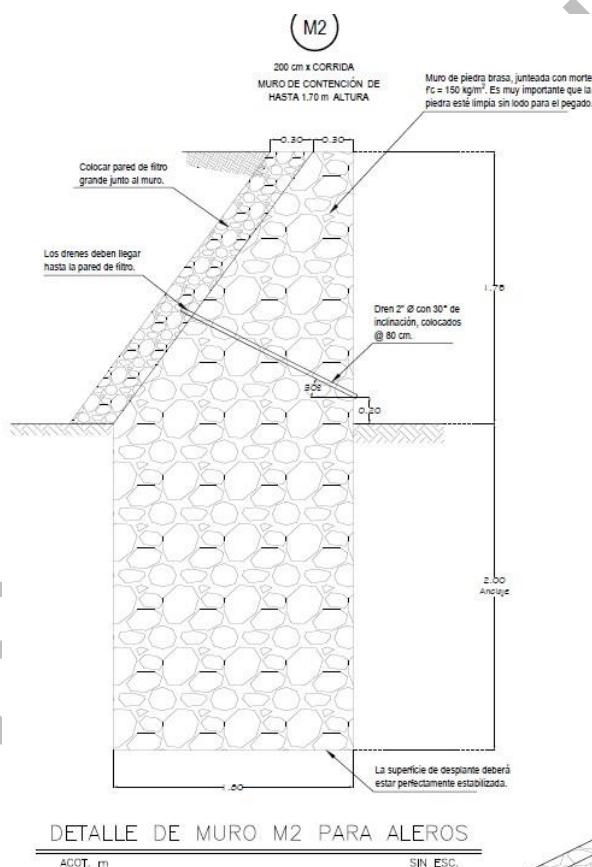
Aleros de mampostería

En ambos extremos de la alcantarilla se construirán aleros de mampostería de piedra braza acomodada irregularmente y junteada con mortero $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$. El muro de contención será de 200cm por corrida de hasta 1.705 m de altura con dren de 2"Ø con 30° de inclinación colocados a 80 cm. Los drenes llegarán hasta la pared de filtro que será colocada junto al muro.

La superficie de desplante del muro estará estabilizada y el anclaje tendrá una proyección hasta la altura de 2 m.

Los aleros tendrán como finalidad de encauzar hidráulicamente los escurrimientos hacia la bóveda, estabilizar los taludes laterales, disminuir erosión superficial, proteger los extremos de la estructura, y evitar socavaciones locales.

Figura II. 7.- Detalle de aleros de mampostería



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Transiciones hidráulicas de entrada y salida

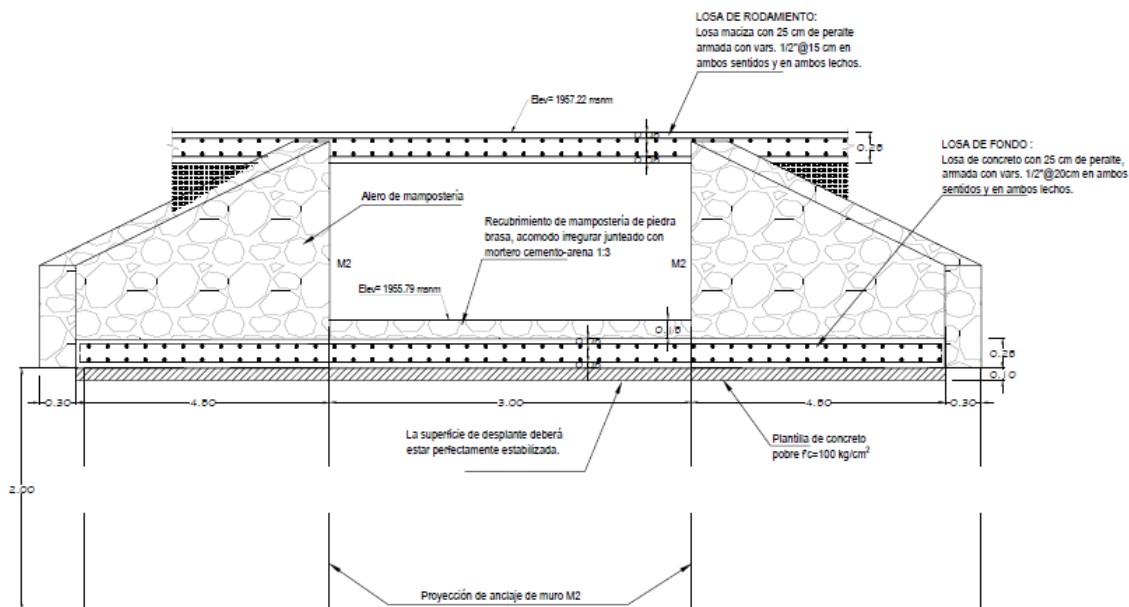
La alcantarilla contará con estructuras de transición en ambos extremos para permitir una incorporación gradual del flujo hidráulico hacia el interior de la bóveda.

Las transiciones de entrada y salida contarán con geometría gradual para reducir turbulencias y mejorar las condiciones de conducción hidráulica del cauce.

Las transiciones estarán conformadas por taludes estabilizados, revestimiento de mampostería, y ampliaciones geométricas en entrada y salida.

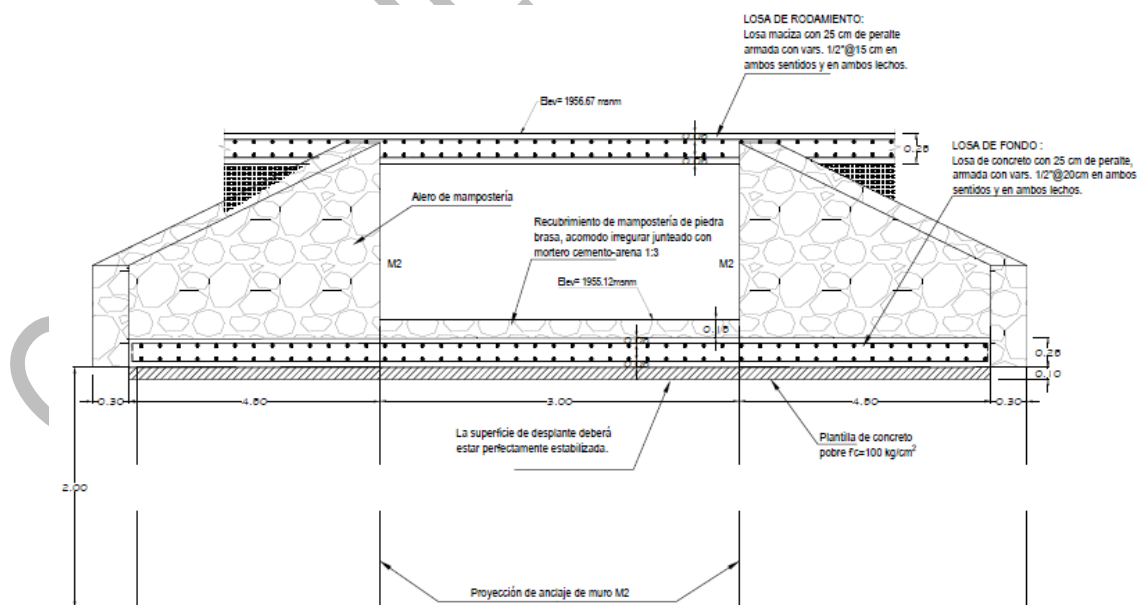
Estas estructuras permitirán reducir pérdidas hidráulicas, disminuir turbulencias, controlar velocidades de flujo y reducir riesgos de erosión aguas abajo.

Figura II. 8.-Detalle de Transición de entrada



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Figura II. 9.-Detalle de Transición de salida



Fuente. Plano estructural de proyecto. Anexo 5.3

Vialidad en zona federal y sobre la alcantarilla (bóveda)

La vialidad en la zona federal y sobre el cauce del arroyo sin nombre (y alcantarilla de proyecto) ocupará una superficie de 242.63 m².

La obra consiste en la construcción de un cruce vial pavimentado transversal al escurrimiento natural. El proyecto de pavimentación se desplantará sobre una superficie total de 242.63 m². Esta área de afectación comprende el paso directo sobre la alcantarilla en bóveda pluvial y se extiende lateralmente ocupando la franja de restricción correspondiente a la zona federal, establecida en 5 metros a cada margen del arroyo.

De acuerdo con la sección transversal del proyecto, la estructura del pavimento se conforma por tres capas superpuestas, diseñadas para soportar las cargas vehiculares y proteger la infraestructura hidráulica subterránea:

- **Capa de Filtro (40 cm):** Es el estrato inferior de la estructura vial. Su función principal es cortar la capilaridad, evitar el bombeo de finos desde la subrasante natural y garantizar un correcto drenaje subsuperficial para proteger la bóveda pluvial de la saturación.
- **Capa de Base (20 cm):** Estrato intermedio construido con material granular. Proporciona capacidad de carga al sistema, distribuyendo los esfuerzos generados por el tránsito vehicular hacia las capas inferiores y la estructura de concreto de la alcantarilla.
- **Superficie de Rodamiento (15 cm):** Consiste en una losa de concreto que funge como la capa de desgaste y rodamiento de la vialidad. Proporciona una superficie rígida, durable y resistente a la fricción y al intemperismo.

La ejecución de la vialidad sobre la superficie de 242.63 m² requerirá la siguiente secuencia de actividades constructivas:

Trazo y nivelación: Establecimiento de ejes, niveles y delimitación precisa del área de ocupación mediante equipo topográfico, asegurando el respeto a los límites de la zona federal y la correcta alineación con la bóveda pluvial ya construida.

Preparación de la subrasante: Escarificado, humectación y compactación del terreno natural en las zonas laterales a la bóveda (dentro de los 5 metros de zona federal) para alcanzar el grado de compactación de proyecto antes de recibir los materiales de banco.

Conformación de la capa de filtro: Tendido, nivelación y compactación del material filtrante hasta alcanzar un espesor final de 40 cm.

Conformación de la capa de base: Suministro, tendido, afinamiento y compactación del material de base hidráulica, conformando un espesor de 20 cm y verificando el cumplimiento de las pendientes transversales para el escurrimiento pluvial superficial.

Construcción de la superficie de rodamiento: Cimbrado en las fronteras del área de fundición, habilitado de pasajuntas o acero de refuerzo (según especificaciones complementarias del diseño rígido), y colado de la losa de concreto hidráulico de 15 cm de espesor.

Acabado y curado: Aplicación de texturizado superficial para adherencia neumática, aplicación de membrana de curado para evitar la pérdida prematura de humedad y corte de juntas de contracción para el control de agrietamientos.

Las obras se llevarán a cabo en 16 semanas tal cual se muestra en el cronograma que se muestra en el apartado II.25

II.17 Descripción de la preparación del sitio (incluyendo obras temporales o provisionales).

Las actividades de preparación del sitio consistirán en el acondicionamiento del área requerida para la construcción de la alcantarilla pluvial y sus obras complementarias.

De manera preliminar, las actividades incluirán: delimitación física del área de trabajo, la instalación de señalamiento preventivo, retiro de arbolado, limpieza manual y mecánica del sitio, despalde superficial trazo topográfico de la obra y nivelación del terreno.

En el predio del proyecto se contabilizaron 12 árboles y un nopal con un crecimiento arbóreo (13 árboles en total), los cuales serán removidos.

Las actividades se realizarán únicamente dentro de la superficie estrictamente requerida para la ejecución del proyecto, evitando afectaciones innecesarias fuera del área autorizada.

Delimitación física del área de trabajo

Se efectuará la delimitación física del área de trabajo mediante señalamiento temporal, cintas preventivas, estacado y elementos de control visual.

La delimitación tendrá como finalidad restringir las actividades constructivas al área autorizada, evitar afectaciones innecesarias fuera del polígono del proyecto, proteger las áreas adyacentes y brindar mayor seguridad durante la ejecución de las obras.

Asimismo, se identificarán claramente las zonas de excavación, las áreas de maniobra y áreas de almacenamiento de materiales.

Instalación de señalamiento preventivo

Previo al ingreso de maquinaria y personal se instalará señalamiento preventivo temporal en las áreas de acceso y zonas de trabajo.

El señalamiento incluirá avisos restrictivos, señalamientos de obra, cintas de precaución, dispositivos de control vehicular y elementos de seguridad para trabajadores y terceros.

Estas medidas tendrán como finalidad prevenir accidentes, controlar el tránsito de maquinaria y delimitar adecuadamente las áreas de riesgo durante las distintas etapas constructivas.

Retiro de arbolado

Esta etapa implica inicialmente la remoción de 13 árboles, las especies se listan en la tabla II.9. El retiro del arbolado se realizará en apego a los lineamientos establecidos de la Autoridad municipal, en caso que la autoridad y el promovente decidan, se gestionará el Trámite SEMARNAT-03-050, *Solicitud de constancia de verificación para el aprovechamiento de recursos forestales que provengan de terrenos*

diversos a los forestales ante la SEMARNAT. Esta acción la deberá de realizar personal con capacidad y experiencia usando técnicas para que el derribo sea direccional, con la finalidad de prevenir cualquier riesgo de trabajo.

Los árboles a remover se midieron, determinando el diámetro (DAP) y estimando la altura. Asimismo, quedaron identificados con los números 1 al 9 y se estableció su ubicación mediante coordenadas UTM (ver apartado IV.3.7.1).

La vegetación herbácea o arbustiva existente dentro del área de desplante será removida únicamente en la superficie indispensable para la construcción de la obra (323.76 m²).

La remoción será mediante la técnica de derribo direccional de árboles, para lo cual se deberá seguir el siguiente procedimiento:

- Realizar el corte llamado cuña o tabacote, que a su vez tiene un corte de piso y un corte de techo
- Realizar el corte de derribo
- Usar cuñas para asegurar la caída del árbol hacia la dirección deseada

Para mayor detalle del derribo de arbolado, se sugiere consultar el Manual técnico para la poda, derribo y trasplante de árboles y arbustos de la Ciudad de México².

Tabla II. 9.-Árboles a remover

ID	Nombre científico	Nombre común	Listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010
1	<i>Bursera fagaroides</i>	Copal	NO
2	<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal Chamacuelo	NO
3	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	NO
4	<i>Condalia velutina</i>	Granjero Rojo	NO
5	<i>Condalia velutina</i>	Granjero Rojo	NO
6.1- 6.4*	<i>Schinus molle</i>	Pirul	NO
7.1 y 7.2*	<i>Schinus molle</i>	Pirul	NO
8	<i>Schinus molle</i>	Pirul	NO
9	<i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache Prieto	NO

*Nota: los troncos de los individuos de *Schinus molle* (pirul) se contaron como un individuo cada tronco, ya que se encontraban por debajo de la altura a la que se mide el DAP o muy pegados a la base.

Limpieza manual y mecánica del sitio

La preparación del sitio incluirá actividades de limpieza manual y mecánica en las áreas requeridas para la construcción de la alcantarilla y obras complementarias.

Las actividades consisten en el retiro de residuos sólidos, la remoción de material suelto, el retiro de vegetación herbácea y arbustiva y acondicionamiento general de las áreas de trabajo.

La limpieza se realizará únicamente en la superficie estrictamente necesaria para la ejecución del proyecto, evitando afectaciones innecesarias a la vegetación y al entorno circundante.

² Manual Técnico para la Poda, Derribo y Transplante de Árboles y Arbustos de la Ciudad de México. Gobierno del Distrito Federal. Banco Interamericano de Desarrollo. Secretaría del Medio Ambiente. Primera edición, año 2000. http://centro.paot.org.mx/documentos/sma/manual_tecnico_arboles.pdf.

El material vegetal y residuos generados serán recolectados y manejados conforme a la normatividad aplicable.

Despalme

En las áreas requeridas para la construcción de la infraestructura se realizará la capa superficial del terreno, esta actividad consistirá en la remoción de la capa superficial de suelo orgánico y material no consolidado en las zonas de despalme de la obra.

El material producto del despalme será manejado temporalmente dentro del área de trabajo y podrá reutilizarse posteriormente en actividades de conformación y rehabilitación del sitio.

El despalme se realizará únicamente en las áreas indispensables para evitar afectaciones adicionales al suelo y a la cobertura vegetal circundante.

Trazo topográfico de la obra

Se realizará el trazo topográfico del proyecto, el cual consistirá en la ubicación precisa en campo de los ejes, niveles y dimensiones de la alcantarilla pluvial y obras complementarias.

Para ello se utilizarán equipos topográficos convencionales, tales como estación total, nivel fijo y GPS de precisión, mediante los cuales se marcarán los ejes de construcción, límites de excavación, niveles de despalme, alineamientos y referencias de control topográfico.

El trazo permitirá verificar la correcta ubicación de la infraestructura conforme al proyecto ejecutivo y garantizar la compatibilidad de la obra con las condiciones topográficas e hidráulicas del sitio.

Se realizará el trazo topográfico de la obra y la delimitación de las áreas de excavación, cimentación y construcción.

Nivelación del terreno

La nivelación preliminar del terreno en las áreas de despalme de la alcantarilla y obras complementarias.

La nivelación permitirá conseguir una superficie homogénea del terreno acorde con el proyecto que se ejecuta. Esto implica realizar rellenos con un material adecuado.

Además, permitirá replantear los niveles respecto al proyecto y colocar los puntos de referencia o de control descontando al nivel del piso terminado, regularizará superficies, facilitará las excavaciones, permitirá el adecuado despalme estructural y garantizará condiciones estables para la construcción.

Para estas actividades se utilizará maquinaria ligera y equipo convencional de movimiento de tierras.

Las modificaciones topográficas serán únicamente las necesarias para la correcta ejecución del proyecto, manteniendo en la medida de lo posible las condiciones naturales del terreno fuera del área de construcción.

Campamento y almacenes temporales

En el área de influencia del proyecto se encuentran instaladas áreas provisionales destinadas al campamento y almacenamiento temporal de materiales y equipo como parte de las obras de construcción de la cuarta etapa del fraccionamiento Cañadas del Bosque. Estas obras se encuentran ubicadas fuera del cauce y de las zonas de escurrimiento natural y serán utilizadas para este proyecto.

El campamento cuenta con un área de resguardo de herramienta, un almacén temporal de materiales, área de descanso para trabajadores y contenedores para residuos sólidos.

Durante las etapas de preparación y construcción se instalará un sanitario portátil en un sitio cercano a la obra con el propósito de prevenir la defecación al aire libre o la opción de acceder a los existentes en bodegas y talleres de contratistas que construyen el fraccionamiento.

El mantenimiento será proporcionado por una empresa autorizada, la cual realizará la limpieza, mantenimiento y disposición adecuada de las aguas residuales.

II.18 Descripción de la etapa de construcción.

Excavaciones

Una vez concluidas las actividades de preparación del sitio, se realizarán las excavaciones necesarias para el desplante de la alcantarilla pluvial y de las obras complementarias.

Se estima remover 71.86 m³ de suelo para la alcantarilla (aleros y dentellones) y 85 m³ para la superficie de rodamiento.

Para la alcantarilla, las excavaciones tendrán como finalidad conformar la caja de desplante de la estructura, alcanzar los niveles de cimentación establecidos en el proyecto (ver plano estructural anexo 5.3), permitir la construcción de la losa de fondo y alojar los elementos estructurales y de protección hidráulica de la obra.

En cuanto a la superficie de rodamiento que se establecerá en la ZF y sobre la alcantarilla, las excavaciones conformarán la caja para la preparación de esta obra fuera de la losa superior de la alcantarilla.

Las excavaciones se realizarán mediante maquinaria convencional para movimiento de tierras, principalmente con una retroexcavadora y apoyo manual en zonas específicas.

La excavación se efectuará siguiendo las dimensiones y niveles indicados en el proyecto estructural de la alcantarilla (anexo 5.3), considerando una longitud aproximada de 19.98 m y un ancho asociado a la estructura hidráulica y obras complementarias.

Durante esta actividad se contemplará:

- Corte y conformación de taludes temporales
- Retiro de material no consolidado
- Estabilización provisional del área de trabajo
- Manejo temporal del material producto de excavación

El material producto de la excavación será dispuesto temporalmente dentro del área de trabajo para su posible reutilización en rellenos y nivelaciones; el material sobrante podrá ser utilizado en las áreas verdes del fraccionamiento Cañadas del bosque o será transportado a sitios autorizados conforme a la normatividad aplicable.

Las excavaciones se realizarán procurando evitar afectaciones innecesarias al cauce y minimizando procesos erosivos o arrastre de sedimentos.

Plantilla de concreto

Una vez alcanzados los niveles de desplante y estabilizada la superficie de excavación previo al desplante estructural, se procederá a la colocación de una plantilla de concreto simple $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ que servirá como base para la estabilización de la superficie de apoyo y construcción de la cimentación de la alcantarilla.

La plantilla estará construida con concreto simple de resistencia $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ y contará con un espesor aproximado de 10 cm.

La colocación de la plantilla se realizará directamente sobre la superficie previamente nivelada y compactada del terreno natural.

El suministro del concreto se adquirirá surtiendo en ollas de 3 m^3 , una vez colocado será extendido, nivelado.

La dosificación del cemento para lograr el $f'c$ y revenimiento de proyecto, se ajustará periódicamente de acuerdo a la calidad y humedad de los agregados pétreos.

El uso de aditivos químicos como acelerantes, retardantes, fluidificantes y otros, se dosificarán de acuerdo a la recomendación del fabricante y producto a emplearse; de tal manera que no se disminuya la resistencia de proyecto. Así mismo se recomienda realizar ensayos previos a la elaboración del concreto hidráulico y muestreo de acuerdo a las normas en vigencia.

Construcción de losa de fondo

Posteriormente se construirá la losa de fondo de la alcantarilla pluvial, la cual constituirá el elemento principal de cimentación de la estructura hidráulica.

La losa de fondo tendrá la función de soportar las cargas estructurales de la bóveda, transmitir cargas hacia el terreno de cimentación, resistir presiones hidráulicas y proporcionar estabilidad integral a la estructura.

La losa será construida con concreto reforzado de resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Su geometría corresponderá al ancho total de la estructura hidráulica, incluyendo la sección hidráulica interior, el espesor de los muros laterales y los elementos de confinamiento.

La estructura contará con una longitud aproximada de 18.50 m y ancho hidráulico interior de 3.00 m.

El acero de refuerzo será colocado conforme a las especificaciones estructurales indicadas en el proyecto ejecutivo, respetando recubrimientos, separaciones, traslapes y anclajes estructurales.

Durante el colado se utilizarán vibradores mecánicos para garantizar adecuada compactación del concreto y evitar formación de vacíos o segregación del material.

Una vez concluido el colado, la losa permanecerá en proceso de curado el tiempo requerido para alcanzar la resistencia estructural especificada.

Construcción de muros

Los muros laterales constituirán los elementos verticales de confinamiento hidráulico y soporte estructural de la bóveda, estos serán construidos con concreto reforzado $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero de refuerzo $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$.

Su altura corresponderá a la sección hidráulica interior de la alcantarilla que será de 1.35 m.

Las actividades constructivas incluirán el habilitado y armado de acero, la colocación de cimbra metálica o de madera, alineación y apuntalamiento, colado de concreto, vibrado mecánico y curado estructural.

Construcción de losa superior de rodamiento

Posteriormente se construirá la losa superior de rodamiento, la cual funcionará simultáneamente como elemento estructural de cierre de la bóveda y superficie de soporte para la vialidad vehicular.

La losa superior estará conformada por concreto reforzado $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y acero estructural $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$. El espesor aproximado de la losa será de 25 cm.

La construcción incluirá la instalación de cimbra, colocación de acero de refuerzo, habilitado de juntas, colado de concreto, vibrado mecánico, nivelación y curado.

El diseño estructural considera tránsito vehicular de alto tonelaje, incluyendo sobrecargas vehiculares de hasta 40 toneladas.

Una vez alcanzada la resistencia estructural requerida, sobre la losa se colocarán capas de conformación, superficie de rodamiento y elementos complementarios de la vialidad proyectada.

La losa superior permitirá distribuir las cargas vehiculares hacia los muros laterales y la cimentación de la estructura, garantizando estabilidad y funcionamiento adecuado de la alcantarilla durante su vida útil.

Limpieza final

Al concluir las obras se retirarán residuos, materiales sobrantes e instalaciones provisionales.

II.19 Requerimientos de mano de obra, materiales y maquinaria durante la preparación y construcción

Para el desarrollo de las actividades de preparación y construcción se empleará maquinaria y equipo convencional para obras civiles e hidráulicas.

El horario de trabajo será diurno, de 8 de la mañana a 18 horas, no se contempla trabajo nocturno, con excepción del velador, se tendrá un promedio 12 de personas durante 4 meses.

Tabla II. 10.- Cantidad de personal

PERSONAL	SEMANA															
	Preparación				Construcción											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Topógrafo	1															
Maestro oficial	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Peón	2	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	4	4	4
Ayudante topografía	1															
Chofer camión (volteo)				1	1	1	1							1		
Chofer pipa														1		
Operador Retroexcavadora					1	1	1									
Operador de Vibrocompactador				1										1		
Total	5	5	7	9	9	9	9	7	7	7	7	5	5	8	5	5

Fuente: Estimación con base en datos del proyecto

Se estima que trabajarán en promedio 7 personas por día durante la etapa de preparación y construcción.

Maquinaria y equipos

Para el desarrollo de las actividades constructivas se empleará maquinaria y equipo convencional para obras civiles e hidráulicas.

La maquinaria y equipo que se requerirá durante la etapa de preparación y construcción es la siguiente (tabla II.11).

Tabla II. 11.- Maquinaria a utilizar

Equipo	SEMANA																Semanas
	Preparación				Construcción												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Camión de volteo				1	1	1	1							1			5
Pipa 7,000 l														1			1
Retroexcavadora					1	1	1										3
Vibrocompactador				1										1			2
Camioneta de supervisión	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16

Fuente: Estimación con base en datos del proyecto

Combustible

Básicamente los líquidos a usar durante el proyecto con implicaciones negativas al ambiente corresponden a los combustibles y lubricantes que emplea la maquinaria que participará en la obra, consistentes en una retroexcavadora y un camión de volteo, y eventualmente una pipa y un vibrocompactador, así como una camioneta para la supervisión y movimiento de insumos, refacciones, personal, etc.

Respecto a sus cuidados, se deberá de evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas, así como del suelo. Por las cantidades limitadas a usar, no se prevén vertidos ni contaminación.

Se estima el consumo del diésel listado en la tabla II.12. En cuanto a la gasolina, se estima usar 114 l.

Tabla II. 12.- Consumo estimado de diésel (l)

Cantidad	Maquinaria	Semanas	Horas por día	Consumo (l)
1	Excavadora hidráulica	1	6	1,125
1	Retroexcavadora	4	6	1,875
1	Camión de volteo	4	6	102
1	Vibrocompactador	3	6	469
1	Pipa 7,000 l	14	1	756
Total				4,327

Materiales e insumos

Los materiales requeridos para la construcción serán adquiridos de proveedores y bancos de material autorizados. Entre los principales materiales a emplear se encuentran:

- Concreto hidráulico
- Acero de refuerzo
- Piedra braza para mampostería
- Arena
- Grava
- Material de banco para rellenos

El proyecto no contempla extracción ni aprovechamiento de materiales pétreos directamente del cauce.

Residuos de manejo especial (RME)

Durante la etapa de construcción preparación del sitio y construcción se generarán residuos de manejo especial derivados principalmente de excavaciones, sobrantes de concreto, pedacería de acero, cimbra, y excedentes de piedra braza que serán almacenados temporalmente dentro del área de influencia, separados por tipo y enviados a sitios autorizados. El material de excavación será reincorporado en actividades de restitución del suelo o para acondicionamiento de las áreas verdes del fraccionamiento.

Tabla II. 13.- Estimado de generación de RME

Residuo	Cantidad estimada	Unidad
Tierra producto de excavación	156.86	m³
Sobrantes de concreto	5.70	m³
Pedacería de acero de refuerzo	166.96	kg
Residuos de cimbra/madera	4.03	m³
Piedra braza sobrante	1.33	m³

No se estima generación de residuos líquidos adicionales a los que se generarán en los sanitarios portátiles y que será retirado por la empresa arrendadora mediante el mantenimiento semanal.

Esta generación estará en función de la calendarización de las obras. Los RME se deberán de manejar en apego a la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo y su Reglamento, y a la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán.

En apego a esta legislación, la Secretaría de Medio Ambiente publicó los siguientes trámites de aplicación obligatoria:

- Trámite Registro como generador de Residuos de Manejo Especial
- Trámite Registro como Gestor de Residuos de Manejo Especial
- Trámite Autorización de Plan de Manejo de Residuos Sólidos

Para dar cumplimiento con lo anterior, la empresa contratista que realice las obras deberá acatar estas medidas de control, considerando a los residuos de la construcción como residuos de manejo especial (Art. 49, Frac. VI de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo, Art. 3 Frac CII del Reglamento de la Ley Ambiental y de Protección del Patrimonio Natural del Estado de Michoacán de Ocampo, Art. 19 Frac VII de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos). En todo momento, y tal cual lo prevé cada trámite, se deberá de contar con la autorización de la administración municipal para el destino adecuado de los residuos generados.

Residuos sólidos urbanos (RSU)

Los residuos sólidos municipales generados en la preparación y construcción deberán ser clasificados para su reuso o disposición en sanitarios, orgánicos y reciclables, como establece el artículo 42 de la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo.

En este caso los sanitarios quedarán en los baños portátiles, por lo que el contratista hará separación de orgánicos y reciclables en contenedores que deberán estar colocados estratégicamente para poder tener acceso a ellos fácilmente en cada frente de trabajo.

Tabla II. 14.- Estimado de generación de RSU

Tipo de residuo	Generación diaria			Generación durante toda la construcción
	Por persona		Total en la obra	
	%	Kg	Kg	Kg
Basura de comida y materiales orgánicos similares	51	0.42	2.96	284.46
Otros (desechables, empaques, etc)	17	0.14	0.99	94.82
Papel y Cartón	15	0.12	0.87	83.66
Vidrio	6	0.05	0.35	33.47
Plástico	6	0.05	0.35	33.47
Metal	3	0.02	0.17	16.73
Textil	2	0.02	0.12	11.16
Total	100	0.83	5.81	557.76

De acuerdo al programa de obra, las actividades de preparación se prolongarán durante cuatro meses, con un promedio de 7 trabajadores por día. Con base en la cantidad de personal se puede estimar la

generación considerando un factor de **0.86 kg/persona/día³**, dando una generación total de 558 kg durante la etapa de preparación y construcción.

Residuos líquidos

Corresponde a las aguas residuales que serán las generadas por los trabajadores durante la preparación y construcción de la obra que se realizarán en el transcurso 16 semanas, estimando de esta manera un total de 96 días laborales con un promedio de 7 trabajadores por día.

El volumen de generación será aproximadamente de 2 litros/trabajador/día, por lo que la generación diaria asciende a 14 l/día, en total 1,344 litros.

Se contará con un sanitario portátil y la empresa arrendadora será la responsable de su limpieza por lo menos una vez por semana, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya otorgado en el momento de su registro y permiso de operación. Dicho sanitario se podrá rentar.

En caso de que se les permite a los trabajadores que participen en la construcción de la alcantarilla, hacer uso de los baños instalados en el área de bodegas y talleres de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa se podrá prescindir del sanitario portátil.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la preparación y construcción de manera eventual y contaminar involuntariamente el suelo con aceites y lubricantes gastados, filtros y envases que los contengan.

La generación de estos materiales es remota, más no imposible de ocurrir, por lo que se sugerirá un cuidado especial su manejo y/o los equipos que las requieren.

En caso de presentarse un derrame de las sustancias recién citadas sobre suelo natural, se deberá de aplicar de manera inmediata la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

En caso de generarse cualquiera de los residuos peligrosos citados en el primer párrafo, deberán manejarse de forma ambientalmente apropiada y de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005 y en general en apego a la legislación aplicable. Será necesario almacenarlos separadamente en tambos debidamente identificados para su posterior recolección por parte de alguna empresa autorizada en la materia.

Emisiones atmosféricas

Durante toda la etapa de preparación y construcción se producirán emisiones de gases a la atmósfera por la operación del equipo, en las cantidades estimadas y mostradas en las tablas II.15 y II.16. El trabajo no requiere de combustión a cielo abierto.

³ INEGI.2021. Comunicado de Prensa Núm. 333/21. 3 junio de 2021.

Tabla II. 15.- Emisiones de gases y partículas a la atmósfera por el uso de diésel

Equipo	Diésel (l)	Kilogramos/año emitidos de contaminante					
		CO ₂ *	CO **	NOx **	SO ₂ ****	Otros HC **	Hollín **
Camión de volteo	478.72	1,237.11	2.31	8.36	3.03	3.77	0.48
Pipa 7,000 l	54.00	139.55	0.26	0.94	0.34	0.43	0.05
Retroexcavadora	1,406.25	3,634.02	6.79	24.57	8.89	11.07	1.40
Vibrocompactador	375.00	969.07	1.81	6.55	2.37	2.95	0.37
Total	2,313.97	4,603.09	8.60	31.12	11.26	14.02	1.78

Fuente.- Elaboración propia con base en datos de proyecto

* Cálculo con base en la estequiometría de la reacción de combustión $4C_{12}H_{23} + 71O_2 \rightarrow 48CO_2 + 46H_2O + \text{energía}$

** Cálculo con base en Lara Gómez, Cindy (et al.). Publicación Técnica No. 322 Sanfandila, Qro, 2009. Propuesta metodológica para la estimación de emisiones vehiculares en ciudades de la República Mexicana. Publicación basada en MOBILE6.2 (draft 2002, final 2004) Environmental Protection Agency USA

**** Revista Cubana de Meteorología, Vol.24, No.1, pp. 1-9, 2018, ISSN: 0864-151X

Tabla II. 16.- Emisiones de gases y partículas a la atmósfera por el uso de gasolina

Equipo	Gasolina (l)	Kilogramos/año emitidos de contaminante					
		CO ₂ *	CO *	HC *	NOx *	CH ₄ **	N ₂ O **
Camioneta de supervisión	114.29	262.86	12.91	1.50	1.12	0.06	0.03

Fuente.- Elaboración propia con base en la estequiometría de la reacción de combustión

* Cálculo con base en la estequiometría de la reacción de combustión

** Cálculo con base en EPA (2014) Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2012

Adicionalmente se producirán polvos por diversas acciones, sin considerar la generación de polvos por caída de materiales de los vehículos por carecer de lonas que impidan su dispersión. Para la estimación de partículas se estableció una superficie constante de 323.76 m² que corresponden al área de afectación y un trabajo efectivo de 24 días (2 semanas de despalle y 2 semanas por las actividades de excavación.

De acuerdo con el factor de emisión propuesto en el Manual AP-42⁴, se estarán generando 0.00897 kg de polvo por cada m² por día, es decir, 69.7 kg de polvo por los 24 días efectivos en los 323.76 m² de afectación del proyecto.

Es necesario considerar que entre más cercano esté un sitio de trabajo de los arroyos estará más saturado de agua razón por la cual el movimiento de materiales primordialmente corresponderá a suelo húmedo.

Como referencia podemos considerar que la emisión de partículas en tamizadores con material húmedo asciende a menos de 9% de lo que debiera ser con material seco⁵.

Es decir, de los 69.7 kg de partículas (PST) que se estima generar si fuera polvo seco, apenas se generará 6.3 kg por estar húmedo el suelo a remover.

El valor propuesto por la US-EPA es una referencia muy valiosa y vale la pena tomarla en cuenta para el presente análisis. No obstante, debemos considerar la reducida magnitud de nuestro trabajo.

⁴ AP-42 Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources Fifth Edition, Volume I Chapter 13: Miscellaneous Sources 13.2.3 Heavy Construction Operations. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources>

⁵ AP-42 Compilation of Air Emissions Factors from Stationary Sources Fifth Edition, Volume I Fifth Edition, Chapter 11: Mineral Products Industry 11.19.2 Proceso de trituración de rocas y pulverización de mineral. <https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources>

Se deberá de evitar la quema de materiales o residuos, y garantizar que el equipo de combustión interna tenga un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentre en buen estado o bien que cuenten con la verificación vehicular.

Asimismo, los camiones de carga que transporten material a granel deben estar debidamente cubiertos con lonas sujetas para evitar derrames de materiales, polvos y otros aerotransportables, tal cual señala el artículo 34 de la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo (29/12/2016) y el artículo 43 del Reglamento de tránsito y Vialidad del Municipio de Morelia (16/04/2021).

Ruido

Los niveles de ruido se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentre operando el equipo de construcción (camión, retroexcavadora, etc.) y disminuirán en intensidad conforme a la distancia de la fuente emisora, consignándose los niveles de ruidos estimados como se muestra en la tabla II.17.

La disminución en el nivel de ruido se estima en 15 dB(A) a 15 m de la fuente, y 6 dB(A) los 15 m siguientes y subsecuentes. En términos generales, los niveles de ruido observados de diferentes equipos de construcción varían desde 80 a 94 dB(A) (EPA, EEUU, 1972).

Como referencia, se deberá observar la NOM-080-SEMARNAT-1994 *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.*

Tabla II. 17.- Especificaciones de la Tabla 1 del numeral 5.9.1 de la NOM-080-SEMARNAT-1994

Peso bruto vehicular (Kg)	Límites máximos permisibles dB (A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000, y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

Fuente: NOM-080-SEMARNAT-1994

Es de precisar que esta norma restringe su campo de aplicación a vehículos automotores de acuerdo con su peso bruto vehicular, y motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel. No obstante, se sugiere considerar esta referencia para la maquinaria pesada de construcción.

Tabla II. 18.- Nivel de ruido generado por equipo de construcción

Equipo	Nivel de Ruido en dB(A)		
	En la fuente	A 15 m de la fuente	A 30 m de la fuente
Camión de volteo	82-90	67-75	61-69
Retroexcavadora	88	73	67
Vibocompactor	85-90	70-75	64-69
Pipa	82-90	67-75	61-69
Camioneta	80	65	59

dB(A): Nivel de presión acústica, ponderación A.

FUENTE: Agencia de Protección Ambiental EPA, EEUU, 1972, Manuales de equipos, y mediciones propias.

Como se observa, los valores están por debajo de lo que señala la NOM-080-SEMARNAT-1994

Disposición y abastecimiento de agua

Únicamente se estima el consumo de agua para los trabajadores con fines de sanidad, ya que para la construcción de la alcantarilla no se requiere de agua.

El abastecimiento será mediante pipas de agua obtenida de sitios autorizados por el Ayuntamiento de Morelia.

Se estima, además un consumo de 0.03 m³ de agua por día para los trabajadores con fines de sanidad, y 0.02 m³ para limpieza de utensilios de trabajo.

$$\text{Consumo para trabajadores} = (0.03 + 0.02) \text{ m}^3/\text{trabajador} \times 96 \text{ días} \times 7 \text{ trabajadores/día} = 34 \text{ m}^3$$

En total se estima que se consuma aproximadamente 34 m³ de agua.

II.20 Descripción de la etapa de mantenimiento.

Durante la etapa de operación, el proyecto permitirá el tránsito vehicular de la vialidad interna del fraccionamiento y la conducción de escurrimientos superficiales del cauce natural.

La operación del proyecto no implica procesos industriales ni generación significativa de emisiones o descargas contaminantes.

Las actividades de mantenimiento se realizarán en conjunto con el mantenimiento de las vialidades y obras hidráulicas existentes del fraccionamiento y en tanto no se municipalice el mantenimiento estará a cargo de Corporativo Tres Marías. S.A.P.I.B. de C.V.

El mantenimiento será preventivo y consistirá principalmente en:

1. Para la alcantarilla de cajón (19.98 metros) y el cauce federal:
 - 1.1. Desazolve y limpieza: Retiro manual o mecánico de sedimentos, lodo, basura y material vegetativo (ramas, troncos) dentro del cajón y en las zonas de transición (aguas arriba y aguas abajo). Es importante mantener la sección hidráulica completamente libre.
 - 1.2. Inspección estructural: Revisión de muros, losa superior, aleros y plantilla de fondo. Se deben buscar fisuras, desprendimientos de concreto, acero expuesto o juntas frías abiertas.
 - 1.3. Verificación de socavación: Revisión exhaustiva en la base de los aleros y a la salida de la alcantarilla para descartar erosión o deslavados causados por la velocidad de la corriente.
 - 1.4. Control de maleza: Deshierbe en los taludes aledaños a las entradas y salidas para evitar que las raíces penetren y dañen la estructura de concreto.
2. Para la superficie de rodamiento (242.63 metros cuadrados):
 - 2.1. Sellado de grietas y juntas: Limpieza y aplicación de sellador elastomérico en grietas o juntas de dilatación. Esto evita la filtración de agua que debilita la base o subbase.
 - 2.2. Mantenimiento del drenaje superficial: Limpieza de cunetas, bordillos o lavaderos para asegurar que el agua de lluvia escurra rápidamente y no se encharque sobre la superficie.
 - 2.3. Renivelación o bacheo menor: Reparación oportuna de pequeños hundimientos, desprendimientos o desgaste en la capa de rodadura.
 - 2.4. Señalización: Repintado de líneas de tránsito, guarniciones o mantenimiento a la señalética vertical, si el proyecto lo contempla.

Las actividades de mantenimiento se realizarán al menos anualmente para conservar la capacidad hidráulica y estabilidad estructural de la obra.

La vida útil estimada del proyecto será de aproximadamente 50 años, sujeta a mantenimiento preventivo adecuado.

II.21 Descripción de la etapa de abandono y desmantelamiento

Debido a la naturaleza y finalidad de la obra, **no se contempla el abandono del proyecto** en el corto o mediano plazo.

En caso de que la estructura deje de operar en el futuro, se deberán implementar medidas para garantizar la estabilidad hidráulica y ambiental del sitio, evitando obstrucciones al cauce y riesgos de erosión o colapso estructural.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

II. 22 Ubicación geográfica de las obras del proyecto

El proyecto se realizará sobre la vialidad troncal del Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, en Ciudad Tres Marías, sobre el arroyo sin nombre de jurisdicción federal, en el municipio de Morelia, Michoacán.

El proyecto ocupará una superficie total de 323.76 m² sobre el cauce del arroyo. Las dimensiones interiores de la bóveda de la alcantarilla medirán 19.98 m de largo, 3 m de ancho y 1.35 m de alto. La longitud total del tramo de la vialidad sobre la alcantarilla es de 20 m y 13.29 de ancho total en la sección del cruce (5.02 m corresponden al ancho del carril lateral izquierdo, 5.01 de ancho del carril lateral derecho y 3.26 m de ancho del cauce).

Las coordenadas del área de afectación del cauce se indican en la siguiente tabla.

Tabla II. 19.- Coordenadas de ubicación del proyecto

Vértice	Coordenadas UTM	
	Este (X)	Norte (Y)
1	280,030.89	2,181,884.13
2	280,043.60	2,181,885.26
3	280,038.95	2,181,889.16
4	280,044.30	2,181,887.28
5	280,043.88	2,181,889.53
6	280,042.33	2,181,897.77
7	280,042.21	2,181,902.89
8	280,042.15	2,181,905.06
9	280,036.91	2,181,907.27
10	280,036.75	2,181,909.00
11	280,041.04	2,181,914.12
12	280,028.96	2,181,913.05
13	280,028.92	2,181,912.42

Vértice	Coordenadas UTM	
	Este (X)	Norte (Y)
14	280,032.76	2,181,909.21
15	280,030.78	2,181,910.20
16	280,028.82	2,181,911.21
17	280,028.78	2,181,910.73
18	280,028.81	2,181,908.96
19	280,028.90	2,181,902.75
20	280,029.01	2,181,895.49
21	280,029.02	2,181,894.77
22	280,029.30	2,181,893.15
23	280,034.96	2,181,890.71
24	280,035.09	2,181,889.25
25	280,030.87	2,181,884.21

Figura II. 10.- Ubicación del proyecto



En el anexo 3.29 se adjuntan las coordenadas del proyecto en formato Excel, CSV (delimitado por comas), SHAPE y KML.

II. 23 Representación geográfica del proyecto

Representación geográfica regional

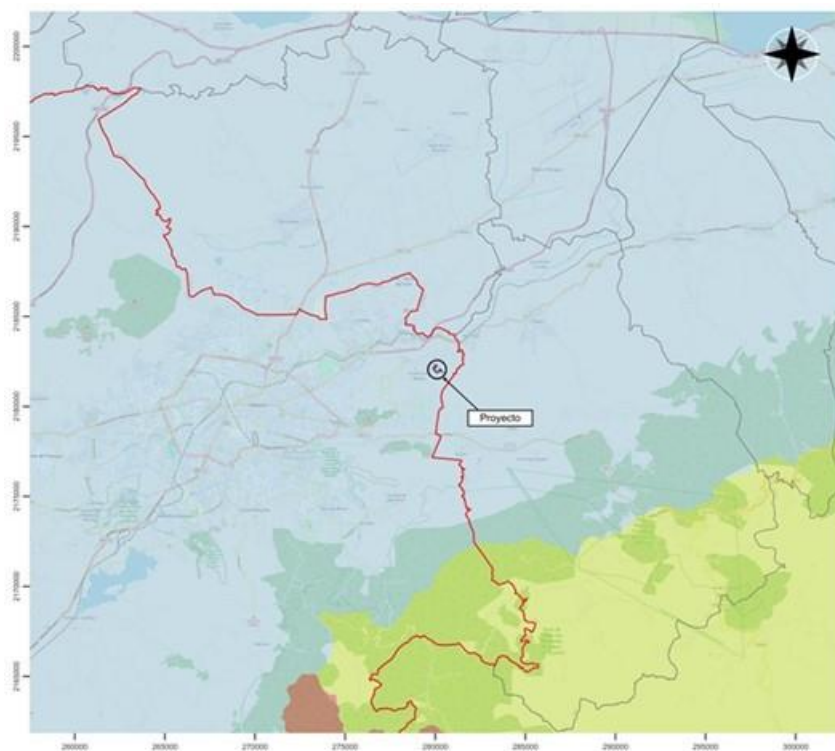
La representación geográfica regional del proyecto se realizó con el propósito de ubicar espacialmente el sitio de interés dentro del contexto ambiental e hidrológico en el que se inserta, permitiendo identificar la relación funcional entre el proyecto y los procesos territoriales y ecosistémicos de escala regional.

Para la delimitación regional se consideró como unidad de referencia la subcuenca hidrológica RH12Gb Lago de Cuitzeo, perteneciente a la Cuenca Hidrológica RH12G Lago de Pátzcuaro, Cuitzeo y Lago de Yuriria y la Región Hidrológica RH12 Lerma-Santiago, debido a que el proyecto corresponde a una obra hidráulica localizada sobre un cauce federal sin nombre, cuya dinámica superficial de escurrimiento forma parte de dicho sistema hidrológico.

La representación regional permite identificar la ubicación general del proyecto dentro de la subcuenca, la relación del sitio con el sistema hidrológico regional, la conectividad del cauce respecto a los escurrimientos superficiales, y el contexto territorial donde potencialmente podrían manifestarse los impactos ambientales asociados al proyecto.

Asimismo, esta representación sirve como referencia para el análisis posterior de la Región Ecológica y del Área de Influencia del proyecto.

La figura II.11 muestra la ubicación regional del proyecto dentro de la subcuenca hidrológica correspondiente.

Figura II. 11.- Representación geográfica regional del proyecto

Representación geográfica local

La representación geográfica local corresponde al entorno inmediato donde se desarrollarán las obras y actividades del proyecto, incluyendo la infraestructura proyectada y los elementos ambientales directamente relacionados con su ejecución.

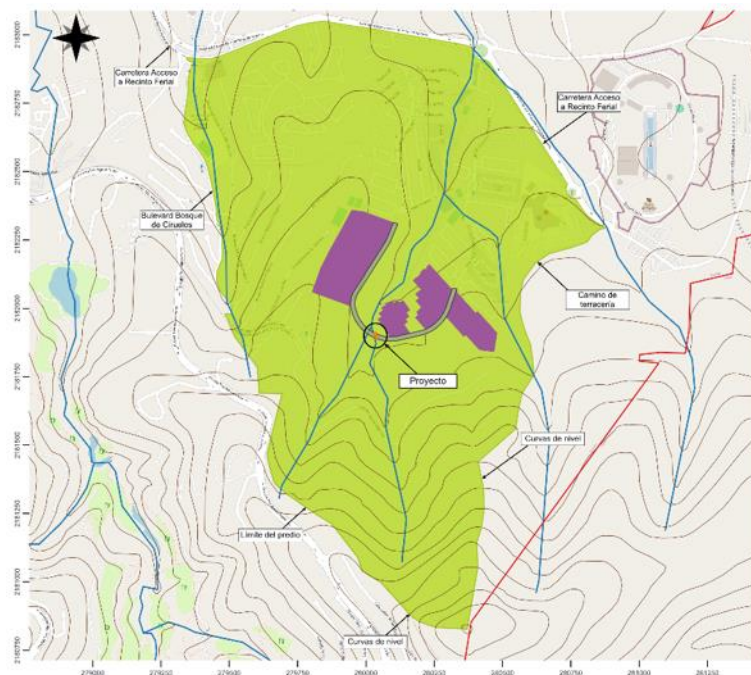
Dicha representación se elaboró con base en la delimitación de la Región Ecológica definida para el proyecto, considerando, la topografía del sitio (parteaguas), el patrón de drenaje superficial asociado al arroyo federal, las condiciones actuales de uso de suelo, las vialidades (caminos y carreteras), los límites de los predios y la posible extensión espacial de los impactos ambientales derivados de las diferentes etapas del proyecto.

En la representación geográfica local se identifican, el trazo de la vialidad proyectada para el proyecto, la ubicación de la alcantarilla pluvial, el cauce federal, así como los principales elementos físicos y antrópicos presentes en el entorno inmediato.

La delimitación local permitió establecer el área de influencia del proyecto, la identificación de impactos ambientales y la relación funcional entre las obras proyectadas y los componentes de la Región Ecológica.

La figura II.12 presenta la representación geográfica local del proyecto y del entorno inmediato donde se desarrollarán las obras asociadas a este.

Figura II. 12.- Representación geográfica local del proyecto



INCIDENCIA EN ANP

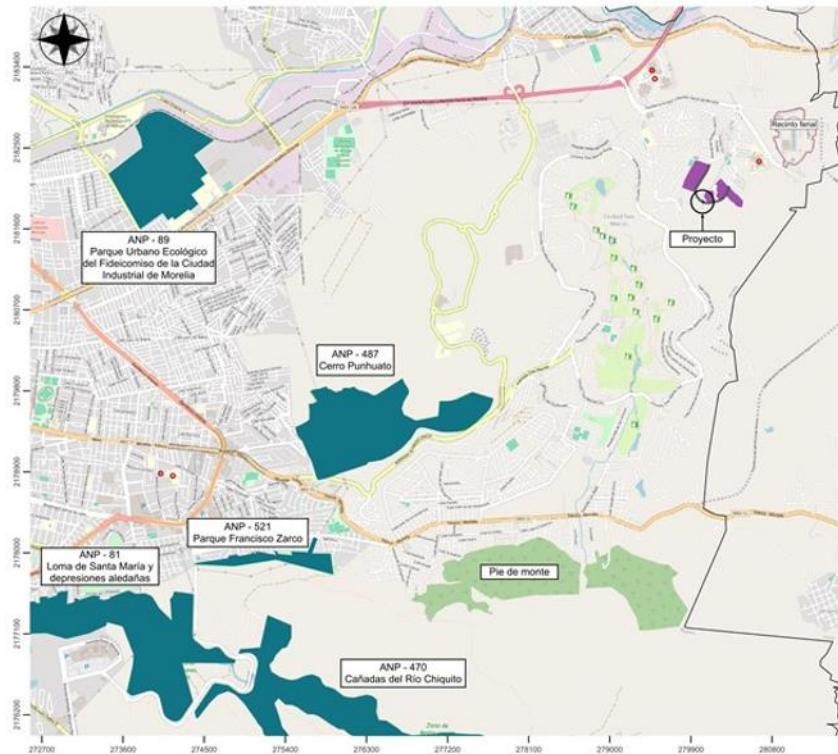
II. 24 Incidencia en Áreas Naturales Protegidas de carácter federal Tabla 16

El sitio de proyecto **se localiza fuera de áreas naturales protegidas, es decir, NO incide en ninguna de ellas**. Las más cercanas se citan a continuación y se muestran en la figura II.13.

Tabla II. 20.- Tabla 16 Superficies de incidencia en Área Natural Protegida (ANP) Federal (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

Tabla 16. Superficies de incidencia en Área Natural Protegida (ANP) Federal.					
Estructura/Componente del proyecto	Área de afectación (m ²)	Área de afectación por obras en ANP(m ²)	Tipo de afectación Permanente o Temporal	Área de la estructura o componente fuera de ANP(m ²)	Nombre del ANP
Alcantarilla	N.A.	No incide	N.A.	N.A.	N.A.
Aleros (Obras de protección hidráulica y transiciones)	N.A.	No incide	N.A.	N.A.	N.A.
Superficie de Rodamiento	N.A.	No incide	N.A.	N.A.	N.A.

Figura II. 13.-ANP cercanas al proyecto



ANP Cerro Punhuato

Área Natural Protegida Cerro Punhuato se localiza en el Municipio de Morelia. Declarado Área Natural Protegida el 26 de enero de 2005 y modificada el 15 de febrero de 2008 bajo la categoría de Parque Estatal con una superficie de 118.86 ha. El proyecto se localiza a 3.85 km al Noreste.

ANP Parque Urbano Ecológico del Fideicomiso de la Ciudad Industrial de Morelia (FCIMO)

El Parque Urbano Ecológico se encuentra al noroeste de la ciudad de Morelia, fue decretada como Área Natural Protegida el 10 de julio de 1995, cuenta con una superficie de 89-11-20.81 ha. El proyecto se ubica a 5.57 km al este.

ANP Parque Urbano Ecológico Francisco Zarco

El Área Natural Protegida Francisco Zarco se encuentra dentro del municipio de Morelia. El parque se localiza en terrenos expropiados al ejido “El Rincón” en la parte suroeste de la ciudad de Morelia y al este de la loma de Santa María, la cual forma parte del escurrimiento que drena hacia la cuenca endorreica de Cuitzeo a través del río Chiquito, cuenta con una superficie de 170-80-62.095 ha. El proyecto se localiza a 5.68 km al Noreste.

ANP Zona Sujeta a Preservación Ambiental Manantial La Mintzita

El Manantial La Mintzita se encuentra ubicada a 7.5 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Morelia, fue decretada Área Natural Protegida con el carácter de Zona Sujeta a Preservación Ambiental Manantial el 31 de enero de 2005 y como sitio RAMSAR el 2 de febrero de 2009, tiene una superficie de 419-60-64.62 ha. El proyecto se localiza a 18.2 Km al Noreste.

ANP Ex-Escuela Agrícola Denominada La Huerta

El área se encuentra al sureste de la Tenencia Morelos, Municipio de Morelia, a la altura del kilómetro 13 Carretera Morelia-Pátzcuaro, fue decretada 31 enero 2005, y cuenta con una superficie de 271-48-89.25 ha. El proyecto se ubica a 15.37 km al Noreste.

ANP Cerro del Águila

Decretado el 11 de mayo del 2023 en la categoría de reserva estatal y subcategoría de reserva de captación y recarga de mantos acuíferos, debido a que es una de las zonas de recarga de acuíferos más importantes de la ciudad de Morelia, ya que abastece al manantial de La Mintzita. Esta ANP cuenta con una superficie total de 5,128 ha. Esta ANP se encuentra a 29.01 km al Suroeste del proyecto.

ANP Cerro del Quinceo

Decretado el 16 de junio del 2023 en la categoría de reserva estatal y subcategoría de reserva de captación y recarga de mantos acuíferos, ya que presenta un alto valor biológico que requiere acciones de restauración a fin de incrementar la conectividad de ecosistemas y la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables. Esta ANP proporciona recursos hídricos superficiales y escorrentías al manantial La Mintzita en conjunto con el Cerro del Águila. Cuenta con una superficie de 2,640 hectáreas. Esta ANP se localiza a 16.14 km al Noroeste del proyecto.

ZRPA Loma de Santa María y Depresiones Aledañas

Se localiza al sur del municipio de Morelia; fue decretada con esta categoría el día 31 de diciembre de 2009, con el objetivo de preservar la zona dada la importancia biológica que ésta representa para la ciudad, tiene una superficie de 170.5 ha. El proyecto se localiza aproximadamente a 7.33 km al Noreste.

ZRPA Cañadas del Río Chiquito

Zona de Restauración y Protección Ambiental decretada el 29 de abril de 2011, tiene una superficie de 205.087 ha y se localiza al Sur de Morelia, considerada es un área de vital importancia para la provisión de bienes y servicios ambientales para la ciudad de Morelia, especialmente por la composición y estructura de la vegetación de las cañadas y laderas del sitio. El proyecto se localiza a 6.42 km al Norte.

ZRPA Área de Recarga del Manantial de la Mintzita

Decretada el 24 de agosto de 2007; se ubica al poniente de la ciudad de Morelia, y es de vital importancia por los servicios ambientales, entre los que destaca la recarga del acuífero que alimenta el Manantial La Mintzita, ya que este provee del 40 al 50 % de agua potable para la ciudad de Morelia (Servicio Geológico Mexicano 2008), su gasto llega a sobrepasar los mil litros por segundo; suministrando para consumo humano a un promedio de 300 mil habitantes, así como a la agricultura de zonas aledañas y la industria papelera Grupo Scribe. Cuenta con una superficie de 5,027 ha. El proyecto se ubica a 18.2 Km al Noreste.

ZPA Pico Azul – La Escalera

Decretada el 13 de septiembre de 2011 con una extensión de 23, 107.48 hectáreas, esta Área representa una fuente potencial de recursos hídricos para la región y principalmente para la ciudad de Morelia, que debido a su alta densidad poblacional, tiene una gran demanda de estos recursos, de los cuales de manera directa se abastece un sector del sur de la ciudad mediante el denominado Canal de San Miguel y de

manera indirecta un porcentaje importante del resto de la ciudad a partir del agua que se capta en la Presa de Cointzio. El proyecto se ubica a 8.89 km al Norte.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

De acuerdo con la SEMARNAT, se cuentan con 152 Regiones Terrestres Prioritarias de México (RTP) que cubren más de la cuarta parte del territorio nacional; se caracterizan por su riqueza de recursos y diversidad biológica, en particular por sus especies endémicas. En términos numéricos, la mayor concentración de RTP se presenta en Chihuahua, Sonora y Coahuila, mientras que Oaxaca y Quintana Roo destacan por la alta proporción de su superficie incluida. Particularmente en Michoacán se tienen 6 RTP: Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo, Cerro Viejo-Sierras de Chapala, Infiernillo, Sierra de Chincua, Sierra de Coalcomán y Tancítaro, las cuales abarcan una superficie de 11,140 km².

El proyecto **se establecerá fuera de cualquier RTP, es decir, NO incide en ninguna de ellas**. La más cercana se muestra en la figura II.14 y se cita a continuación:

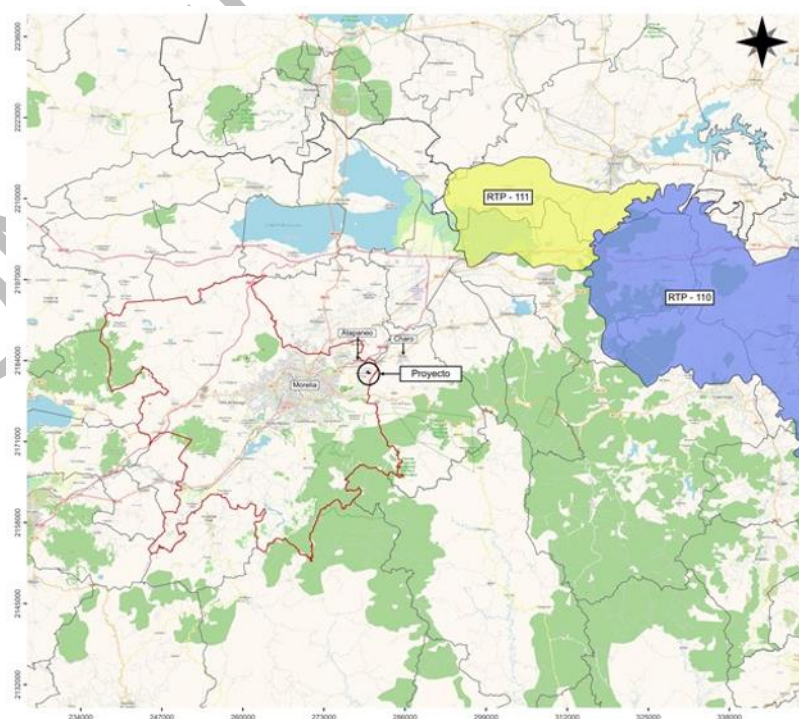
Cerro Ancho-Lago de Cuitzeo (RTP-111)

Ubicado en los Estados de Michoacán y Guanajuato, abarca los municipios de Acámbaro, Queréndaro, Santa Ana Maya y Zinapécuaro, tiene una superficie de 378 km².

Se considera una región importante para la conservación porque está catalogado como el remanente más importante del bosque tropical caducifolio que en otros tiempos ocupaba cerca de 11,000 km² y que ahora ha desaparecido casi totalmente.

Esta RTP se localiza aproximadamente a 23.65 km al Noreste del proyecto (figura II.14).

Figura II. 14.- Regiones Terrestres Prioritarias

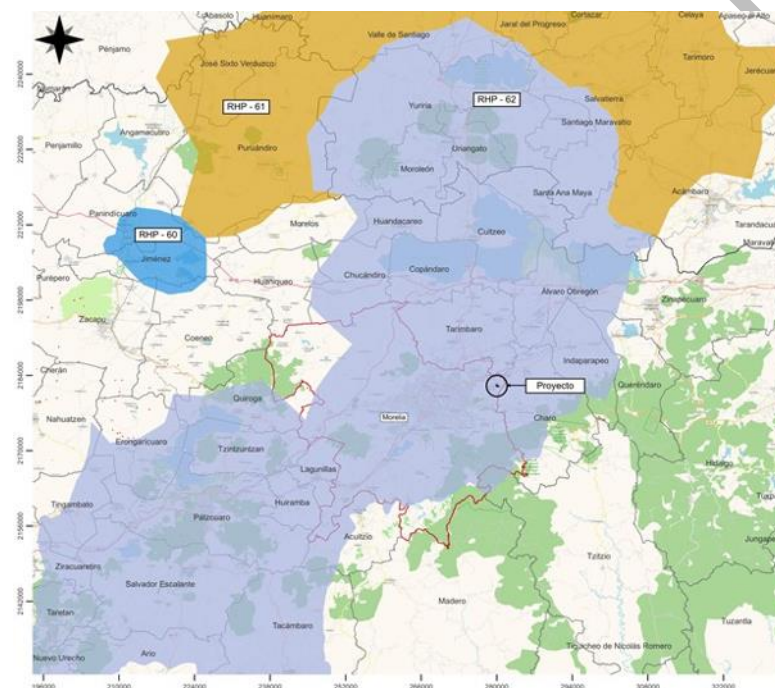


Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

De acuerdo con la CONABIO se tienen identificadas 110 regiones de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad. En Michoacán se localizan 6 RHP: Zacapu, Chapala-Cajatlán-Sayula, Lagos-Cráter del Valle de Santiago, Pátzcuaro y Cuencas Endorréicas Cercanas, Cuenca Baja del Río Balsas y Ríos Coalcomán y Nexpa, las cuales abarcan una superficie de 24,188 km².

El proyecto se localiza en la RHP Pátzcuaro y Cuencas Endorreicas Cercanas.

Figura II. 15.- Regiones Hidrológicas Prioritarias



Pátzcuaro y Cuencas Endorreicas Cercanas RHP 62

Esta RHP-62 Pátzcuaro y cuencas endorreicas cercanas se ubica en los estados de Michoacán y Guanajuato, tiene una extensión de 7,092.87 km².

Presenta una problemática por la modificación del entorno, en donde los cuerpos de agua están siendo impactados por altas densidades de población y actividades productivas de la región; sobreexplotación de mantos acuíferos, deforestación intensiva y construcción de carreteras. Presentan azolvamiento continuo del vaso lacustre y reducción de la cuenca lacustre por aportes de sedimentos.

Los cuerpos de agua están contaminados por agroquímicos, aguas residuales domésticas y desechos sólidos.

Hay especies introducidas resistentes y de amplia distribución que van compitiendo y desplazando a las especies nativas, no hay observancia de las vedas, manejo inadecuado de la cuenca, artes de pesca inadecuadas como chinchorros (red de arrastre), agalleras y atarrayas así como sobreexplotación de las grandes pesquerías. Extracción de tule para artesanía del empajado. El uso de suelo es forestal y

agropecuario. Existe tala clandestina e incendios, los cuales requieren de atención inmediata. Extracción de leña como combustible.

No obstante lo anterior, es necesario considerar que:

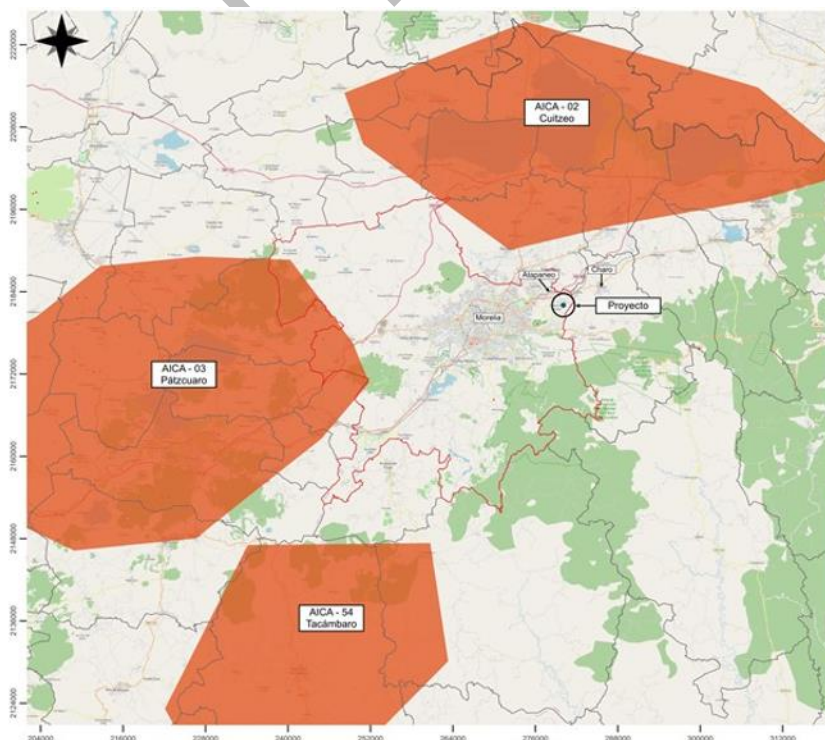
- El proyecto no prevé la modificación del entorno, no implica explotar y menos sobreexplotar mantos acuíferos y no habrá deforestación. El proyecto se realizará en una zona urbana donde no existen condiciones ambientales relevantes que se puedan alterar.
- No se contempla utilizar agroquímicos y la generación de aguas residuales que se generen durante la preparación y construcción será manejada a través de la empresa que preste el servicio de baños portátiles.
- No se extraerán ni utilizarán recursos de la fauna silvestre.

Dicho lo anterior, es importante mencionar que el proyecto a realizar no afectará los cuerpos de agua ni afectará especies de flora o fauna.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

De acuerdo con la SEMARNAT a nivel nacional se han delimitado y cartografiado 236 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) con una cobertura aproximada de 372,240 km². Se distribuyen en todas las entidades federativas del país; las más grandes se encuentran en Chihuahua, Sonora y Oaxaca, así como los estados de Durango, Veracruz, Yucatán, Campeche y Chiapas. En Michoacán se encuentran 8 AICAS: Cuitzeo, Sierra Chincua, Pátzcuaro, Tacámbaro, Tancítaro, Cuenca Baja del Balsas, Tumbiscatío y Coalcomán-Pómaro, las cuales abarcan una superficie de 1,742,060 ha.

Figura II. 16.- AICAS cercanas al proyecto



El proyecto se establecerá fuera de cualquier AICA. NO incide en ninguna de ellas. Las más cercanas se muestran en la figura II.16 y se citan a continuación:

Cuitzeo AICA C-02

Ubicada en los Estados de Michoacán y Guanajuato, tiene una superficie de 145,829.25 ha., de acuerdo con la CONABIO no presenta plan de manejo, la tenencia de la tierra es ejidal, privada y federal, el uso de la tierra es para pesca, agricultura y ganadería.

La vegetación subacuática es una de las más restringidas en las tierras altas del centro de México. La destrucción de humedales para agricultura y la salinización de los suelos por las fluctuaciones drásticas en los niveles de agua pone en riesgo la conservación de los tulares. El proyecto se ubica a 8.89 Km al sur de esta AICA.

Pátzcuaro AICA C-03

Localizado en el Estado de Michoacán, tiene una superficie de 186,275.08 ha, de acuerdo con la CONABIO si presenta plan de manejo. La tenencia de la tierra es ejidal, privada y comunal, el uso de tierra es forestal, turismo, agricultura y áreas urbanas.

La desecación de algunas partes del lago, el incremento en la erosión y azolve además de las descargas de agroquímicos y aguas negras, ponen en peligro la existencia de la vegetación subacuática y la fauna en general (en especial el pez blanco *Chirostoma estor* y algunas especies de Godeidos endémicos, además del achoque *Ambystoma dumerilii*), desde la década de los 30's fue decretada como una zona de protección forestal. El proyecto se localiza a 30.36 Km al este de esta AICA.

Sitios Ramsar (Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional)

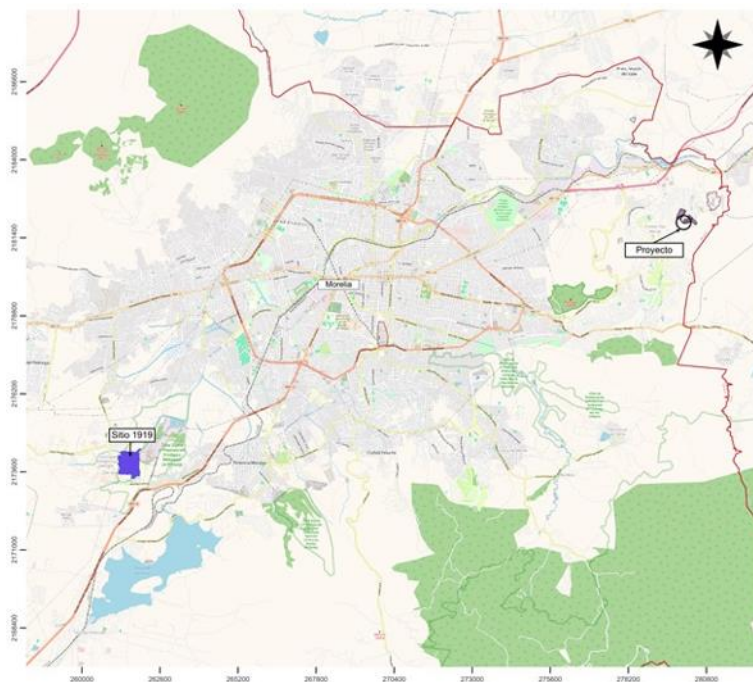
La Convención entró en vigor en México el 4 de noviembre de 1986, actualmente en el País se tienen 144 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,731,911 ha.

El proyecto se establecerá fuera de cualquier sitio RAMSAR. El más cercano está ubicado a 20.1 km al Suroeste, y es el sitio identificado con el número 1919 La Mintzita y que se muestra en la figura II.17.

El Sitio Ramsar La Mintzita se localiza en el municipio de Morelia y fue decretado el 02 de febrero de 2009. Está formado por una serie de manantiales, alberga especies protegidas como los peces Goodeidos *Zoogoneticus quitzeoensis* y *Skiffia lermae*.

Este humedal juega un papel importante en la retención de los sedimentos que provienen de las zonas más altas del área de captación, así como para filtrar los nutrientes producidos en la presa de Cointzio.

Figura II. 17.- Sitio Ramsar cercano al proyecto



II.25 Anteproyectos de las diferentes opciones analizadas

No se proyectaron otras alternativas al encontrar que hidrológicamente una alcantarilla es suficiente para conducir los escurrimientos pluviales en el arroyo intermitente.

II.26 Cronograma de preparación, construcción, operación y mantenimiento, abandono (desmantelamiento)

Se estima que las actividades de preparación del sitio, construcción y limpieza final tendrán una duración aproximada de cuatro meses, considerando condiciones normales de trabajo y disponibilidad de materiales y equipo. Durante la etapa de operación y mantenimiento se realizará el mantenimiento a la vialidad y la alcantarilla de forma periódica en tanto se municipalice el fraccionamiento Cañadas del Bosque.

El programa de trabajo contempla las siguientes etapas:

Preparación:

- Delimitación del terreno, colocación de señalética
- Retiro de arbolado
- Limpieza manual y mecánica del sitio
- Despalle
- Trazo y Nivelación

Construcción:

- Excavaciones
- Colocación de plantilla de concreto

- Construcción de obras complementarias
- Instalación de acero
- Rellenos
- Limpieza y retiro de residuos

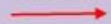
Operación y mantenimiento:

- Limpieza de sedimentos y basura
- Revisión estructural de los elementos de concreto
- Mantenimiento de obras de protección hidráulica
- Reparación de grietas o daños menores
- Conservación de taludes y revestimientos

Tabla II. 21.- Cronograma de actividades

GRUPO TRES MARÍAS		PROGRAMA DE OBRA																CAÑADAS BOSQUE		
"Ocupación de la zona federal y el cauce de un arroyo en el Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, Morelia, Michoacán"		Mes/año	1				2				3				4				...	
Actividad		Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	...	
1. PREPARACIÓN DEL SITIO																				
---	Delimitación del terreno y colocación de señalética																			
1.1	Retiro de arbolado																			
1.2	Limpieza manual y mecánica del sitio																			
1.3	Despalme																			
1.4	Trazo y nivelación																			
2. CONSTRUCCIÓN																				
2.1	Excavaciones																			
2.2	Plantilla de concreto																			
2.3	Construcción de obras complementarias																			
2.4	Instalación de acero																			
2.5	Rellenos																			
2.6	Limpieza final, retiro de residuos																			
3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO																				
3.1	Limpieza de sedimentos y basura																			
3.2	Revisión estructural de los elementos de concreto																			
3.3	Mantenimiento de obras de protección hidráulica																			
3.4	Reparación de grietas o daños menores																			
3.5	Conservación de taludes y revestimientos																			

PERMANENTE



II. 27 Volumen de material que será removido durante la etapa de preparación del sitio y construcción Tabla 17 y 18

Tabla II. 22.- Tabla 17 Desechos (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

ETAPA	Residuos			Residuos peligrosos	Descargas	Emisiones a la atmósfera							
	Manejo especial					Residuos sólidos urbanos							
Etapa de preparación	Durante la preparación y construcción se estima que se generarán los siguientes RME:			Durante la preparación y construcción se estima que la generación diaria asciende a 14 l/día (2 litros/trabajador/día), generando en total 1,344 litros por los 96 días laborales con un promedio de 7 trabajadores por día. Es importante citar que esta descarga se conducirá hacia baño portátil en su totalidad		Emisiones de gases y partículas a la atmósfera por el uso de diésel durante la preparación y construcción							
Etapa de construcción				Los residuos peligrosos que pudieran generarse durante la preparación y construcción es remota, más no imposible de ocurrir, sin embargo no se tiene una cantidad estimada.									

Tabla II. 23.-Tabla 18 Insumos (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

Tabla 18. Insumos.									
ETAPA	Agua	Energía	Suelo	Materiales					
Etapa de preparación	Únicamente se estima el consumo de agua para los trabajadores con fines de sanidad que en total se estimó de 34 m³	N.A. No se prevé la nstalación y uso de un generador eléctrico	109 m³ A reserva de revisar el material de excavación, se decidirá en su momento si es posible usar una parte para relleno y compactación	Los materiales a utilizar para la construcción de la alcantarilla, aleros y superficie de rodamiento son:					
Etapa de construcción				<table><tr><td>Concreto (m³)</td><td>Piedra mamposteada (m²)</td><td>Cimbra (m²)</td><td>Acero</td></tr><tr><td>227.45</td><td>66.64</td><td>80.63</td><td>9,447.27</td></tr></table>	Concreto (m³)	Piedra mamposteada (m²)	Cimbra (m²)	Acero	227.45
Concreto (m³)	Piedra mamposteada (m²)	Cimbra (m²)	Acero						
227.45	66.64	80.63	9,447.27						

Nota: El material producto de la excavación es considerado un residuo de manejo especial, no un insumo.

CAMBIO DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS

II. 28 Superficies de obras del proyecto situados en zonas con vegetación forestal Tabla 19

No Aplica, no se realizará Cambio de Uso de Suelo de terrenos Forestales.

II. 29 Especies que serán sujetas de remoción por actividades de Cambio de Uso de Suelo de Áreas Forestales

No Aplica, no se realizará Cambio de Uso de Suelo en terrenos Forestales.

CAPÍTULO III

III. 1 Vinculación de las obras conforme a lo establecido en la Tabla 21 de la Guía para la MIA 2026, sector hidráulico

Este capítulo refiere la vinculación a la regulación aplicable a la ejecución del proyecto con el que se pretende dar cumplimiento a los ordenamientos ambientales que emanan de nuestra Constitución y de la ley marco ambiental en México (Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente).

Tabla III. 1.- Tabla 21 Vinculación (de la Guía para la MIA 2026, sector hidráulico)

Tabla 21. Vinculación.		
Instrumento	Información a considerar	Vinculación
LGEEPA	Indicar y argumentar qué fracciones del artículo 28 le aplican al proyecto, y señalar las obras en específico.	Fracción X por la ocupación de la zona federal
RLGEEPAMEIA	Indicar y argumentar qué fracciones del artículo 5, incisos A) y R) le aplican al proyecto y señalar las obras en específico.	
	A) HIDRÁULICAS:	NA
	I. Presas de almacenamiento, derivadoras y de control de avenidas con capacidad mayor de 1 millón de metros cúbicos, jagüeyes y otras obras para la captación de aguas pluviales, canales y cárcamos de bombeo,	NA
	II. Unidades hidroagrícolas o de temporal tecnificado mayores de 100 hectáreas;	NA
	III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales, con excepción de los bordos de represamiento del agua con fines de abrevadero para el ganado, autoconsumo y riego local que no rebase 100 hectáreas;	NA
	IV. Obras de conducción para el abastecimiento de agua nacional que rebasen los 10 kilómetros de longitud, que tengan un gasto de más de quince litros por segundo y cuyo diámetro de conducción exceda de 15 centímetros;	NA
	V. Sistemas de abastecimiento múltiple de agua con diámetros de conducción de más de 25 centímetros y una longitud mayor a 100 kilómetros;	NA

Tabla 21. Vinculación.		
Instrumento	Información a considerar	Vinculación
	VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales, excepto aquellas en las que se reúnan las siguientes características:	NA
	a) Descarguen líquidos hasta un máximo de 100 litros por segundo, incluyendo las obras de descarga en la zona federal;	NA
	b) En su tratamiento no realicen actividades consideradas altamente riesgosas, y	NA
	c) No le resulte aplicable algún otro supuesto del artículo 28 de la Ley;	NA
	IX. Modificación o entubamiento de cauces de corrientes permanentes de aguas nacionales;	NA
	X. Obras de dragado de cuerpos de agua nacionales;	NA
	XI. Plantas potabilizadoras para el abasto de redes de suministro a comunidades, cuando esté prevista la realización de actividades altamente riesgosas;	NA
	XII. Plantas desaladoras;	NA
	XIII. Apertura de zonas de tiro en cuerpos de aguas nacionales para desechar producto de dragado o cualquier otro material.	NA
	R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:	Si Aplica
	I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y	Si Aplica

Tabla 21. Vinculación.		
Instrumento	Información a considerar	Vinculación
	II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	NA
Ley General de Vida Silvestre	Identificar qué obras o actividades del proyecto pudieran afectar directamente a la comunidad del manglar y describir las acciones para prevenir dañarla.	NA
Artículo 60 TER	Identificar qué obras o actividades del proyecto pudieran afectar indirectamente un humedal o vegetación de manglar, en cuyo caso deberán incluir el estudio hidrológico mediante el cual se demuestre que las obras o actividades no afectarán el mangle.	NA
NOM-022-SEMARNAT-2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Incluir numeral 4.43.	Indicar como el proyecto se apegará a las disposiciones establecidas en la norma de referencia, incluyendo las medidas de prevención, mitigación, compensación y Restauración que se llevarán a cabo.	NA
Decreto de Área Natural Protegida (Federales, estatales y municipales)	Describir cómo el proyecto se ajusta a los artículos del Decreto de creación del ANP que resulten vinculantes.	NA
Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación		NA
LGEEPA y Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas	Comprobar la forma en la que las obras y actividades del proyecto serán compatibles con lo establecido en los Artículos 46 y subsecuentes de la LGEEPA; así como en los artículos aplicables de su reglamento en materia de áreas naturales protegidas.	No Aplica, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún ANP o área destinada voluntariamente a la conservación
Programa de Manejo de Área Natural Protegida (Federales, estatales y municipales)	Indicar en qué zonificaciones se ubican las obras y actividades del proyecto, y evidenciar como las mismas se ajustan a las disposiciones establecidas en las reglas administrativas del programa de manejo.	No Aplica, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún ANP o área destinada voluntariamente a la conservación

Tabla 21. Vinculación.						
Instrumento	Información a considerar	Vinculación				
Sitios RAMSAR	Demostrar que las obras y actividades de proyecto en todas sus etapas se ajustarán a los criterios de creación del sitio Ramsar establecidas en la ficha informativa.	No Aplica, el área del proyecto no se encuentra dentro de ningún sitio RAMSAR				
Programas de Ordenamiento Ecológico Regional, Marino, Estatal, Municipal y Local	Señalar en qué Unidades de Gestión Ambiental inciden las obras y actividades del proyecto, y describir cómo se ajustará a las siguientes disposiciones del instrumento normativo:	Regional	Marino	Estatal	Municipal	Local
		UGA PDUCP15	NA	Agf770*	AhCUM192As	NA
	- Políticas ambientales	PDUCP	NA	Conservación	Aprovechamiento	NA
	- Usos de suelo (permitidos, compatibles, condicionados, prohibidos)	PDUCP	NA	Uso Actual: Agricultura de riego Uso propuesto: Agroforestal	Uso propuesto: PDUCP Morelia Usos compatibles: Según lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Usos incompatibles: Según lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población	NA
	- Lineamientos	SE RESPETARÁ LO ESTABLECIDO EN EL PROGRAMA DE CENTRO DE POBLACION DE MORELIA	NA	L3, L4 y L5	SE RESPETARÁ LO ESTABLECIDO EN EL PROGRAMA DE CENTRO DE POBLACION DE MORELIA	NA
	- Criterios de regulación ecológica que le son aplicables.		NA	9,10,11,12,13,14 y 15		NA

Tabla 21. Vinculación.

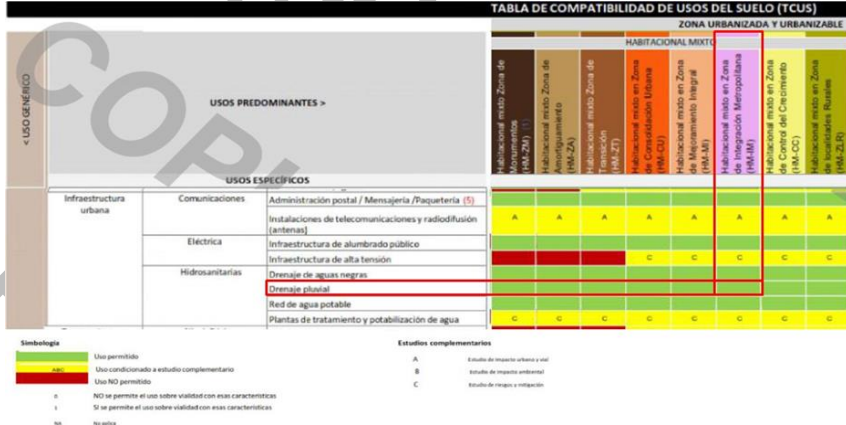
Instrumento	Información a considerar	Vinculación
Programas de Desarrollo Urbanos Locales.	Señalar en qué zonificaciones inciden las obras y actividades del proyecto y describir cómo éstas se ajustan a la tabla de compatibilidad de los usos permitidos, condicionados y/o prohibidos.	De acuerdo con la zonificación secundaria del PMDU de Morelia el proyecto se ubicará en una zona clasificada como Habitacional mixto en zona de Integración metropolitana. Esta es la zona que permite combinar vivienda con actividades comerciales, de servicios y equipamiento urbano dentro de áreas conurbadas entre Morelia y municipios vecinos, como Charo y Tarímbaro. De acuerdo con la tabla de compatibilidad y uso de suelo las actividades relacionadas con el drenaje pluvial son permitidas en las zonas definidas como Habitacional mixto en zona de Integración metropolitana  TABLA DE COMPATIBILIDAD DE USOS DEL SUELO (TCUS) ZONA URBANIZADA Y URBANIZABLE USOS PREDOMINANTES > USOS ESPECÍFICOS Simbología Estudios complementarios
Normas Oficiales Mexicanas aplicables	Identificar las NOM aplicables a las obras y actividades del proyecto; así como las medidas de prevención, mitigación y compensación que se llevarán a cabo para dar cumplimiento a los parámetros o lineamientos establecidos en las mismas, considerando todas las etapas del proyecto.	En la siguiente tabla se vincula el proyecto con las normas oficiales mexicanas vigentes que se deben aplicar a las obras y actividades proyectadas.

Tabla 21. Vinculación.

Instrumento	Información a considerar	Vinculación	
		Norma	Vinculación / criterio
		Emisiones a la atmósfera (gases, partículas y ruido) NO existen en México Normas oficiales mexicanas que regulen maquinaria de construcción que estén relacionadas con el control de emisiones a la atmósfera. En este caso se encuentran las normas NOM-041-SEMARNAT-2015 (gasolina) y .NOM-045-SEMARNAT-2017 (diésel), NOM-080-SEMARNAT-1994 (/ruido); las cuales excluyen, entre otros equipos, a la maquinaria equipada con motores de gasolina y a diésel empleada en las actividades de la construcción. Considerando lo anterior se propone la implementación de programas de mantenimiento de la maquinaria mediante una bitácora y/o seguimiento a la(s) que ya se tengan implementadas.	Los vehículos involucrados en el proyecto cumplirán con programas de mantenimiento o bitácoras de mantenimiento. Dar un mantenimiento adecuado y preventivo a la maquinaria de construcción es una de las estrategias más eficaces para reducir significativamente las emisiones contaminantes a la atmósfera Un motor en óptimas condiciones realiza una combustión más completa, lo que disminuye la expulsión de gases de efecto invernadero y material particulado, así como las emisiones acústicas. ✓ Combustión eficiente: El mantenimiento regular (como el cambio de filtros de aire, combustible y aceite) asegura que la mezcla entre oxígeno y combustible sea la adecuada. Esto reduce drásticamente la emisión de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas suspendidas (PM). ✓ Menor consumo de combustible: Un motor afinado, con inyectores limpios y calibrado correctamente exige menos esfuerzo y reduce el gasto de diésel, lo que se traduce en una menor huella de dióxido de carbono ✓ Detección de fugas: Revisar mangueras, sellos y sistemas hidráulicos evita la evaporación y el derrame de compuestos orgánicos volátiles y aceites que terminan contaminando el aire y el suelo. ✓ Sistemas de escape limpios: El mantenimiento y reemplazo oportuno de los filtros de partículas diésel (DPF) y convertidores catalíticos asegura que los gases tóxicos sean neutralizados antes de salir a la atmósfera. ✓ Menos fricción: La lubricación constante de piezas móviles disminuye el rechinado de componentes metálicos. ✓ Alineación de piezas: Revisar y ajustar piezas sueltas elimina las vibraciones mecánicas excesivas que son las principales generadoras de ruido. ✓ Silenciadores (escape): El mantenimiento o reemplazo de silenciadores en motores a combustión es el método más efectivo para controlar el ruido en la fuente de origen.
		<u>NOM-138-SEMARNAT/SS-2003</u>, LMP de hidrocarburos en suelos y especificaciones para caracterización y remediación	Necesaria para la actuación adecuada solo en caso de derrames o fugas accidentales de hidrocarburos sobre suelo natural.

Tabla 21. Vinculación.			
Instrumento	Información a considerar	Vinculación	
		<u>NOM-052-SEMARNAT-2005</u> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Necesaria para la adecuada identificación y manejo de los residuos peligrosos en todas las etapas.
		<u>NOM-161-SEMARNAT-2011</u> . Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Se requiere para el planteamiento, sustento y guía para elaboración de planes de manejo. Esta NOM está vinculada con lo establecido en los trámites de registro de grandes generadores, registro como gestor y autorización de plan de manejo de RME
		<u>NOM-059-SEMARNAT-2010</u> 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.	Identificación de especies que poseen algún status de conservación y que pudieran estar en peligro por las actividades en las etapas de preparación y construcción.
		<u>Trámite CONAGUA -01-006</u> Concesión para la ocupación de terrenos federales	Se requiere autorización en materia de impacto ambiental para solicitar la ocupación de la zona federal
		<u>Trámite CONAGUA-02-002</u> Permiso para realizar obras de <u>infraestructura hidráulica</u>	Se requiere autorización en materia de impacto ambiental para solicitar la realización de la alcantarilla
Convenio 169 Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.	Identificar si algún pueblo o comunidad indígena o afromexicana pudieran ser afectadas por las obras y actividades del proyecto.	No Aplica, el proyecto no se encuentra cercano a algún pueblo o comunidad indígena o afromexicana que pudiera ser afectada por las obras o actividades del proyecto	
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas	Identificar la presencia de algún monumento o zona arqueológica, artística o histórica que pueda ser afectada por el proyecto.	No Aplica, en el área del proyecto no se encuentra ningún monumento, ni se encuentra dentro de alguna zona arqueológica, artística o histórica que pueda ser afectada	

*Nota: El proyecto encuentra en la unidad de gestión ambiental Agf770 la cual ya fue sustituida con el polígono de aplicación del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2024 (antes Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010 a sus Adecuaciones 2012)

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Acuerdo por el que se expide el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012 y está integrado por la regionalización ecológica que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial proponiendo los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a ésta regionalización.

El POEGT es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico.

Se realizó un análisis mediante el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA), herramienta que ayuda a identificar las características físicas y/o ambientales, así como los diferentes instrumentos jurídicos que le aplican a un espacio dado en donde se pretende construir un proyecto que pueda generar impacto ambiental.

En la tabla III.2 se muestra el resultado de la consulta al Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGIEA).

Tabla III. 2.- Situación con base en el OE General del Territorio

Ordenamiento Ecológico General del Territorio						
Nombre de POE	UAB	Región	Política ambiental	Clave de la política	Nombre de la Geometría	Componente
Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	54	18.27	Restauración y Aprovechamiento Sustentable	18	Alcantarilla	Área del proyecto

Fuente <https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/publico>

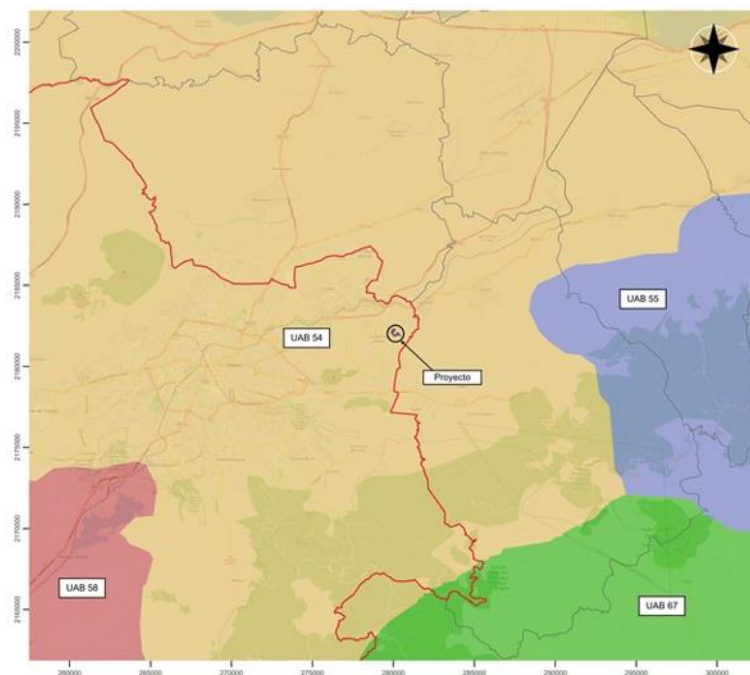
De acuerdo con la consulta del SIGIEA, el sitio de proyecto se localiza en la Región clave 18.27, específicamente en la Unidad ambiental biofísica (UAB) 54 denominada Sierras y Bajíos Michoacanos (figura III.1).

La UAB 54 Sierras y Bajíos Michoacanos, se localiza en la parte norte de Michoacán y sur de Guanajuato, tiene una superficie de 9,600.85 km² y una población total de 1'772,748 habitantes.

El Estado Actual del Medio Ambiente 2008 se describe a continuación:

Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los . Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy alta. Densidad de población (hab/km²): Alta. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 26. Media marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Bajo hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Figura III. 1.- Modelo del POEGT



La información sobre los componentes y su incidencia en el Ordenamiento Ecológico General del Territorio son los siguientes:

Tabla III. 3.- Sectores declarados en la UAB

SECTOR	GRADO DE INICIATIVA
Política ambiental	Restauración y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención	Media
Rectores del Desarrollo	Industria
Coadyuvante del desarrollo	Forestal y ganadería
Asociados del desarrollo	Desarrollo Social
Otros sectores de interés	Minería
Estrategias sectoriales	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Las estrategias sectoriales se muestran en la tabla III.4:

Tabla III. 4.- Estrategias sectoriales

Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto no contempla aprovechamiento de recursos naturales, además de que por su magnitud y ubicación (zona urbana con asentamientos humanos) no se prevén afectaciones al medio ambiente que no se pueden mitigar y/o que sean inconsistentes con los ordenamientos vigentes.

C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No aplica. El proyecto no tiende al mejoramiento de las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	El proyecto se ubica en una zona de riesgo bajo de inundación, por lo que, en caso de presentarse un evento extraordinario de lluvia o inundación, el promovente realizará una inspección visual de la obra para verificar el estado de la alcantarilla, de los elementos de protección hidráulica y del cauce. En caso de detectarse erosión, socavación, acumulación de sedimentos, daños estructurales o cualquier otra afectación que pudiera comprometer el funcionamiento de la obra, se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento o reparación que resulten necesarias para restablecer sus condiciones de operación (ver medida 9.3).
C) Agua y Saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El proyecto se desarrollará dentro del polígono de aplicación del programa municipal de desarrollo urbano, atendiendo la prevención de riesgos y vulnerabilidad, además se encuentra dentro del polígono de aplicación del programa municipal de desarrollo urbano, donde el uso de suelo es compatible con el proyecto.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica

	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Promover la asistencia y permanencia escolar entre la población más pobre. Fomentar el desarrollo de capacidades para el acceso a mejores fuentes de ingreso. 39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a los de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con mayores índices de marginación. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica. El proyecto forma parte del área urbana de Morelia
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 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.	No aplica

Con base en la tabla III.4, el proyecto no se contrapone con el Ordenamiento evaluado.

III.1.3 Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo

Decreto el 1 de julio de 2011 en el periódico oficial de Michoacán, busca fomentar el uso adecuado del suelo, esencialmente en su vocación ambiental y productiva, incentivando su reconversión y el cambio tecnológico hacia sistemas de producción sustentable.

Este ordenamiento consta de 22 Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que fomentan el uso adecuado del suelo en la región, esta cuenca tiene una superficie aproximada de 3,382 km².

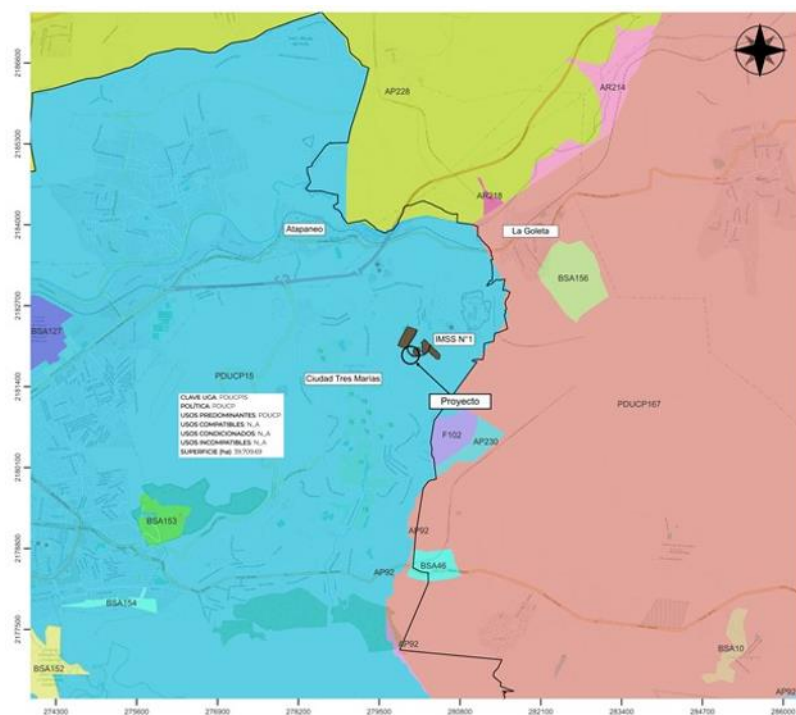
De acuerdo a los datos arrojados por el SIGEIA, el sitio de proyecto se localiza en la UGA PDUCP15, con política aplicable correspondiente al PDUCP y como uso predominante el mismo PDUCP. En términos generales este ordenamiento establece que se deberá “respetar lo establecido en el Programa del Centro de Población de Morelia”, es decir, el actual Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2024 (PMDU) vigente actualmente. Este Ordenamiento será analizado en el apartado III.1.5.

Tabla III. 5.- Situación con base en el POEU Cuenca del Lago de Cuitzeo

Nombre del Ordenamiento	tipo	Unidad de Gestión Ambiental (UGA)	UGA/Usos/Etc.	Política Ambiental	Uso Predominante	Criterios
Programa de Ordenamiento Ecológico Regional de la Cuenca del Lago de Cuitzeo	Regional	PDUCP15		PDUCP	PDUCP	http://ideinfoteca.semarnat.gob.mx/CLAVES=RECU1023^PDUCP15

Fuente <https://servicios.semarnat.gob.mx/sigeia-web/#/publico>

Figura III. 2.- Programa de Ordenamiento Región Cuenca del Lago de Cuitzeo



III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Estatal de Michoacán de Ocampo

En este Programa se plasman las propuestas de manejo con base en el análisis de los atributos del medio físico, biológico, social y económico, la aptitud potencial del territorio y de los procesos que ocurren en el mismo. Se citan y vinculan 5 programas de ordenamiento ecológico (regionales), 11 áreas naturales protegidas de carácter federal (2 reservas de la biósfera, 7 parques nacionales y 2 santuarios), y 2 humedales como sitios RAMSAR.

El documento detalla además que el Estado de Michoacán de Ocampo cuenta con 29 áreas protegidas de carácter estatal (16 zonas sujetas a preservación ecológica, 10 parques urbanos ecológicos, 2 reservas patrimoniales y un parque natural, además de 2 zonas de protección y restauración ambiental y una zona de protección ambiental), las cuales, al igual que las áreas decretadas por la federación, también deben de considerarse en el ordenamiento estatal.

Actualmente se cuentan con 38 áreas protegidas Estatales, 12 áreas naturales protegidas de carácter Federal (3 reservas de la biósfera, 6 parques nacionales, 2 santuarios y una Área de Protección de Flora y Fauna), y 9 humedales como sitios RAMSAR.

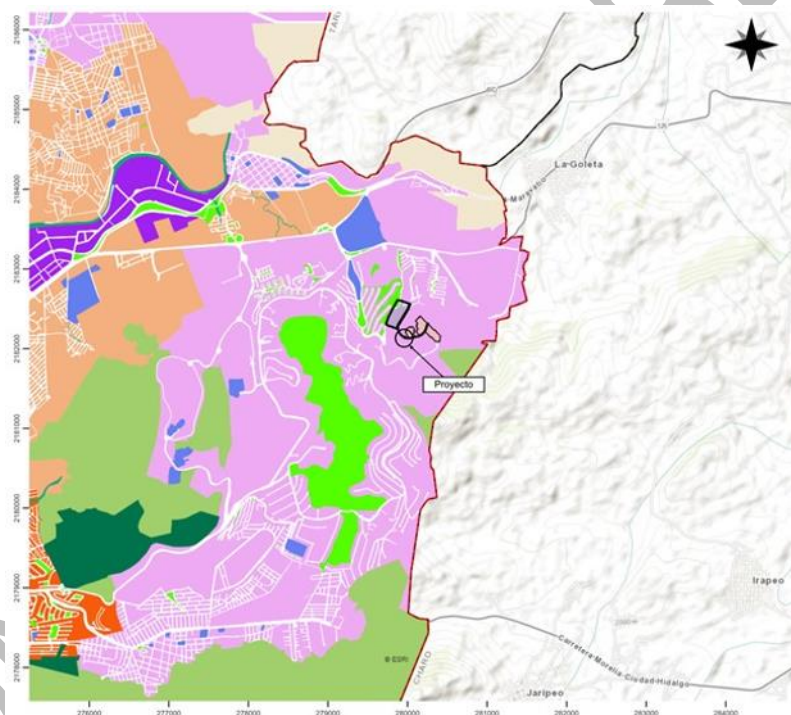
El proyecto que nos ocupa se pretende establecer en la unidad de gestión ambiental Agf770 la cual ya fue sustituida con el polígono de aplicación del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2024 (antes Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Morelia 2010 a sus Adecuaciones 2012) por lo cual nos debemos de referir a este último ordenamiento en el apartado III.1.5.

III.1.5 Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2024 (PMDU)

Este programa fue publicado en el Periódico Oficial del Estado el 01 de septiembre de 2023 y entró en vigor el 02 de octubre del mismo año; tiene como finalidad analizar con mayor detalle la planeación e instrumentación mediante las condiciones actuales, la vulnerabilidad de la población y la presión sobre los recursos naturales en el municipio.

Para analizar el uso de suelo en donde se construirá el proyecto, se consultó el plano Zonificación secundaria urbana del PMDU de Morelia (figura III.3), encontrando que se ubicará en una zona clasificada como Habitacional Mixto en Zona de Integración Metropolitana, que de acuerdo con el PMDU es la zona que permite combinar vivienda con actividades comerciales, de servicios y equipamiento urbano dentro de áreas conurbadas entre Morelia y municipios vecinos, como Charo y Tarímbaro. Su objetivo es favorecer una integración urbana, social y económica más eficiente, promoviendo un crecimiento ordenado, la cercanía entre vivienda y servicios, y una mejor conectividad metropolitana.

Figura III. 3.- Zonificación secundaria del PMDU de Morelia 2022-2024



De acuerdo con la tabla de compatibilidad y uso de suelo (ver extracto de la tabla 3, tabla III.6) **las actividades relacionadas con el drenaje pluvial son permitidas en las zonas definidas como Habitacional mixto en zona de Integración metropolitana.**

Tabla III. 6.- Tabla de compatibilidad de los usos de suelo

< USO GENÉRICO

USOS PREDOMINANTES >

USOS ESPECÍFICOS

Infraestructura urbana

Comunicaciones

Eléctrica

Hidrosanitarias

Administración postal / Mensajería / Paquetería (5)

Instalaciones de telecomunicaciones y radiodifusión (antenas)

Infraestructura de alumbrado público

Infraestructura de alta tensión

Drenaje de aguas negras

Drenaje pluvial

Red de agua potable

Plantas de tratamiento y potabilización de agua

Simbología

Uso permitido

Uso condicionado a estudio complementario

Uso NO permitido

NO se permite el uso sobre viabilidad con esas características

SI se permite el uso sobre viabilidad con esas características

No aplica

TABLA DE COMPATIBILIDAD DE USOS DEL SUELO (TCUS)

ZONA URBANIZADA Y URBANIZABLE

HABITACIONAL MIXTO

Habitacional mixto Zona de Monumentos (HM-ZM) (1)

Habitacional mixto Zona de Amarguamiento (HM-ZA)

Habitacional mixto Zona de Transición (HM-ZT)

Habitacional mixto en Zona de Consolidación Urbana (HM-CU)

Habitacional mixto en Zona de Mejoramiento Integral (HM-MI)

Habitacional mixto en Zona de Integración Metropolitana (HM-IM)

Habitacional mixto en Zona de Control del Crecimiento (HM-CC)

Habitacional mixto en Zona de Localidades Rurales (HM-ZLR)

A

A

A

A

A

A

A

A

A

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

C

III.1.6 Otros instrumentos a considerar

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (06.05.2026)

Se pretende que el proyecto que se evalúa de cumplimiento con el artículo 4, de la Constitución mexicana, y que entre otras cosas, señala:

.... Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.

Como parte del desarrollo económico de la región, se concibe el presente proyecto como parte de lo descrito en el artículo 25 primer párrafo y los últimos tres:

Artículo 25. Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo ...

Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

La ley establecerá los mecanismos que faciliten la organización y la expansión de la actividad económica del sector social: de los ejidos, organizaciones de trabajadores, cooperativas, comunidades, empresas que pertenezcan mayoritaria o exclusivamente a los trabajadores y, en general, de todas las formas de organización social para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios socialmente necesarios.

La ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución.

En particular, el tercer párrafo artículo 27 de la constitución mexicana, señala al respecto:

La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico; para el fraccionamiento de los latifundios; para disponer, en los términos de la ley reglamentaria, la organización y explotación colectiva de los ejidos y comunidades; para el desarrollo de la pequeña propiedad rural; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 19.01.2026)

Esta Ley está vinculada con el proyecto en lo referente a la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo durante las etapas de preparación y construcción.

El Capítulo II de esta Ley explica la distribución de competencias y coordinación que deberá de existir entre los diversos órdenes de gobierno, de tal forma que en el artículo 5, lista las actividades competencia de la federación, y en la fracción X detalla lo correspondiente a la evaluación del impacto ambiental, como a continuación se transcribe:

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 este mismo capítulo de la Ley, se cita en el artículo 7 y 11 las obras y actividades que deberán de ser competencia de los gobiernos de las entidades federativas, encontrando:

Artículo 7.- Corresponden a los Estados, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia, las siguientes facultades:...

XVI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación, por la presente Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 35 BIS 2 de la presente Ley;

ARTÍCULO 11. La Federación, por conducto de la Secretaría, podrá suscribir convenios o acuerdos de coordinación, con el objeto de que los gobiernos de las entidades federativas, con la participación, en su caso, de sus Municipios o demarcación territorial de la Ciudad de México, asuman las siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial:

En este orden de ideas, debemos de valorar primeramente el artículo 28 de esta Ley, el cual está redactado de la siguiente manera:

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

- I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;
- II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;
- III. 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;
- IV. Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;
- V. Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;
- VI. Fracción derogada DOF 25-02-2003
- VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;
- VIII. Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;
- IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- X. Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;
- XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;
- XII. Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y
- XIII. 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.

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento. Para los efectos a que se refiere la fracción XIII del presente artículo, la Secretaría notificará a los interesados su determinación para que sometan al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la obra o actividad que corresponda, explicando las razones que lo justifiquen, con el propósito de que aquéllos presenten los informes, dictámenes y consideraciones que juzguen convenientes, en un plazo no mayor a diez días. Una vez recibida la documentación de los interesados, la Secretaría, en un plazo no mayor a

treinta días, les comunicará si procede o no la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como la modalidad y el plazo para hacerlo. Transcurrido el plazo señalado, sin que la Secretaría emita la comunicación correspondiente, se entenderá que no es necesaria la presentación de una manifestación de impacto ambiental.

De acuerdo al penúltimo párrafo del artículo 11, debemos referirnos al Reglamento de la LGEEPA en materia de la evaluación del impacto ambiental para confirmar si la competencia de una MIA es federal o debemos de referirnos a la competencia estatal, ver apartado *Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental*.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (19.01.2026)

Esta Ley tiene por objeto la prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas. En cuanto a la responsabilidad de los actores que forman parte de las actividades de generación de residuos, la Ley cita que ésta es compartida por los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno, siendo fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible.

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos está vinculada con el proyecto al establecer las bases para la clasificación de residuos, incluyendo para ello los residuos de manejo especial y residuos peligrosos que serán generados en las diversas etapas y su manejo integral.

Ante estas descripciones, debemos de mencionar que, al citar manejo integral, la Ley define:

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:...

XVII. Manejo Integral: Las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social....

Para el caso que nos ocupa, debemos precisar las siguientes definiciones del mismo artículo 5:

V. Disposición Final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

VI. Envase: Es el componente de un producto que cumple la función de contenerlo y protegerlo para su distribución, comercialización y consumo;

XII. Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XIX. Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XX. Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XXI. Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;

XXIX. Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

XXXVIII. Separación Primaria: Acción de segregar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en orgánicos e inorgánicos, en los términos de esta Ley;

XXXIX. Separación Secundaria: Acción de segregar entre sí los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que sean inorgánicos y susceptibles de ser valorizados en los términos de esta Ley;

En cuanto a la clasificación de materiales relacionados con la actividad y el manejo que se deberá llevar a cabo, encontramos que la Ley cita:

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:....

V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;...

VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;....

Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Por su parte, los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios, deberán publicar en el órgano de difusión oficial y diarios de circulación local, la relación de los residuos sujetos a planes de manejo y, en su caso, proponer a la Secretaría los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que deban agregarse a los listados a los que hace referencia el párrafo anterior.

Es decir, esta Ley detalla como parte del manejo integral para estos materiales, apearse a planes de manejo, y en el caso de que por alguna circunstancia o contingencia se presentara la generación de un residuo peligroso, esta Ley establece los principios para el manejo de estos materiales.

En cuanto a la competencia, el artículo 7 define como facultades de la federación, entre otras:

VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas;

VIII. Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de los residuos peligrosos;

XI. Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes, de conformidad con lo previsto en esta Ley;

Respecto a la competencia de las entidades federativas, la Ley refiere en su artículo 9:

III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial...;

VI. Establecer el registro de planes de manejo

Y las autoridades municipales (artículo 10):

III. Controlar los residuos sólidos urbanos;

IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia;

Con base en lo anterior, el manejo de residuos peligrosos está descrito puntualmente en el Reglamento de esta Ley, y la gestión de los residuos no peligrosos se detalla en la Ley estatal y en las disposiciones municipales.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (31.10.2014)

El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

De acuerdo con el proyecto del cual se analiza el impacto ambiental, encontramos que se vincula con la fracción I del inciso R del artículo 5 que a la letra cita:

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

R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES:

I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas...

De acuerdo con lo anterior podemos concluir que esta actividad es competencia de la autoridad federal.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (31.10.2014)

Este reglamento está vinculado con el proyecto en lo referente a la generación de residuos peligrosos y su gestión en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Establece entre otras obligaciones obtener el registro como empresa generadora de residuos peligrosos durante todas las etapas del proyecto. También determina la obligación de preparar y mantener actualizados los planes de manejo para diversos residuos tales como el aceite gastado, el correcto etiquetado, almacenamiento y disposición.

Establece puntualmente el manejo de los residuos peligrosos y en su caso sienta las bases para la remediación de sitios contaminados, por lo que es aplicable únicamente en caso de una contingencia.

Derivado de la Ley y este Reglamento, ha sido establecido el trámite SEMARNAT-07-017 Registro de generadores de residuos peligrosos

El manejo de residuos peligrosos se establece también en el presente Reglamento, tal cual su envase, identificación, etiquetado, almacenamiento, registros y manejo integral (Art. 35, 46 y 82), bitácoras (Art 46 y 71), características del almacén en donde se resguarden (82 a 84), y recolección (85 y 86).

Respecto a la remediación de sitios contaminados, los artículos 126 al 151 definen las acciones a realizar, vinculadas con la 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.

Ley de aguas nacionales (DOF 11/12/2025)

La Ley de Aguas Nacionales 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.

Al artículo 3 de la ley de aguas nacionales establece las definiciones aplicables en materia de aguas nacionales, incluyendo los conceptos de "cauce" y "zona federal" (fracción XLVII), entendidos como los espacios naturales asociados a corrientes de propiedad nacional:

XI.- "Cauce de una corriente": El canal natural o artificial que tiene la capacidad necesaria para que las aguas de la creciente máxima ordinaria escurran sin derramarse. Cuando las corrientes estén sujetas a desbordamiento, se considera como cauce el canal natural, mientras no se construyan obras de encauzamiento; en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, cuando el escurrimiento se concentre hacia una depresión topográfica y éste forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. Para fines de aplicación de la presente Ley,

la magnitud de dicha cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad...

XLVII.- "Ribera o zona federal": las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. la amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "la comisión" o por el organismo de cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta ley. en los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. en los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. en los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. la magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad;

El proyecto se vincula con dicho artículo debido a que se localizará sobre un arroyo sin nombre (federal) y dentro de la zona federal delimitada por la comisión nacional del agua, por lo que las obras se desarrollarán en bienes nacionales sujetos a jurisdicción federal.

El artículo 113 de la Ley de Aguas Nacionales establece que los cauces, vasos, riberas y zonas federales asociados a corrientes de aguas nacionales constituyen bienes públicos inherentes de la Nación:

ARTÍCULO 113. La administración de los siguientes bienes nacionales queda a cargo de "la Comisión":

... III. Los cauces de las corrientes de aguas nacionales;

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...

El proyecto se vincula directamente con este artículo debido a que será construido sobre un cauce federal y dentro de la zona federal delimitada por la CONAGUA, por lo que las obras se desarrollarán sobre bienes nacionales sujetos a regulación federal.

Reglamento de la ley de aguas nacionales (25/08/2014)

El Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales es el ordenamiento jurídico que tiene por objeto reglamentar las disposiciones contenidas en la Ley de Aguas Nacionales, estableciendo los mecanismos administrativos, técnicos y legales para la administración, control, preservación y aprovechamiento de las aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes. Asimismo, regula los procedimientos relacionados con concesiones, permisos, obras en cauces y zonas federales, descarga de aguas residuales, delimitación de zonas federales y atribuciones de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en materia hídrica.

El artículo 4 regula la delimitación, demarcación y administración de cauces y zonas federales contiguas a corrientes y depósitos de propiedad nacional.

ARTICULO 4o.- Para efectos de las fracciones VIII del artículo 3o., y IV, del artículo 113 de la "Ley", por lo que se refiere a la delimitación, demarcación y administración de las riberas o zonas federales contiguas a los cauces de las corrientes y a los vasos o depósitos de propiedad nacional...

El proyecto se vincula directamente con esta disposición debido a que las obras se desarrollarán sobre un arroyo sin nombre cuya delimitación de zona federal fue determinada por la Comisión Nacional del Agua mediante trabajos técnicos de demarcación (anexos 2.10 y 2.11).

Además, el artículo 30 establece que conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación podrán solicitarse permisos para la realización de obras y concesiones para el uso o aprovechamiento de cauces, vasos y zonas federales.

ARTICULO 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión"...

El proyecto se vincula con este artículo debido a que contempla la ocupación y ejecución de obras dentro de la zona federal y el cauce del arroyo sin nombre, por lo que el promovente deberá tramitar ante la Comisión Nacional del Agua las autorizaciones correspondientes para la ocupación y ejecución de obras en bienes nacionales.

Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el estado de Michoacán de Ocampo (18.02.2022)

Esta Ley está vinculada con el proyecto durante la construcción y operación, al buscar prevenir y remediar la contaminación de sitios con residuos urbanos y de manejo especial, a través de la prevención, generación, valorización y gestión integral de dichos residuos. Para mejor comprensión en la aplicación de este ordenamiento, en particular para el caso que nos ocupa, encontramos las siguientes definiciones en el artículo 3:

XII.- Gestión Integral de Residuos: Conjunto interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, en respuesta a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región;

XIII. Gran Generador: Persona física o moral que genera una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

XXV.- Residuo: Material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso contenido en recipientes o depósitos y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven;

XXVI.- Residuos de Manejo Especial: Son aquellos que se generan en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como residuos urbanos o como residuos peligrosos, o que son producidos por grandes generadores de residuos;

XXVII.- Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean algunas de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados, cuando estos se transfieran a otro sitio;

XXVIII.- Residuos Urbanos: Son aquellos que se generan en las casas habitación, en los establecimientos comerciales o en la vía pública, que de conformidad con lo que se establece en esta Ley no sean considerados como residuos de manejo especial ni como residuos peligrosos.

Por otra parte, otros dos artículos de esta ley describen a los residuos sólidos urbanos y de manejo especial:

ARTÍCULO 39. Se entiende por residuos urbanos, los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, así como los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.

ARTÍCULO 40. Son residuos de manejo especial, cuando no estén considerados como peligrosos de conformidad con las disposiciones federales aplicables y sean competencia del Estado, los siguientes

... VI. Los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción civil en general...

En apego a las definiciones anteriores y considerando las características y magnitud del proyecto descritas en el apartado II del presente estudio, el promovente se considera como microgenerador de residuos de manejo especial, debido a que la cantidad estimada de residuos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción no rebasa los límites establecidos por la legislación aplicable.

Por lo anterior, y de conformidad con lo dispuesto en los artículos 14 y 41 de la citada Ley, el promovente no se encuentra obligado a formular ni registrar un Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial de manera independiente.

No obstante, los residuos generados durante el desarrollo del proyecto podrán incorporarse al Plan de Manejo integral del fraccionamiento, a efecto de garantizar su adecuada separación, almacenamiento temporal, manejo, transporte y disposición final, conforme a su clasificación y en cumplimiento de lo establecido en los artículos 42 al 44 de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Michoacán de Ocampo.

CAPÍTULO IV

IV. 1 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica Tabla 22

Tabla IV. 1.- Tabla 22 Delimitación de la Región Ecológica (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

Tabla 22. Delimitación de la Región Ecológica (RE)		
Criterios de delimitación		Observaciones
UGA's (terrestres y/o marinas)	No. de UGA.	No Aplica No se utilizaron Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) terrestres y/o marinas como criterio principal ya que las UGA's derivadas de instrumentos de ordenamiento ecológico territorial corresponden generalmente a unidades de gestión de mayor escala regional, por lo que su utilización como criterio de delimitación no refleja adecuadamente la dinámica ambiental local relacionada con el proyecto y el comportamiento hidrológico del cauce federal. Por lo que, para la delimitación de la Región Ecológica, se realizó considerando la naturaleza del proyecto y el alcance de los impactos para su realización, es decir considerando que el proyecto corresponde a una obra hidráulica puntual de escala local los impactos potenciales que se pudieran generar se relacionan principalmente con procesos hidrológicos, geomorfológicos y de escurrimiento superficial asociados al arroyo sin nombre donde se desarrollará el proyecto. No obstante, las UGA's y los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables se consideraron en el apartado de vinculación (Capítulo III) del presente estudio.
	Nombre del Ordenamiento Ecológico.	
	Cartografía correspondiente.	En el anexo 4 se adjunta la cartografía específica para cada criterio seleccionado
Hidrología superficial	Seleccionar el elemento considerado:	La delimitación de la Región Ecológica se realizó considerando una nanocuenca funcional de escala local, definida a partir de los parteaguas y la red de drenaje superficial asociada al arroyo sin nombre donde se desarrollará el proyecto, debido a que esta unidad territorial representa el ámbito espacial donde interactúan los principales procesos hidrológicos, geomorfológicos y ambientales relacionados con la obra.

	X	
Celdas litorales	Subcuenca	No Aplica.
	Microcuenca	
	Nanocuenca	
	Nombre del elemento considerado para la delimitación.	
Geomorfología	Número de celdas seleccionadas.	La delimitación de la Región Ecológica consideró principalmente el drenaje asociado a un arroyo sin nombre donde se desarrollará el proyecto, el cual se encuentra delimitado por laderas y divisorias topográficas (parteaguas) que controlan la dinámica natural de escurrimiento superficial. Asimismo, el entorno presenta un relieve tipo lomerío con pendientes suaves a moderadas que condicionan los procesos hidrológicos y geomorfológicos locales.
	Seleccionar el elemento considerado:	
	X	

	X	

	X	

Usos de suelo y vegetación	Nombre y descripción del elemento considerado para la delimitación.	
	Indicar los tipos de uso de suelo y vegetación valorados.	
Superficie RE= 205 ha (2,045,806 m ²)		Mapa de representación (ver figura IV.2 y anexo 3.15).
Área de Influencia*	Superficie del AI= 14.52 ha (145,338 m ²)	La delimitación del Área de Influencia se realizó considerando los límites de la Cuarta Etapa del desarrollo habitacional "Cañadas del Bosque" y la zona federal delimitada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), debido a que dentro de este polígono se concentra la

Tabla 22. Delimitación de la Región Ecológica (RE)

Criterios de delimitación		Observaciones
		interacción de los principales impactos ambientales potenciales asociados al proyecto, principalmente alteraciones temporales sobre suelo, escurrimiento superficial, generación de sedimentos, emisiones de polvo y ruido durante la etapa constructiva. Asimismo, no se extendió el análisis aguas abajo más allá de la Etapa 4, debido a que en las etapas urbanizadas subsecuentes ya existen obras hidráulicas similares que regulan y controlan el flujo superficial del cauce.
		Mapa de representación (ver figura IV.1 y anexo 3.14).
*NOTA: Área de influencia. Superficie de distribución o amplitud que pueden llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que integran el desarrollo del proyecto.		

IV.1.1 Delimitación del Área de Influencia (AI)

La delimitación del Área de Influencia (AI) del proyecto se realizó considerando la extensión espacial donde potencialmente podrían manifestarse impactos ambientales directos e indirectos derivados de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación de la alcantarilla pluvial proyectada.

Para su definición se consideraron principalmente los siguientes criterios:

- Límites territoriales correspondientes a la Cuarta Etapa del fraccionamiento “Cañadas del Bosque”,
- Zona federal delimitada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (anexo 2.11)
- Continuidad hidráulica del arroyo sin nombre (cuerpo federal) sobre el cual se desarrollará el proyecto
- Distribución espacial de las obras existentes asociadas al desarrollo urbano

El Área de Influencia delimitada integra la vialidad proyectada, el cauce federal y las superficies urbanizadas y en proceso de urbanización asociadas a la Etapa 4 del desarrollo habitacional, debido a que dentro de este polígono se concentra la interacción de los principales factores ambientales relacionados con el proyecto.

Asimismo, se consideró la zona federal delimitada por la CONAGUA (ver anexo 2.10) como elemento prioritario de análisis, debido a que las obras se desarrollarán directamente sobre un cauce federal y podrían generar impactos temporales asociados principalmente a:

- Remoción superficial de suelo
- Movimiento de materiales
- Generación de sedimentos
- Emisiones de polvo
- Ruido
- Alteraciones temporales en la dinámica de escurrimiento durante la etapa constructiva.

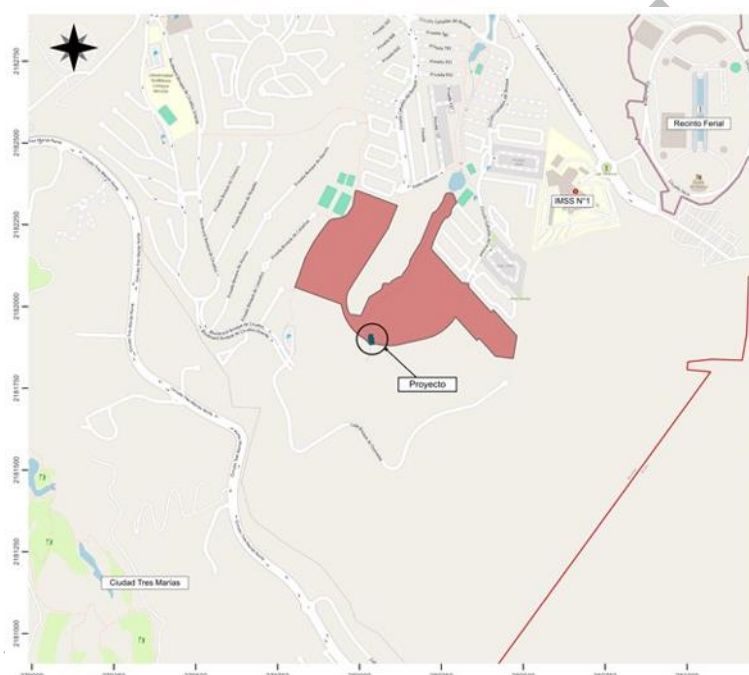
La delimitación del Área de Influencia no se extendió aguas abajo más allá de la Cuarta Etapa del fraccionamiento, aun cuando el arroyo presenta continuidad hidráulica fuera del polígono delimitado, debido a que en las etapas urbanizadas localizadas aguas abajo ya existen obras hidráulicas y de cruce previamente construidas que regulan y controlan el flujo superficial del cauce.

En este sentido, se considera que la magnitud, duración y extensión espacial de los impactos potenciales asociados al proyecto serán predominantemente locales y de carácter puntual, limitándose principalmente al entorno inmediato de la obra y a las áreas urbanizadas vinculadas funcionalmente con la Etapa 4 del desarrollo habitacional.

La delimitación propuesta permite identificar de manera congruente el ámbito espacial donde podrían presentarse impactos directos sobre suelo, vegetación y cauce, modificaciones temporales en la calidad del aire por generación de polvo, incremento temporal de ruido y tránsito de maquinaria y alteraciones puntuales en procesos de escurrimiento y transporte de sedimentos durante la construcción.

Asimismo, el Área de Influencia definida representa el entorno territorial donde se implementarán las principales medidas de prevención, mitigación y control ambiental asociadas al proyecto.

Figura IV. 1.- Delimitación del área de influencia (AI)



IV.1.2 Delimitación de la Región Ecológica (RE)

La delimitación de la Región Ecológica para el presente proyecto se realizó considerando criterios hidrológicos, geomorfológicos, de uso de suelo y conectividad ambiental, con el objetivo de definir una unidad territorial funcional donde pudieran identificarse e interactuar los principales componentes ambientales asociados al proyecto y la posible extensión espacial de sus impactos.

Como criterio principal de delimitación se consideró la nanocuenca funcional asociada al arroyo federal sin nombre sobre el cual se desarrollará la alcantarilla pluvial, integrando los parteaguas locales y la red de drenaje superficial que condicionan la dinámica natural de escurrimiento en el sitio.

La delimitación incorpora además elementos antrópicos y físicos del paisaje que funcionan como límites funcionales de la unidad ambiental, tales como vialidades, carreteras y zonas urbanizadas pertenecientes

al desarrollo habitacional, las cuales generan cambios en la conectividad ecológica y en el patrón de uso del suelo.

Hacia la porción sur y oriente de la Región Ecológica se consideraron los parteaguas y condiciones topográficas naturales que delimitan el área de captación y escurrimiento superficial vinculada al cauce federal. Asimismo, se incluyeron áreas con cobertura vegetal remanente y zonas sujetas a procesos de transición urbano-natural, debido a su interacción con los procesos ambientales locales.

La delimitación de la Región Ecológica consideró las unidades de uso de suelo y vegetación presentes en el entorno inmediato del proyecto, con el objetivo de integrar las condiciones actuales de ocupación del territorio y la interacción funcional entre áreas urbanizadas y remanentes de cobertura vegetal asociados al cauce federal.

Figura IV. 2.- Delimitación de la Región Ecológica (RE)



De acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación serie VII (INEGI, 2021), dentro de la Región Ecológica delimitada predominan áreas clasificadas como:

- Asentamientos humanos
- Bosque cultivado
- Pastizal cultivado

Las áreas de asentamientos humanos corresponden principalmente al desarrollo urbano asociado a los fraccionamientos; zonas con infraestructura vial y habitacional consolidada, mientras que las áreas de bosque cultivado y pastizal cultivado representan superficies con cobertura vegetal modificada o inducida sujetas a procesos de transición urbano-natural.

La incorporación de estas unidades permitió identificar las condiciones ambientales actuales del entorno del proyecto y establecer una delimitación congruente con los procesos ecológicos, hidrológicos y

antrópicos que interactúan dentro de la nanocuenca funcional asociada al arroyo federal donde se desarrollará la obra.

La Región Ecológica delimitada constituye una unidad ambiental funcional de escala local dentro de la cual se desarrollan procesos de escurrimiento, infiltración, erosión, transporte de sedimentos y conectividad hidrológica relacionados con el proyecto.

COMPONENTES AMBIENTALES

IV. 2 Componentes ambientales de la región ecológica y área de influencia que tendrán interacción con la ejecución del proyecto Tabla 23

Tabla IV. 2.- Tabla 23 Componentes ambientales de la Región Ecológica y área de influencia (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

Tabla 23. Componentes ambientales de la Región Ecológica y área de influencia.					
Componentes	Abióticos	Clima y fenómenos meteorológicos.	Mapa de representación (figura IV.3 y anexo 3.16).	Clima: • C(w1)(w).- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media • Fenómenos Meteorológicos: • La temperatura media anual de Morelia es de 18.9 °C • La precipitación normal anual registrada es de 751.6 mm • Los vientos predominantes provienen del suroeste y noroeste con velocidades de 2 a 14.5 km por hora • En verano masas de aire cálido y húmedo provienen de las costas de Michoacán y en invierno las masas de aire frío provienen del norte. • Durante el verano, al desplazarse la zona subtropical de alta presión al norte, los vientos alisios tienen mayor influencia recogiendo humedad del Golfo de México. Durante el invierno, al desplazarse la faja subtropical de alta presión hacia el sur, predomina el aire seco. • El valor máximo de evaporación normal mensual es durante los meses abril y mayo y el mínimo es de 121.3 en el mes de diciembre. Ver apartado IV.3	
		Geología.	Estudios según corresponda:	La formación geológica presente en el área del proyecto corresponde a Andesita-Toba andesítica (TmA-TA), de acuerdo con el plano <i>Geología clave 5.2.1.1</i> del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022-2041. Ver apartado IV.3	
		Geomorfología.	Mecánica de suelos.	La descripción de la geomorfología se detalla en el apartado IV.3 Se adjunta el estudio de mecánica de suelos en el anexo 4.2).	
		Suelos.	Topografía.	Se adjunta el plano topográfico del proyecto en el anexo 4.2.	
		Hidrología superficial.	Estudio hidrológico.	Se adjunta el estudio hidrológico en el anexo 4.1.	
		Microcuenca o cuencas hidrológicas de incidencia.	Estudio hidrológico.	En el apartado IV.3 se describe la cuenca hidrográfica en la que incide el proyecto. Se adjunta el estudio hidrológico realizado para el proyecto (anexo 4.1).	
		Caudal ecológico.	Estudio hidráulico.	No aplica, tal como se describe en el apartado IV.6.	
		Principales ríos que tendrán interacción con el proyecto.	NMX-AA-159-SCFI-2012. Determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas.	No aplica, tal como se describe en el apartado IV.6. En la sección de <i>Hidrología superficial</i> del apartado IV.3 se describen los ríos que se encuentran cercanos al proyecto y que interactúan con este (ver figura IV.7).	
		Características físicas del cuerpo de agua incluyendo flora y fauna acuática.		En la sección de <i>Hidrología superficial</i> del apartado IV.3 se describen las características del arroyo federal sin nombre en donde se construirá el proyecto. Por otra parte, se adjunta el estudio hidrológico (anexo IV.1).	

Tabla 23. Componentes ambientales de la Región Ecológica y área de influencia.				
		Calidad del agua de los cuerpos de agua.		En la sección de <i>Hidrología superficial</i> del apartado IV.3 se describen las características del arroyo federal sin nombre en donde se construirá el proyecto. Ver estudio hidrológico en el anexo 4.1).
		Hidrología subterránea.		En la sección de <i>Hidrología subterránea</i> del apartado IV.3 se describen las características del acuífero Morelia-Queréndaro, definido con la clave 1602 donde se encuentra el proyecto. Por otra parte, se adjunta el estudio hidrológico (anexo 4.1).
		Acuífero que tendrá incidencia el proyecto.		El acuífero que incide en el proyecto es el denominado como Morelia-Queréndaro, clave 1602, la descripción del acuífero se detalla en la sección de <i>Hidrología subterránea</i> del apartado IV.3.
		Disponibilidad del agua del acuífero.		El acuífero Morelia-Queréndaro tiene una recarga media anual de 286.6 hm ³ /año, una descarga natural comprometida de 127.8 hm ³ /año y un volumen de extracción de aguas subterráneas de 169,005,048 m ³ anuales, por lo que presenta un déficit de 10,205,048 m ³ anuales. La descripción del acuífero se detalla en la sección de <i>Hidrología subterránea</i> del apartado IV.3.
	Bióticos	Flora	Considerando: listas potenciales, muestreos (temporada de secas/lluvia/nortes), índices de riqueza, diversidad y abundancia.	En la sección de Medio biótico del apartado IV.3 se incluyen las listas potenciales de las especies de flora, los muestreos realizados, los índices de riqueza, diversidad y abundancia, así como las especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Fauna	Especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	En la sección de Medio biótico del apartado IV.3 se incluyen las listas potenciales de las especies de fauna, los muestreos realizados, los índices de riqueza, diversidad y abundancia, así como las especies con categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Socioeconómico	Comunidades Indígenas presentes.	---	La comunidad indígena más cercana es la Pirinda ubicada a 9.27 km al suroeste del proyecto en la localidad de Jesús del monte y la tenencia de Santa María de Guido. Ver descripción en el apartado IV.3.8 Socioeconómico.
		Nombre de la(s) comunidades o poblaciones indígenas.	---	
	Paisaje	Descripción de la metodología a emplear	---	En el apartado IV.3.9 se realiza la valoración de la calidad y la fragilidad del paisaje presente en el proyecto.

IV.3 Descripción de los componentes ambientales de la región ecológica y área de influencia de la Tabla 23.

IV.3.1 Climatología y fenómenos meteorológicos

La información climática fue obtenida mediante la conversión de información, del formato analógico a la digital, con metodología y procesos diseñados por el INEGI, que cumplen con las normas técnicas requeridas para su integración y procesamiento en sistemas de información geográfica.

Esta información representa la distribución de los diferentes tipos de clima que existen en la República Mexicana, según el Sistema de Clasificación Climática de Koppen, modificado por E. García, con aportaciones del INEGI, para las condiciones particulares de México, se utilizaron los datos de temperatura media y precipitación total de aproximadamente 4000 estaciones meteorológicas existentes en el país, durante el periodo de elaboración cartográfica.

Con base en esta información, se elaboró un mapa con los datos vectoriales escala 1:1 000 000 (INEGI, 2008) para el municipio de Morelia, obteniendo como resultado que en el municipio inciden 5 tipos de climas (ver figura IV.3) que se describen enseguida.

C(w0)(w).- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad

C(w1)(w).- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media

C(w2)(w).- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad,

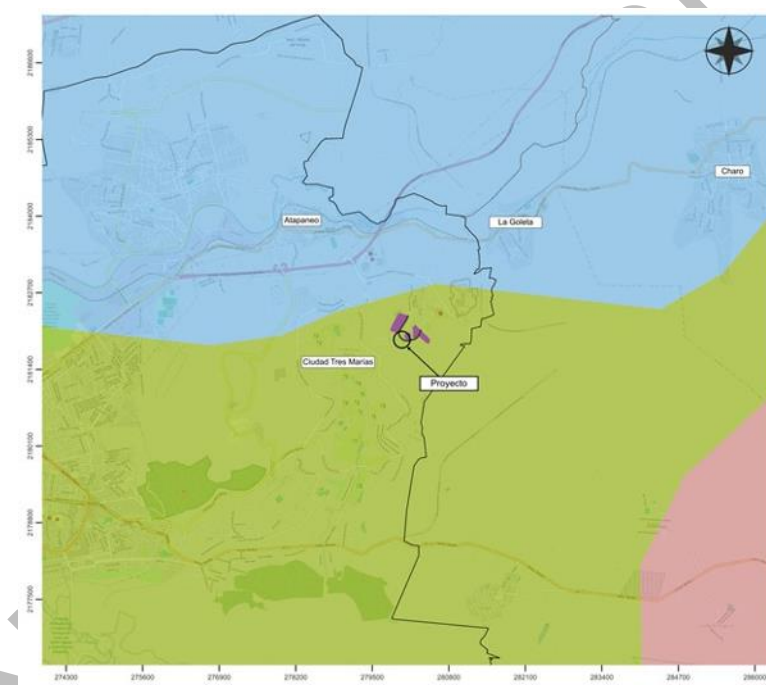
(A)C(w1)(w).- Templado, subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media

(A)C(w2)(w).- Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad

El proyecto se desarrollará en una zona correspondiente al clima dominante C(w1)(w).

Para determinar las normales climatológicas el Servicio Meteorológico Nacional tiene publicados estos datos en su página de internet⁶, en particular se consultó la información climatológica de la estación 16081 ubicada en la ciudad de Morelia, la cual ha registrado datos durante el periodo 1991-2020 y se muestran en las siguientes tablas:

Figura IV. 3.- Clima del municipio de Morelia y proyecto



Temperatura

La temperatura media anual de Morelia es de 18.9 °C, los meses con temperaturas más altas son mayo y junio; en contraste los más fríos son diciembre y enero (tabla IV.3).

Tabla IV. 3.- Variación anual de temperatura °C

TEMPERATURA (°C)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	Anual
MÁXIMA	24	25.8	27.6	29.3	29.9	27.6	25.7	25.8	25.4	25.6	25.1	24.5	26.4
MEDIA	15.8	17.2	19	20.7	21.8	20.9	19.6	19.7	19.5	18.9	17.4	16.2	18.9
MÍNIMA	7.5	8.5	10.3	12.1	13.7	14.1	13.5	13.7	13.7	12.2	9.7	7.9	11.4

FUENTE: SMN. Normales Climatológicas estación 16081 Morelia. Latitud 19.68861111° N, Longitud -101.1761111° W. Altura 1908.0 msnm. Periodo 1991 – 2020.

⁶ <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=mich>

Precipitación

La precipitación normal anual registrada es de 751.6 mm. El 77% está concentrada de los meses de junio a septiembre, la precipitación mínima se presenta durante diciembre y la máxima durante julio (tabla IV.4).

Tabla IV. 4.- Precipitación mensual (mm)

PRECIPITACIÓN (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	20.2	13.2	11.4	8.4	48.5	131.7	162.4	153.8	130.7	52.5	14.6	4.2	751.6
MÁXIMA MENSUAL	136.3	151.8	114.2	33.8	114.6	284	294.9	267.6	287.9	131.6	76.1	22	
AÑO DE MÁXIMA	2003	2010	2015	2008	2015	2002	2010	2010	1998	1998	2018	2018	

FUENTE: SMN. Normales Climatológicas estación 16081 Morelia. Latitud 19.68861111° N, Longitud -101.1761111° W. Altura 1908.0 msnm. Período 1991 – 2020.

Vientos

Los vientos predominantes provienen del suroeste y noroeste, con variables en junio, agosto y octubre e intensidades de 2 a 14.5 km por hora.

Masas de aire

En Morelia la precipitación media anual puede llegar a variar, presentándose las mayores precipitaciones en los meses de julio a septiembre, causadas por la invasión de masas de aire cálido y húmedo provenientes de las costas de Michoacán. En los meses de invierno se presenta un periodo de secas con precipitaciones asociadas a fenómenos extraordinarios o a las masas de aire frío provenientes del norte, el régimen es predominantemente continental (Corona-Morales, 2009).

Sistema de alta y baja presión

Durante el verano, al desplazarse la zona subtropical de alta presión al norte, los vientos alisios tienen mayor influencia recogiendo humedad del Golfo de México. Durante el invierno, al desplazarse la faja subtropical de alta presión hacia el sur, predomina el aire seco. Además, se presentan invasiones de aire polar continental modificado, provenientes del N de Estados Unidos y del S de Canadá.

Evaporación

El valor máximo de evaporación normal mensual es durante los meses abril y mayo y el mínimo es de 121.3 en el mes de diciembre (tabla IV.5).

Tabla IV. 5.- Evaporación mensual

EVAPORACIÓN (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	135.6	154.2	213.8	234.1	228.6	171.3	152.7	149.9	133.3	136.2	123.8	121.3	1954.8

FUENTE: SMN. Normales Climatológicas estación 16081 Morelia. Latitud 19.68861111° N, Longitud -101.1761111° W. Altura 1908.0 msnm. Período 1991 – 2020.

IV.3.2 Geología

Michoacán comparte con Colima, Jalisco, Guerrero y México la provincia geológica denominada Sierra Madre del Sur; y con Jalisco, Guanajuato, Querétaro y México, los del Eje Neovolcánico.

El relieve estructural original de la provincia del Eje Neovolcánico está constituido esencialmente por rocas volcánicas jóvenes (del Cenozoico Superior). El paisaje de esta región conserva en su mayor parte, rasgos estructurales originales.

En Michoacán son muy importantes las zonas lacustres. Geológicamente están relacionadas con una serie de eventos tectónicos relativamente recientes asociados con los fenómenos volcánicos.

Geología del área del proyecto

De acuerdo con el Compendio de Información Geográfica Municipal de Morelia (INEGI, 2010), la geología del municipio comprende materiales correspondientes a los periodos Plioceno-Cuaternario, Neógeno y Cuaternario, predominando rocas ígneas extrusivas tales como basalto, andesita-brecha volcánica intermedia, toba ácida, dacita-brecha volcánica ácida, dacita, brecha volcánica básica, volcanoclástico, riolita, andesita, toba básica y toba intermedia-brecha volcánica intermedia; asimismo, se presentan rocas sedimentarias tipo conglomerado. Los suelos de la región son principalmente de origen aluvial y lacustre.

Con la finalidad de identificar la unidad litológica presente en el sitio del proyecto, se realizó un análisis cartográfico utilizando el plano *Geología clave 5.2.1.1* del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia 2022–2041, identificándose la unidad Andesita–Toba andesítica (TmA-TA) como la formación geológica presente en el área donde se desarrollará la obra.

Las andesitas son rocas ígneas extrusivas de composición intermedia, constituidas principalmente por plagioclasa y minerales ferromagnesianos, originadas por procesos volcánicos. Por su parte, la toba andesítica es una roca piroclástica formada por la acumulación, compactación y consolidación de cenizas y fragmentos volcánicos expulsados durante eventos eruptivos de composición andesítica.

La presencia de este tipo de materiales geológicos es consistente con el contexto volcánico regional asociado al Eje Neovolcánico Transmexicano, provincia fisiográfica donde se localiza el área del proyecto.

Para la construcción del proyecto se elaboró un estudio de geotecnia (estudio de mecánica de suelos) en el que se describen las características de los estratos superficiales del suelo hasta una profundidad de 3.3 metros, asimismo se determinó la capacidad de carga

IV.3.3 Geomorfología

Michoacán se encuentra conformado por dos sierras principales, las cuales delimitan las principales Regiones Fisiográficas, la primera el Eje Volcánico Transversal, el cual cruza el Estado con dirección Oeste-Este; la segunda, es la Sierra Madre del Sur, misma que corre a lo largo de la región costera, entre ambas, destaca la Depresión el Balsas como un fenómeno geológico de característica únicas.

Al Estado de Michoacán lo conforman dos grandes regiones montañosas o provincias fisiográficas, que son: la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico Transversal y Valles Intermontañosos.

La Sierra Madre del Sur

Esta provincia cruza al Estado en aproximadamente 200 kilómetros en la zona Suroeste (entre los municipios de Chinicuila y Arteaga). Se le considera como la continuación de la Sierra Madre Occidental y de otras Sierras de América del Norte (Sierra Nevada, Montañas Rocallosas). Presenta una dirección de Noroeste a Sureste, extendiéndose a lo largo de la costa del océano Pacífico y muy próxima a él: tiene una anchura de casi 100 km., una altitud más o menos constante en sus partes altas de más de 2,900 m. y una superficie de 13,126.5 km².

La mayor prominencia en esta Sierra es el Cerro de las Canoas que tiene 2,985 m. de altitud y se localiza a 7 km. al Noroeste de la población de Coalcomán, en el municipio de este mismo nombre. Otra es el Cerro Cantador con 2,436 m. de altura, localizado a 35 km., al Suroeste de Aguililla, también en el municipio de Coalcomán.

Sistema Volcánico Transversal

Se localiza al sur de la altiplanicie mexicana y se formó como consecuencia de la aparición de numerosos volcanes. Este sistema tiene una longitud de 300 km. y una anchura aproximada de 130 km. La mayor parte del mismo se sitúa entre los paralelos 19° y 20° de latitud Norte y presenta líneas estructurales que siguen una dirección Noroeste Sureste.

En este Sistema, hay una región orográfica que queda representada por la Sierra de Tancítaro, que se conecta en el Noroeste con la de Peribán y se enlaza con las Sierras de San Ángel y Tarécuaro, y por el Este con las de Paracho y Carapan (en esta zona se ubica la Meseta Tarasca donde se localiza el Volcán Parícutín).

En la parte Este del Sistema, está la Sierra Mil Cumbres (Otzumatlán, la zona silvícola más importante del Estado) que es la continuación de la Sierra de Acuitzio. Más al Este se localizan las Sierras de San Andrés, (región conocida también como Los Azufres, cerca de Ciudad Hidalgo), Maravatío, Tlalpujahua, Angangueo y Zitácuaro.

Las elevaciones orográficas más notables en esta región, son: el Tancítaro (3,857 m. en el municipio de Tancítaro); Patambán (3,525 m. en el municipio de Tangancúaro); Cerro de Quinceo (2,750 m. en el municipio de Morelia); el Tzirate (3,300 m. en el municipio de Quiroga) y el Volcán de San Andrés (3,605 m. en el municipio de Ciudad Hidalgo).

De acuerdo con el Compendio de información geográfica municipal de INEGI (2010), el municipio de Morelia se localiza en las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, en las Subprovincias Neovolcánica Tarasca, Sierras y Bajíos Michoacanos, Mil Cumbres y Depresión del Balsas (figura IV.4 y anexo 3.17). Su altitud sobre el nivel del mar va de los 1,500 a los 3,000 m. Sus principales elevaciones son los cerros del Punhuato, Quinceo y El Águila.

En particular el proyecto se ubica en la provincia del Eje Neovolcánico, a la subprovincia Sierras y Bajíos Michoacanos y al sistema de toporformas de sierra.

De acuerdo con el plano *Aptitud por Pendiente clave 5.2.1.5* la zona en donde se construirá el proyecto tendrá pendientes del 2.1 al 15.0% y del 15.1% al 30%. Las elevaciones principales del municipio de Morelia son los cerros: La Trampa (2,520 msnm), Las Ánimas (2,540 msnm), El Venado (2,540 msnm), Cerro Verde (2,600 msnm), Cerro Azul (2,600 msnm), El Melón (2,640 msnm), Quinceo (2,740 msnm),

Sanambo (2,740 msnm), Las Tetillas (2,760 msnm) y El Águila (3,080 msnm); los más cercanos al proyecto son: el "Punhuato" a 4.5 km al Suroeste el Quinceo a 16.6 km al Oeste.

Figura IV. 4 Provincia fisiográfica del proyecto

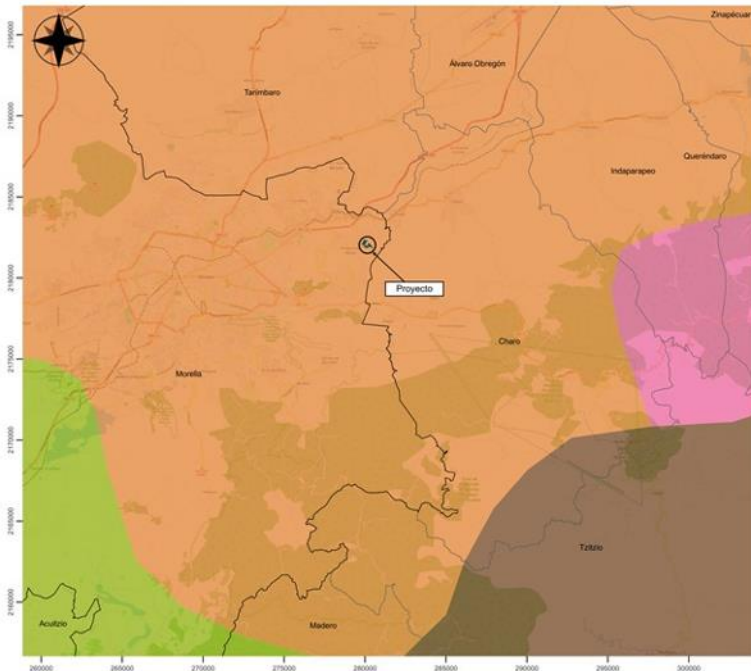
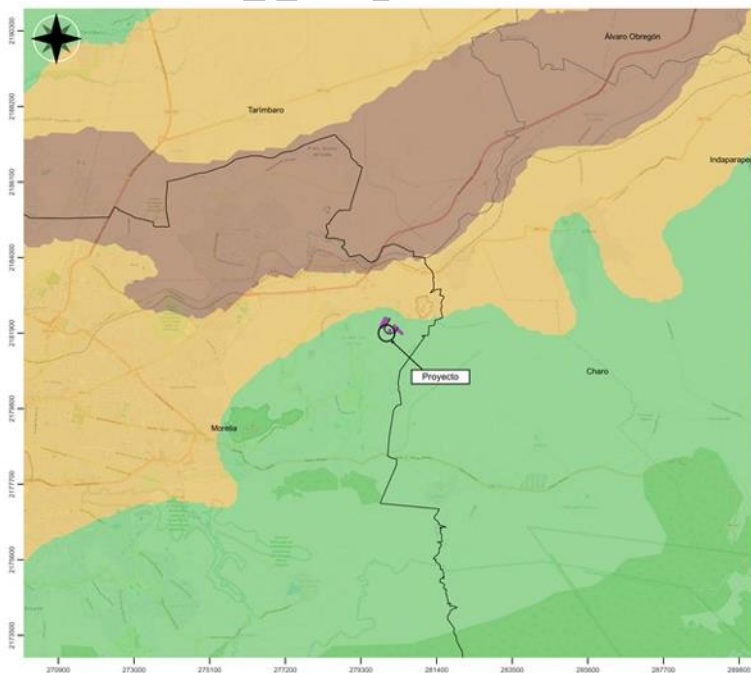


Figura IV. 5.- Sistema de topoformas

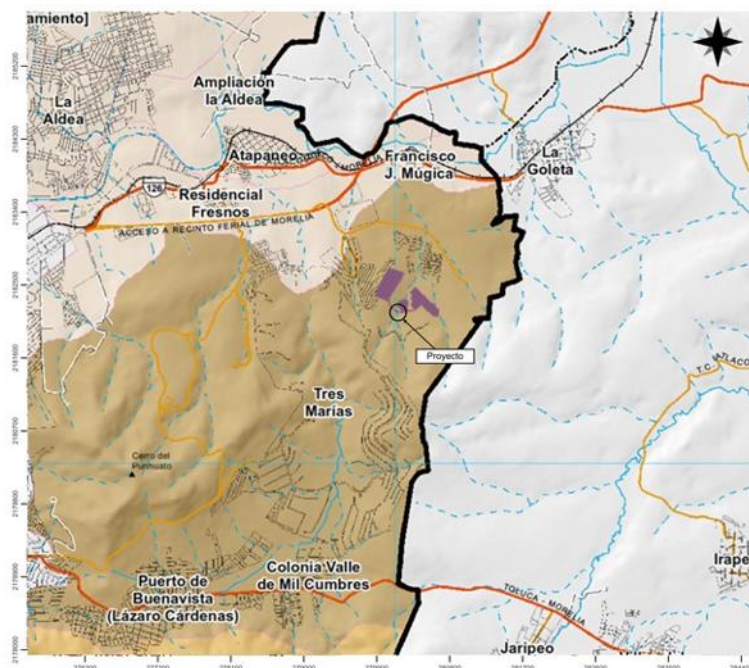


IV.3.4 Edafología

De acuerdo con el plano *Edafología clave 5.2.1.2* del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia, el proyecto se localiza sobre suelos tipo Phaeozem cuyas características corresponden a suelos de clima semiseco y subhúmedo, de color superficial pardo a negro, ricos en magnesio, potasio y sin carbonatos en el subsuelo, se desarrollan en sitios generalmente planos o ligeramente ondulados (figura IV.6---).

De acuerdo con los resultados del estudio de geotecnia (ver anexo 4.2), los perfiles de suelo están conformados por una capa con material de arcilla negra y arena limosa y relleno formado por escombro en estado suelto.

Figura IV. 6 Edafología en área de proyecto



IV.3.5 Hidrología superficial

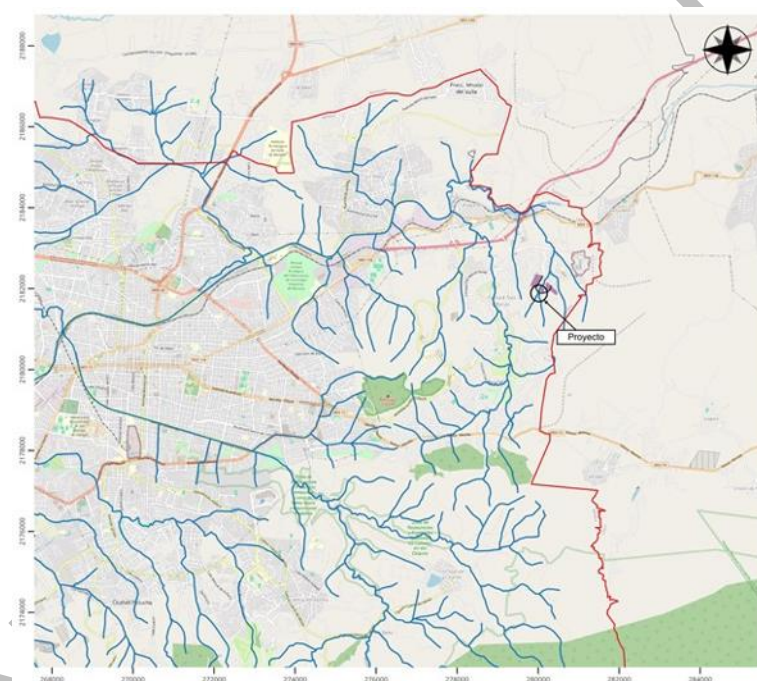
De acuerdo con el compendio de información geográfica municipal (INEGI, 2010), Morelia pertenece a las Regiones Hidrográficas Lerma-Santiago y Balsas, se ubica en las Cuencas Hidrográficas Lago de Pátzcuaro-Cuitzeo y Lago de Yuriria, Río Cutzamala, Río Lerma-Chapala y Río Tacámbaro y a las Subcuencas Hidrográficas Lago de Pátzcuaro, Río Purungueo, Río Angulo, Río Carácuaro y Lago de Cuitzeo, de acuerdo con este documento las corrientes de agua perennes principales son el río Grande, Tupátaro, El Tejocote y Los Sauces, entre los intermitentes están el río Chiquito, Santa Inés, Los Huiramos, El Tejocote, Los Pirules, San José, El Guayabito, Loma Larga, La Higuera, Jariepo, la Joya, La Tinaja y San Andrés. Los cuerpos de agua se componen por El Padre, Amando, La Loma Caliente, Cointzio, El Bañito, La Mintzita, Los Venares y Umécuaro.

En particular el proyecto se localiza en la Región Hidrográfica RH12 Lerma - Santiago, Cuenca Hidrográfica RH 12G L. de Pátzcuaro-Cuitzeo y L. de Yuriria y a la Subcuenca Hidrográfica RH12Gb L. de Cuitzeo.

La hidrología superficial del municipio se compone de corrientes de agua como los ríos Grande, Chiquito, Tupátaro, El Tejocote y Los Sauces. Los principales cuerpos de agua son la presa Cointzio, el manantial La Mintzita, la presa Umécuaro y La Alberca (PMDU Morelia).

El proyecto se realizará sobre un arroyo federal sin nombre ocupando la zona federal de este, además de acuerdo con el Simulador de Flujos de Agua de cuencas del INEGI⁷ en la zona del proyecto se encuentran otras tres corrientes superficiales de tipo intermitente que, de acuerdo con la clasificación de Strahler son de orden 1, incluido el arroyo sin nombre en el que se desarrollará el proyecto. Este tipo de corrientes superficiales son cauces pequeños que no tienen ningún afluente o tributario (figura IV.7), pero son tributarios de corrientes de agua superficial de orden 2. El arroyo federal en el que se realizará el proyecto se une más adelante en el poblado de Atapaneo al río grande de Morelia.

Figura IV. 7 Hidrología del proyecto



Se elaboró un estudio hidrológico (anexo 4.1), en el que se determinaron los gastos de diseño, la hidráulica fluvial del arroyo y las características hidráulicas que deberá tener la alcantarilla.

Para determinar los gastos de diseño se utilizaron cuatro métodos:

- Envoltentes de Lowry
- Chow
- Racional Americano
- Hidrograma unitario triangular

7 https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siat/

De acuerdo con los datos obtenidos el método racional americano es el más conveniente de utilizar, ya que refleja de mejor manera el comportamiento de la cuenca de aportación dando como resultado un gasto de 3.712 m³/s con un periodo de retorno de 1,000 años.

Una vez determinado el gasto de diseño y después de realizar la simulación hidráulica del arroyo con el proyecto, se establecieron las características geométricas de la alcantarilla, la cual será conformada por un cajón de concreto reforzado con $f'c=250$ kg/cm² armado con varillas de ½" que tendrá sección rectangular de 3.0 m por 1.35 m de altura libres interiores. En la plantilla de fondo se colocará recubrimiento de mampostería junteada con mortero que incrementará la rugosidad de la superficie y reducirá la velocidad del flujo.

Por otro lado, durante el recorrido de campo no se observó vegetación ni fauna acuática en el cauce del arroyo, sin embargo, en los taludes se observó la presencia de vegetación arbustiva y herbácea, el tipo de vegetación observada corresponde a matorral subtropical y de pastizal inducido.

IV.3.6 Hidrología subterránea

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento contemplan que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) debe publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF), la disponibilidad de las aguas nacionales, en el caso de las aguas subterráneas esto debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000 "Norma Oficial Mexicana que establece el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales".

De acuerdo con lo anterior en Michoacán se tienen 22 acuíferos subterráneos, y de acuerdo con la Subgerencia de Evaluación y Ordenamiento de Acuíferos, Morelia se ubica sobre el acuífero Morelia-Queréndaro con clave 1602 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) (figura IV.8).

El acuífero Morelia-Queréndaro, definido con la clave 1602 en el Sistema de Información geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la porción noreste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19° 26' y 20° 08' de latitud norte y los meridianos 100° 38' y 101° 29' de longitud oeste, abarca una superficie aproximada de 3,510 km².

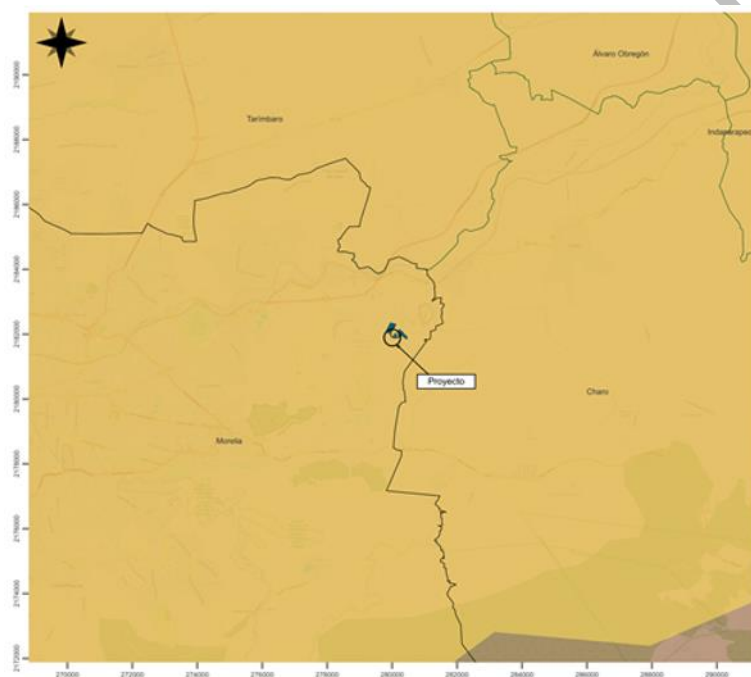
De acuerdo con los resultados reportados en el último censo realizado en el año 2007, se registraron 986 pozos y 23 manantiales. El uso principal del agua es agrícola (53.69%), el segundo lugar lo ocupa el público urbano (40.21%) y en menor medida los demás usos (6.1%); para este análisis se utilizaron los pozos activos. La extracción de agua subterránea de acuerdo con la estimación del censo es de 162.2 hm³/año. El volumen de agua estimado en el censo por salida de manantiales es de 60.3 hm³/año.

Este Acuífero tiene una recarga media anual de 286.6 hm³/año, una descarga natural comprometida de 127.8 hm³/año, tiene un volumen de extracción de aguas subterráneas de 169,005,048 m³ anuales, la disponibilidad media anual de agua subterránea es de 10.205048 hm³/año, esto indica que no existe un volumen disponible para otorgar nuevas concesiones, por el contrario, el déficit es de 10,205,048 m³ anuales.

De acuerdo con el IMPLAN (2022) Las zonas de recarga se ubican hacia el sur del Municipio, principalmente en la caldera de Atécuaro, la Loma de Santa María y la cañada del río Chiquito; dichos flujos subterráneos siguen una dirección de sur a norte, mezclados con el agua presente en los acuíferos someros de la planicie fluvio lacustre, a causa de su sobreexplotación. También existe un flujo importante de agua infiltrada en la zona de lavas pertenecientes a los volcanes Del Águila, Quinceo y Las Tetillas, siguiendo un flujo de poniente a oriente.

En el municipio afloran más de 70 manantiales, mientras que el suministro de agua a la ciudad de Morelia se realiza principalmente por medio de 87 pozos profundos y por los manantiales La Higuera, El Salto, San Miguel, La Mintzita y por la presa de Cointzio.

Figura IV. 8 Acuífero Morelia - Queréndaro 1602



IV.3.7 Medio biótico

Diseño del Muestreo de flora y fauna

Para llevar a cabo el muestreo se propone un diseño de muestreo biológico aplicable a la Región Ecológica (RE) y al Área de Influencia (AI) del proyecto, considerando la heterogeneidad ambiental del sitio, la presencia de zonas urbanizadas y superficies sin vegetación, así como el carácter puntual de la obra. El enfoque propuesto consiste en un muestreo estratificado dirigido-aleatorio, con el fin de concentrar el esfuerzo en las unidades ambientales con mayor relevancia ecológica y reducir muestreos en superficies sin representatividad biológica.

El muestreo estratificado consiste en dividir previamente el área de estudio en subpoblaciones o estratos relativamente homogéneos, definidos con base en criterios ambientales como tipo de vegetación, uso de suelo, estado de conservación, pendiente o grado de perturbación. Posteriormente, dentro de cada estrato

se seleccionan unidades de muestreo (UM) de manera aleatoria, garantizando que cada unidad ambiental relevante quede representada en el levantamiento de campo.

Para este proyecto se propone una variante dirigida-aleatoria. La parte dirigida consiste en excluir del universo de muestreo aquellas superficies que no aportan información biológica relevante, tales como vialidades, áreas urbanizadas, áreas sin vegetación, zonas de obra ya intervenidas y pastizal inducido. La parte aleatoria consiste en seleccionar, dentro de cada estrato muestreable, las unidades de muestreo (UM) mediante una cuadrícula, evitando que la selección dependa únicamente del criterio del equipo de campo.

Este diseño es el más adecuado para la zona del proyecto, debido a que el área no es homogénea. La RE incluye asentamientos humanos, zonas en proceso de urbanización, superficies de matorral o vegetación arbustiva, áreas sin vegetación aparente y áreas de pastizal inducido.

En la tabla IV.6 se muestran los criterios que se aplicaron para determinar los estratos para el muestreo.

Tabla IV. 6. - Criterios para determinar los estratos para el muestreo

Criterio	Aplicación al proyecto
Uso de suelo y vegetación	Se diferenciaron unidades con cobertura vegetal potencialmente muestreable respecto de asentamientos humanos, vialidades, áreas desnudas o zonas con impacto urbano.
Estado de conservación	Se priorizaron áreas con vegetación de matorral subtropical debido a su mayor potencial para registrar flora y fauna.
Representatividad espacial	La selección de sitios se distribuyó de forma que cubra los principales estratos dentro de la RE y del AI.

Tamaño de la muestra

El diseño de muestreo se realizó mediante un esquema de muestreo estratificado dirigido-aleatorio, considerando únicamente en las superficies con cobertura vegetal susceptibles de albergar especies de flora y fauna silvestre, que en este caso corresponde a la vegetación de matorral subtropical que cuenta con una superficie total de 35.1 ha en la RE y de 3.64 ha en el AI. El muestreo para flora y fauna se realizó cubriendo una anualidad (lluvias y secas); para el periodo de lluvias se realizó el 17 y 18 de julio de 2025 y para el periodo de secas se realizó el 21 y 22 de abril de 2026.

En una primera etapa se identificaron y excluyeron las áreas urbanizadas, vialidades, superficies desprovistas de vegetación y zonas previamente impactadas que no aportan información relevante para la caracterización biológica.

También se excluyó la superficie identificada como pastizal inducido que en total abarca una superficie de 34.24 ha en la RE y 0.36 ha en el AI, debido a que esta cobertura corresponde a una comunidad vegetal originada por actividades antrópicas previas, caracterizada por el predominio de gramíneas y herbáceas oportunistas de amplia distribución, con una composición florística simplificada y una baja complejidad estructural.

Desde el punto de vista ecológico, el pastizal inducido no constituye un ecosistema natural diferenciado dentro de la RE, sino una condición derivada de la remoción o modificación histórica de la vegetación

original. En consecuencia, presenta una reducida capacidad para reflejar los atributos de diversidad, composición y estructura de las comunidades vegetales representativas de la región.

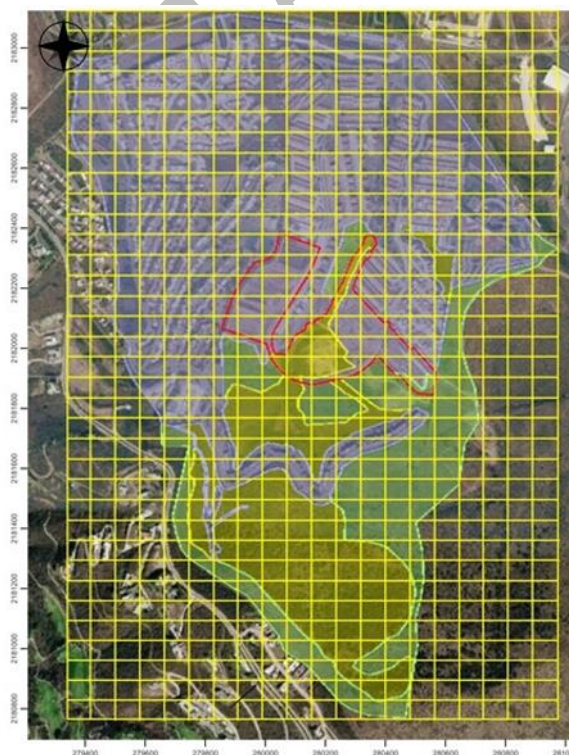
Adicionalmente, este tipo de cobertura suele estar dominado por especies generalistas tolerantes a la perturbación, muchas de ellas de carácter ruderal o asociadas a actividades agropecuarias, cuya presencia no aporta información significativa para la caracterización de las comunidades naturales sujetas a evaluación. De igual forma, la fauna asociada a estos ambientes corresponde principalmente a especies comunes, de amplia distribución y baja especificidad de hábitat, las cuales también se encuentran representadas en los estratos de vegetación natural considerados dentro del diseño de muestreo.

No obstante, el pastizal inducido fue recorrido durante las actividades de reconocimiento de campo para verificar la posible presencia de especies de flora o fauna de interés para la conservación, sin detectarse elementos que justificaran su incorporación como unidad de muestreo independiente.

Por lo anterior, y con el propósito de optimizar el esfuerzo de muestreo y obtener información biológicamente representativa del sistema ambiental, las unidades de muestreo se concentraron en aquellas coberturas con vegetación natural o seminatural que presentan condiciones adecuadas para albergar comunidades de flora y fauna silvestre, excluyendo las superficies de pastizal inducido del universo de muestreo.

Posteriormente, toda la superficie de la RE y AI fueron divididas en celdas de 0.25 ha (50 m × 50 m), obteniéndose el universo de unidades de muestreo de 660 para las 205 ha de la RE (dentro de la que se encuentra el AI (figura IV.9).

Figura IV. 9.- Unidades de muestreo en la RE



Se calcula el universo de celdas de la superficie muestreable, es decir en la superficie de matorral subtropical, mediante la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\text{Superficie muestreable}}{\text{Superficie de celda}}$$

Para la Región Ecológica

Superficie muestreable:

A=35.1 ha

Tamaño de celda:

a=0.25 ha

Universo:

$$N = \frac{35.1 \text{ ha}}{0.25 \text{ ha}} = 140.4 = 140 \text{ celdas}$$

Para el área de Área de influencia

Superficie muestreable:

A=3.64 ha

Tamaño de celda:

a=0.25 ha

Universo:

$$N = \frac{14.5 \text{ ha}}{0.25 \text{ ha}} = 14.56 = 15 \text{ celdas}$$

Para la Región Ecológica, la superficie muestreable correspondió a 35.1 ha (figura IV.9), resultando un universo de 140 celdas y para el Área de Influencia, la superficie fue dividida mediante el mismo procedimiento, determinándose el número de celdas potencialmente muestreables resultando un universo de 15 celdas en la superficie muestreable de 3.64 ha.

Ese cálculo no es el tamaño de muestra, sólo es el universo potencial.

Para calcular el tamaño de la muestra total n , la fórmula general por estrato es la siguiente:

$$n_h = (N_h \times f_h)$$

Donde:

n_h es el número de unidades de muestreo del estrato h

N_h es el número de celdas muestreables del estrato h

f_h es la fracción de muestreo asignada

El diseño estratificado considera únicamente las superficies ecológicamente muestreables y asigna el esfuerzo de forma proporcional a la superficie de cada estrato. Para una caracterización ambiental de línea base en una obra puntual, se propone una intensidad de muestreo del 10% de las celdas muestreables en la RE y del 20% en el AI, debido a que esta última corresponde al área de mayor interacción directa con el proyecto.

Resultado

Para la Región Ecológica se propone un tamaño de muestra de 14 unidades distribuidas proporcionalmente entre los estratos con vegetación, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla IV. 7 Unidades de muestreo para la RE

Estrato	Superficie estimada (ha)	Celdas N_h	Fracción de muestreo f_h	Unidades n_h
Matorral subtropical (vegetación mejor conservada)	35.1	140	10%	14
Total RE muestreable				14

Para el Área de Influencia se propone un tamaño de muestra de 3 unidades, complementadas con recorrido de la superficie del cauce que será afectada, zona federal y área de obra, debido a que el proyecto es puntual y la superficie de intervención directa es reducida.

Tabla IV. 8 Unidades de muestreo para el AI

Estrato	Superficie estimada (ha)	Celdas N_h	Fracción de muestreo f_h	Unidades n_h
Matorral subtropical (vegetación mejor conservada)	3.64	15	20%	3
Total RE muestreable				3

De acuerdo con lo anterior el muestreo de flora y fauna se realizará en 14 UM dentro de las unidades seleccionadas de la cuadrícula para la RE y en 3 UM para el AI (ver figuras IV.10 y figura IV.11).

Figura IV. 10 Unidades de muestreo seleccionadas para la RE

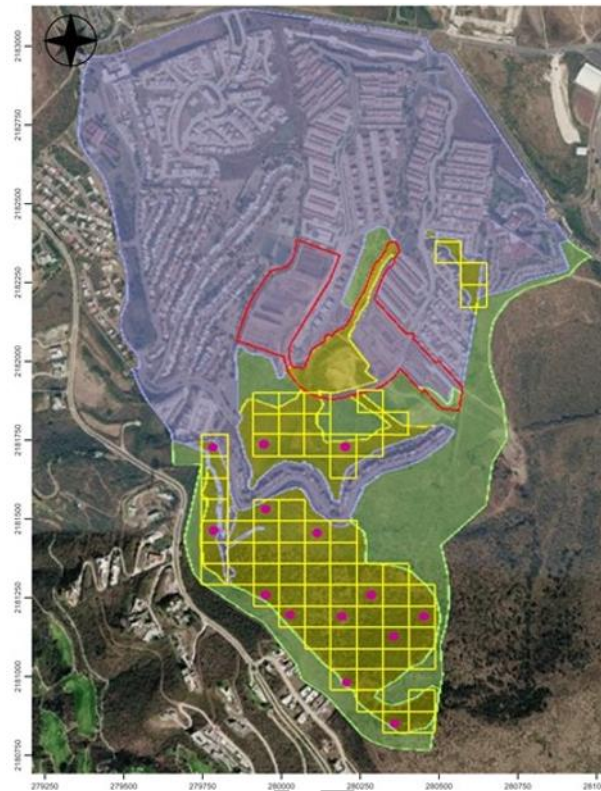
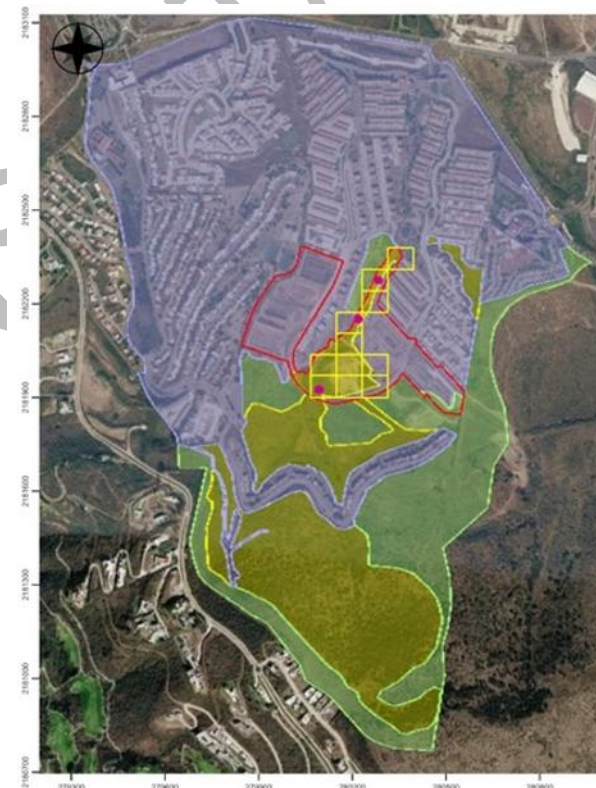


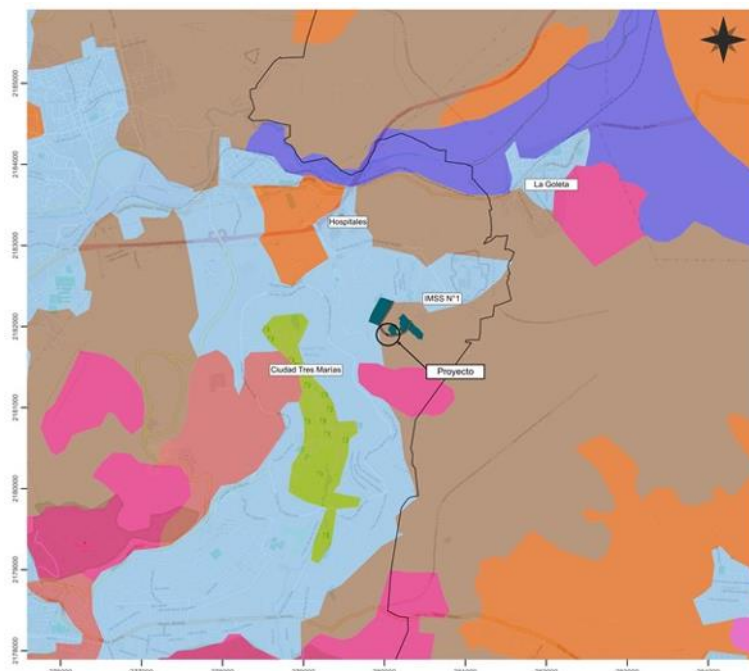
Figura IV. 11 Unidades de muestreo seleccionadas para el AI



IV.3.7.1 Vegetación

La Región Ecológica ocupa una superficie de 205 ha (2,045,806 m²), el área de influencia ocupa una superficie total de 14.5 ha, esta área se encuentra dentro de la RE. De acuerdo con el uso de suelo y vegetación del INEGI en su serie VII (INEGI, 2021) (figura IV-12) el tipo de vegetación presente en la RE es de bosque cultivado y el uso de suelo corresponde principalmente a asentamientos humanos y pastizal inducido y en el AI solo se identificaron los usos de suelo de asentamientos humanos y pastizal inducido

Figura IV. 12.- Uso de suelo y vegetación, serie VII INEGI, 2021



No obstante lo anterior, durante los recorridos de campo se observaron los tipos de uso de suelo y vegetación descritos en la tabla IV.9.

Tabla IV. 9.- Usos de suelo y tipo de vegetación observada en campo en la RE

Uso de suelo	RE		AI	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Asentamientos humanos	131.66	64.22	10.86	74.90
Pastizal inducido	34.6	16.88	---	---
Matorral subtropical	38.74	18.90	3.64	25.10
Total	205	100	14.5	100

Asentamientos humanos

De las 205 ha que conforman la RE, 131.66 ha (64.22%) se encuentran ocupadas por condominios, fraccionamientos, hospitales, escuelas, plazas, caminos y carreteras. En el AI, 10.86 ha (74.90%) de las 14.5 ha corresponden a este uso de suelo.

Pastizal inducido

El pastizal inducido corresponde a una comunidad vegetal dominada por gramíneas que aparecen como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia, algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax por lo común es un bosque o un matorral. Este tipo de vegetación representa un 16.88% (34.6 ha) de la superficie de la RE.

Matorral subtropical

El matorral subtropical se caracteriza por presentar de dos a tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo; el estrato más importante es el arbustivo, que presenta alturas características entre 2 y 4 m⁸. En la RE este tipo de vegetación cubre una superficie de 38.74 ha, lo que representa un 18.90% del total de la RE y en el AI este tipo de vegetación se presenta en 3.64 ha (25.10%).

Para obtener información sobre la vegetación presente en el municipio de Morelia, se consultó a Madrigal-Sánchez y Gómez-Peralta (2007), los resultados de la consulta es el siguiente:

Tabla IV. 10.- Especies de árboles presentes en la zona urbana de Morelia (lista de flora potencial)

Nombre Científico	Nombre Común	Nativa / Introducida
<i>Acnistus arborescens</i>	Palmeadora	N
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	N
<i>A. schaffneri</i>	Huizache chino	N
<i>Albizia plurijuga</i>	Parotilla, palo blanco	N
<i>Araucaria excelsa</i>	Araucaria	I
<i>Arecastrum romanzoffiarum</i>	Coco plumosa	I
<i>Bauhinia variegata</i>	Pata de vaca, orquídea de primavera	I
<i>Bocconia fagaroides</i>	Llora sangre, ingumbo	N
<i>Bursera fagaroides</i>	Borreguilla	N
<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Camelina, bugambilia	I
<i>Casimiroa edulis</i>	Zapote blanco	N
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	I
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rojo	N
<i>Celtis caudata</i>	Cuáquil	N
<i>Citrus aurantium</i>	Naranja agrio	I
<i>C. aurantifolia</i>	Limón	I
<i>C. imetta</i>	Lima	I
<i>C. reticulata</i>	Mandarina	I
<i>Condalia velutina</i>	Granjeno	N
<i>Cupressus lindleyi</i>	Cedro blanco	N
<i>C. sempervirens</i>	Ciprés italiano	I

8 https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/m_ecosistemas/michoacan

Nombre Científico	Nombre Común	Nativa / Introducida
<i>Delonix regia</i>	Tabachín	I
<i>Ehretia latifolia</i>	Capulín blanco, Tumín	N
<i>Eriobotrya japonica</i>	Níspero	I
<i>Erythrina coralloides</i>	Colorín	N
<i>Eucalyptus botryoides</i>	Eucalipto	I
<i>E. citriodora</i>	Eucalipto	I
<i>E. globulus</i>	Eucalipto	I
<i>Fraxinus berlandieriana</i>	Fresno	N
<i>Fraxinus uhdei</i>	Freno	N
<i>Ficus bejamina</i>	Ficus benjamina	I
<i>F. elastica</i>	Hule	I
<i>F. lyrata</i>	Ficus	I
<i>F. retusa</i>	Laurel de la India	I
<i>Grevillea robusta</i>	Grevilea	I
<i>Ipomoea murucoides</i>	Casahuate	N
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i>	Jacaranda	I
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Jabonero de China	I
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Liquidambar	N
<i>Ligustrum japonicum</i>	Trueno	I
<i>Macadamia ternifolia</i>	Macadamia	I
<i>Melia azedarach</i>	Paríso	I
<i>Morus alba</i>	Mora	I
<i>M. celtidifolia</i>	Mora	N
<i>Persea americana</i>	Aguacate	N
<i>Phoenix canarensis</i>	Palma de las Canarias	I
<i>Pinus greggi</i>	Pino	N
<i>Pithecellobium dulce</i>	Pinzán, huamúchil	N
<i>Populus deltoides</i>	Álamo, alamillo	I
<i>Prosopis laevis</i>	Mezquite	N
<i>Prunus capuli</i>	Capulín	N
<i>P. persica</i>	Durazno	I
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	N
<i>Salix babylonica</i>	Sauce llorón	I
<i>Salix bonplandina</i>	Sauce	N
<i>Schinus molle</i>	Pirul	I
<i>S. terebinthifolius</i>	Pirul chino	I
<i>Sesbania longifolia</i>	Vaina	M
<i>Spathodea campanulata</i>	Galeana	I

Nombre Científico	Nombre Común	Nativa / Introducida
<i>Taxodium mucronatum</i>	Ahuehuate	N
<i>Tevethia peruviana</i>	Codo de fraile	N
<i>Thuja orientalis</i>	Tuya	I
<i>Wanshingtonia robusta</i>	Palma abanico	N
<i>Yucca elephantipes</i>	Yuca	N
<i>Y. filifera</i>	Palma, yuca	N
<i>Zanthoxylum affine</i>	Chivillo	N

Foto IV. 1.- Condiciones actuales en el AI



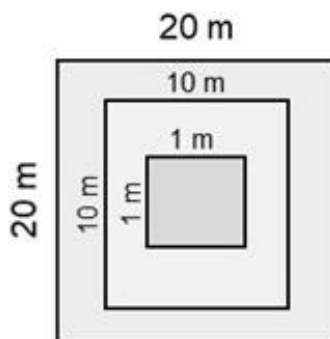
Diseño de muestreo para flora

En cada unidad de muestreo (UM) se establecieron parcelas anidadas (figura IV.13), lo que permite registrar distintos estratos de vegetación sin utilizar parcelas excesivamente grandes en campo.

- Para el estrato arbóreo o arborescente estableció una parcela de 20 m x 20 m (400 m²).
- Para el estrato arbustivo se estableció una subparcela de 10 m x 10 m (100 m²).
- Para el estrato herbáceo la subparcela fue de 1 m x 1 m.

Las subparcelas del estrato arbustivo y herbáceo estarán distribuidas dentro de la parcela principal.

Figura IV. 13.- Parcelas anidadas para el muestreo de vegetación



Número total de sitios muestreados

Para el muestreo de flora se levantaron en total 14 unidades de muestreo dentro de la superficie con vegetación de la Región Ecológica y 3 para el AI, mismos que quedaron distribuidos tal como se muestra en las figuras IV.10 y IV.11 respectivamente.

Las variables que se registraron son: especie, forma de vida, altura, diámetro (cuando aplica), cobertura, y coordenadas del sitio. La identificación taxonómica se realizó en campo y, cuando fue necesario, mediante registro fotográfico para corroboración posterior. También se verificó la presencia potencial de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla IV. 11 Características del diseño de muestreo de flora

Componente	Unidad de muestreo	Variables	Aplicación
Árboles / individuos leñosos mayores	Parcela 20 x 20 m	Especie, altura, diámetro, cobertura	Estratos con matorral o vegetación arbustiva/arborescente
Arbustos	Subparcela 10 x 10 m	Especie, altura, cobertura, abundancia	Matorral
Herbáceas	Cuadrantes 1 x 1 m	Cobertura, abundancia, especies dominantes	Todos los sitios con cobertura baja

Para la caracterización de la vegetación se definieron tres estratos estructurales: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo estuvo conformado por individuos leñosos con altura igual o mayor a 3 m y diámetro normal (DN) igual o mayor a 7.5 cm medido a 1.30 m sobre el nivel del suelo (DAP). El estrato arbustivo incluyó individuos leñosos con altura entre 0.5 y 3 m, así como aquellas especies que presentan ramificación desde la base del tallo. Finalmente, el estrato herbáceo comprendió especies no leñosas y vegetación con altura menor a 0.5 m.

La medición del diámetro normal se realizó a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo (DAP), siguiendo los criterios utilizados por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y el Inventario Nacional Forestal y de Suelos.

Resultados del muestreo

En las tablas IV.12 a IV.15 se presenta el listado de flora encontrada en la RE y AI por estratos de vegetación y por temporada (lluvias y temporada seca).

Durante el muestreo anual se contabilizaron en total 1,910 individuos de 38 especies en la RE durante la temporada de lluvias (tabla IV.12) y 494 individuos de 28 especies durante la época seca (tabla IV.13), en el AI se encontraron 225 individuos en 25 especies durante la temporada de lluvias (tabla IV.14) y 135 individuos en 20 especies en la época seca (tabla IV.15).

Tabla IV. 12.- Flora registrada en la RE durante la época de lluvias por estratos de vegetación

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Corona de reina	<i>Abutilon simulans</i>	---	---	19	19
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	---	134	---	134
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	---	35	---	35
Quintonil verde	<i>Amaranthus hybridus</i>	---	---	26	26
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	---	---	14	14
Doradilla	<i>Astrolepis sinuata</i>	---	---	36	36
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	---	4	---	4
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i>	---	---	39	39
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	---	26	---	26
Copal santo	<i>Bursera bipinnata</i>	13	---	---	13
Copal	<i>Bursera fagaroides</i>	23	---	---	23
Cerote / granjeno	<i>Celtis caudata</i>	---	21	---	21
Grankero rojo	<i>Condalia velutina</i>	---	13	---	13
Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	---	---	31	31
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	10	4	---	14
Escoba de arroyo	<i>Heimia salicifolia</i>	---	15	---	15
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	---	---	24	24
Pie de paloma	<i>Iresine grandis</i>	---	15	---	15
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	---	---	32	32
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i>	---	10	---	10
Pasto Africano Rosado	<i>Melinis repens</i>	---	---	47	47
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	---	15	---	15
Zoapatle	<i>Montanoa tomentosa</i>	---	8	---	8
Zacate	<i>Muhlenbergia robusta</i>	---	---	14	14
Tabaquillo Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	---	---	26	26
Nopal	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	---	4	---	4
Nopal de cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	---	20	---	20
Nopal chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	---	18	---	18
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	---	---	28	28
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	---	---	37	37
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	---	11	---	11
Sauce	<i>Salix alba</i>	10	---	---	10
Pirul	<i>Schinus molle</i>	35	---	---	35
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	---	---	44	44
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	---	---	36	36
Gigantón	<i>Tithonia tubaeformis</i>	---	14	---	14

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Caléndula mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	---	29	---	29
Huizache prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	---	15	---	15
Total		91	411	453	1910

Tabla IV. 13.- Flora registrada en la RE durante la época seca por estratos de vegetación

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Corona de reina	<i>Abutilon simulans</i>	---	---	1	1
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	---	134	---	134
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	---	35	---	35
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	---	---	12	12
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	---	8	---	8
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	---	20	---	20
Copal santo	<i>Bursera bipinnata</i>	13	---	---	13
Copal	<i>Bursera fagaroides</i>	23	---	---	23
Cerote / granjeno	<i>Celtis caudata</i>	---	21	---	21
Grankero rojo	<i>Condalia velutina</i>	---	13	---	13
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	7	7	---	14
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	---	---	4	4
Pie de paloma	<i>Iresine grandis</i>	---	7	---	7
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	---	15	---	15
Zoapatle	<i>Montanoa tomentosa</i>	---	12	---	12
Zacate	<i>Muhlenbergia robusta</i>	---	---	1	1
Tabaquillo Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	---	---	6	6
Nopal	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	---	4	---	4
Nopal de cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	---	20	---	20
Nopal chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	---	18	---	18
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	---	---	8	8
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	---	13	---	13
Sauce	<i>Salix alba</i>	13	---	---	13
Pirul	<i>Schinus molle</i>	35	---	---	35
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	---	---	6	6
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	---	---	5	5
Gigantón	<i>Tithonia tubaeformis</i>	---	18	---	18
Huizache prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	---	15	---	15
Total		91	360	43	494

Tabla IV. 14.- Flora registrada en el AI durante la temporada de lluvias

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Corona de reina	<i>Abutilon simulans</i>	---	---	9	9
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	34	26	---	60

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Quintonil verde	<i>Amaranthus hybridus</i>	---	---	13	13
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	---	---	8	8
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	---	4	---	4
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i>	---	---	13	13
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	---	4	---	4
Grankero rojo	<i>Condalia velutina</i>	---	6	---	6
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	2	1	---	3
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	---	---	6	6
Pie de paloma	<i>Iresine grandis</i>	---	5	---	5
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	---	---	7	7
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i>	---	4	---	4
Tabaquito Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	---	---	3	3
Nopal de cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	---	1	---	1
Nopal chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	---	1	---	1
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	---	---	4	4
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	---	---	8	8
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	---	3	---	3
Sauce	<i>Salix alba</i>	2	---	---	2
Pirul	<i>Schinus molle</i>	27	---	---	27
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	---	---	16	16
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	---	---	2	2
Caléndula mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	---	10	---	10
Huizache prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	---	6	---	6
Total		65	71	89	225

Tabla IV. 15.- Flora registrada en el AI durante la época seca

Nombre común	Nombre científico	Arbóreo	Arbustivo	Herbácea	Total de individuos
Corona de reina	<i>Abutilon simulans</i>	---	---	3	3
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	23	37	---	60
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	---	2	---	2
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	---	3	---	3
Granjero rojo	<i>Condalia velutina</i>	---	2	---	2
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	1	2	---	3
Escoba de arroyo	<i>Heimia salicifolia</i>	---	4	---	4
Pie de paloma	<i>Iresine grandis</i>	---	5	---	5
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	---	---	1	1
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	---	4	---	4
Nopal de cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	---	1	---	1
Nopal chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	---	1	---	1
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	---	---	2	2
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	---	3	---	3

Sauce	<i>Salix alba</i>	2	---	---	2
Pirul	<i>Schinus molle</i>	27	---	---	27
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	---	---	2	2
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	---	---	1	1
Caléndula mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	---	3	---	3
Huizache prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	---	6	---	6
Total		53	73	9	135

Con respecto al área del proyecto se identificaron 12 árboles y un nopal con crecimiento arbóreo (13 árboles en total), los cuales requieren ser removidos. Los árboles fueron medidos, se identificó la especie y se anotaron las coordenadas (tabla 16). La ubicación se muestra en la figura IV.7.

Tabla IV. 16.- Ubicación del arbolado a remover

ID	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	DAP (cm)	Altura (m)	Coordenada Este (X)	Coordenada Norte (Y)
1	<i>Bursera fagaroides</i>	Copal	No listada	10	1.9	280,046	2,181,888
2	<i>Opuntia tomentosa</i>	Nopal Chamacuelo	No listada	30	3.5	280,046	2,181,888
3	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	No listada	8	2.5	280,043	2,181,899
4	<i>Condalia velutina</i>	Granjero Rojo	No listada	8	3	280,042	2,181,904
5	<i>Condalia velutina</i>	Granjero Rojo	No listada	7	3	280,042	2,181,904
6	<i>Schinus molle</i>	Pirul	No listada	40	20	280,028	2,181,906
6.2			No listada	37			
6.3			No listada	14*			
6.4			No listada	23*			
7.1	<i>Schinus molle</i>	Pirul	No listada	31	20	280,031	2,181,903
7.2			No listada	20			
8	<i>Schinus molle</i>	Pirul	No listada	13	5	280,030	2,181,905
9	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	Huizache Prieto	No listada	11	3	280,009	2,181,951

*Nota: los troncos de *Schinus molle* se encontraban derribados, sin embargo, se tomaron sus dimensiones ya que no estaban secos.

En las fotos IV.2 a IV.15 se muestran los árboles citados en la tabla IV.16

Tabla IV. 17.- Ubicación de los árboles a remover



Foto IV. 2

Foto IV. 3

Bursera fagaroides (identificado como 1)

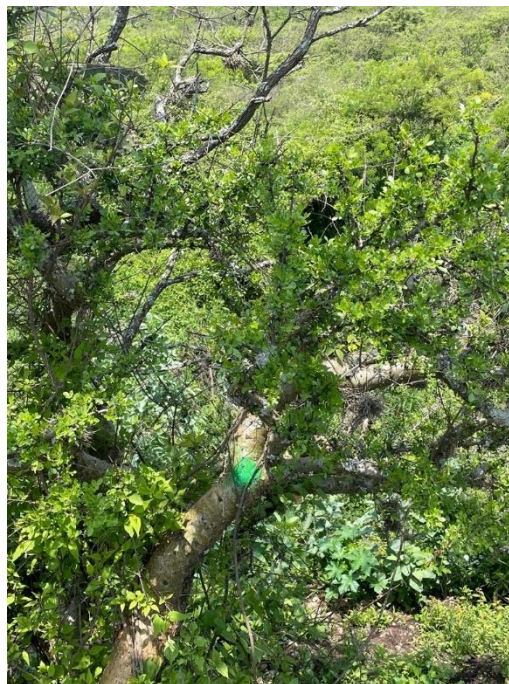
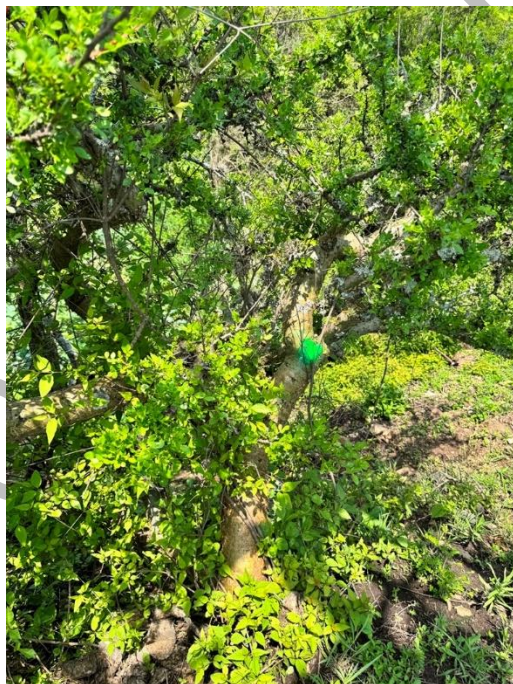


Foto IV. 4



Foto IV. 5



Opuntia tomentosa (identificado como 2)

Foto IV. 6



Foto IV. 7



Acacia farnesiana (identificado como 3)

Foto IV. 8



Foto IV. 9



Condalia velutina (identificados como 4 y 5)

Foto IV. 10



Foto IV. 11



Schinus molle (identificados como 6.1, 6.2, 6.3 y 6.4)

Foto IV. 12

Foto IV. 13

Dos individuos de Schinus molle (identificados como 7.1, 7.2 y 8)



Foto IV. 14

Foto IV. 15

Acacia shaffneri Sinonimia: *Vachellia schaffneri* (identificado como 9)



Además, se observaron algunas especies herbáceas ruderales y maleza que crecen en el cauce del arroyo, entre las que se encuentran: *Cirsium arvense* (cardo), *Nicotiana glauca* (tabaquillo), *Lantana camara* (cinco negritos), *Salvia mexicana* (tlacote), *Physalis coztomatl* (costomate), *Heimia salicifolia* (escoba de arroyo), *lupinus sp* (garbancillo) e *Iresine difusa* (pluma).

Índices de diversidad

Con la finalidad de caracterizar la estructura y diversidad de las comunidades vegetales presentes en la Región Ecológica (RE) y Área de Influencia (AI), durante las épocas de lluvias y secas, se calcularon diversos índices ecológicos ampliamente utilizados para evaluar la riqueza específica, la abundancia relativa, la dominancia y la distribución de los individuos entre las especies registradas.

La diversidad biológica de una comunidad puede analizarse a partir de diferentes componentes. La riqueza específica refleja el número de especies presentes; la diversidad integra tanto la riqueza como la abundancia relativa de las especies; mientras que la equidad permite evaluar qué tan uniforme es la distribución de los individuos dentro de la comunidad. Por ello, se utilizaron de manera complementaria los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) y Pielou (J).

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

El índice de Shannon-Wiener es uno de los indicadores más utilizados para evaluar la diversidad biológica, ya que considera simultáneamente la riqueza de especies y la abundancia relativa de cada una de ellas. Este índice se calcula mediante la siguiente expresión:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa)

$\ln p_i$ = logaritmo natural de p_i

H' = índice de Shannon. Resultado de la ecuación que normalmente varía entre 0 y 5.

Los valores de H' generalmente oscilan entre 0 y 5. Valores cercanos a cero indican comunidades con baja diversidad o dominadas por pocas especies, mientras que valores elevados reflejan comunidades con mayor riqueza y una distribución más uniforme de los individuos. En ecosistemas terrestres naturales, los valores suelen encontrarse entre 1.5 y 3.5, considerándose generalmente que valores superiores a 3 representan una alta diversidad biológica.

Índice de dominancia de Simpson (D)

El índice de Simpson permite evaluar el grado de dominancia que ejercen una o varias especies dentro de una comunidad. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$D = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Donde:

D = Índice de dominancia de Simpson

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (abundancia relativa)

Los valores de D varían entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican una elevada dominancia de una o pocas especies, mientras que valores cercanos a 0 reflejan una comunidad más diversa y con una distribución más equilibrada de las abundancias.

Con frecuencia se utiliza también el complemento $(1-D)$, denominado índice de diversidad de Simpson, cuyo valor aumenta conforme se incrementa la diversidad de la comunidad.

Índice de equidad de Pielou (J')

El índice de equidad de Pielou mide el grado de uniformidad con que los individuos se distribuyen entre las especies presentes en una comunidad. Este índice se calcula mediante la siguiente expresión:

$$J = \frac{H'}{H_{\text{máx}}} = \frac{H'}{\ln(s)}$$

Donde:

J = Índice de equidad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon-Wiener

$\ln(s)$ = logaritmo natural de la especie s

Los valores de J' varían entre 0 y 1. Valores cercanos a 1 indican que las especies presentan abundancias similares y, por tanto, existe una alta equidad en la comunidad. Por el contrario, valores cercanos a 0 indican que una o pocas especies concentran la mayor parte de los individuos registrados.

La aplicación conjunta de estos índices permite obtener una evaluación integral de la diversidad biológica presente en la RE, AI y AP, considerando tanto la riqueza específica como la estructura de abundancias y el grado de dominancia de las especies registradas durante las diferentes épocas de muestreo.

Los resultados obtenidos durante la época de lluvias para la RE se muestran en la tabla IV.18 y para el AI en la tabla IV.19.

Tabla IV. 18.- Resultados de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) y Pielou (J) para la RE (lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Corona de Reina	<i>Abutilon simulans</i>	19	0.0199	0.0338	0.0214	0.000396
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	134	0.1403	0.1197	0.0758	0.019688
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	35	0.0366	0.0526	0.0333	0.001343
Quintonil Verde	<i>Amaranthus hybridus</i>	26	0.0272	0.0426	0.0270	0.000741
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	14	0.0147	0.0269	0.0170	0.000215

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Doradilla	<i>Astrolepis sinuata</i>	36	0.0377	0.0537	0.0340	0.001421
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	4	0.0042	0.0100	0.0063	0.000018
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i>	39	0.0408	0.0567	0.0359	0.001668
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	26	0.0272	0.0426	0.0270	0.000741
Copal santo	<i>Bursera bipinnata</i>	13	0.0136	0.0254	0.0161	0.000185
Copal	<i>Bursera fagaroides</i>	23	0.0241	0.0390	0.0247	0.000580
Cerote / granjeno	<i>Celtis caudata</i>	21	0.0220	0.0365	0.0231	0.000484
Granjero Rojo	<i>Condalia velutina</i>	13	0.0136	0.0254	0.0161	0.000185
Pasto bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	31	0.0325	0.0483	0.0306	0.001054
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	14	0.0147	0.0269	0.0170	0.000215
Escoba de arroyo	<i>Heimia salicifolia</i>	15	0.0157	0.0283	0.0179	0.000247
Pie de paloma	<i>Iresine cassiniiformis</i> <i>Sinonimia Iresine grandis</i>	15	0.0157	0.0283	0.0179	0.000247
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	24	0.0251	0.0402	0.0254	0.000632
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	32	0.0335	0.0494	0.0313	0.001123
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i>	10	0.0105	0.0207	0.0131	0.000110
Pasto Africano Rosado	<i>Melinis repens</i>	47	0.0492	0.0644	0.0407	0.002422
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	15	0.0157	0.0283	0.0179	0.000247
Zoapatle	<i>Montanoa tomentosa</i>	8	0.0084	0.0174	0.0110	0.000070
Zacate	<i>Muhlenbergia robusta</i>	14	0.0147	0.0269	0.0170	0.000215
Tabaquillo Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	26	0.0272	0.0426	0.0270	0.000741
Nopal	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	4	0.0042	0.0100	0.0063	0.000018
Nopal de Cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	20	0.0209	0.0352	0.0223	0.000439
Nopal Chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	18	0.0188	0.0325	0.0206	0.000355
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	28	0.0293	0.0449	0.0284	0.000860
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	37	0.0387	0.0547	0.0346	0.001501
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	11	0.0115	0.0223	0.0141	0.000133
Sauce	<i>Salix alba</i>	10	0.0105	0.0207	0.0131	0.000110
Pirul	<i>Schinus molle</i>	35	0.0366	0.0526	0.0333	0.001343
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	44	0.0461	0.0616	0.0390	0.002123
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	36	0.0377	0.0537	0.0340	0.001421
Gigantón	<i>Tithonia tubaeformis</i>	14	0.0147	0.0269	0.0170	0.000215
Caléndula Mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	29	0.0304	0.0461	0.0292	0.000922

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	15	0.0157	0.0283	0.0179	0.000247
Total		955	1.0000	1.4762	0.9344	0.044671
Abundancia total	955					
Riqueza total	38					
Índice de Shannon (H')	1.4762					
Diversidad máx esperada (H' max)	1.5798					
Equidad de Pielou (J)	0.9344					
Simpson (D)	0.0447					

Tabla IV. 19.- Resultados de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) y Pielou (J) para el AI (lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Corona de Reina	<i>Abutilon simulans</i>	9	0.0400	0.0559	0.0400	0.001600
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	60	0.2667	0.1531	0.1095	0.071111
Quintonil Verde	<i>Amaranthus hybridus</i>	13	0.0578	0.0715	0.0512	0.003338
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	8	0.0356	0.0515	0.0369	0.001264
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	4	0.0178	0.0311	0.0223	0.000316
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i>	13	0.0578	0.0715	0.0512	0.003338
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	4	0.0178	0.0311	0.0223	0.000316
Granjero Rojo	<i>Condalia velutina</i>	6	0.0267	0.0420	0.0300	0.000711
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.0133	0.0250	0.0179	0.000178
Pie de paloma	<i>Iresine cassiniiformis</i> Sinonimia: <i>Iresine grandis</i>	5	0.0222	0.0367	0.0263	0.000494
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	6	0.0267	0.0420	0.0300	0.000711
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	7	0.0311	0.0469	0.0335	0.000968
Espinosilla	<i>Loeselia mexicana</i>	4	0.0178	0.0311	0.0223	0.000316
Tabaquillo Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	3	0.0133	0.0250	0.0179	0.000178
Nopal de Cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	1	0.0044	0.0105	0.0075	0.000020
Nopal Chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	1	0.0044	0.0105	0.0075	0.000020
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	4	0.0178	0.0311	0.0223	0.000316

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	8	0.0356	0.0515	0.0369	0.001264
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	3	0.0133	0.0250	0.0179	0.000178
Sauce	<i>Salix alba</i>	2	0.0089	0.0182	0.0130	0.000079
Pirul	<i>Schinus molle</i>	27	0.1200	0.1105	0.0790	0.014400
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	16	0.0711	0.0816	0.0584	0.005057
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	2	0.0089	0.0182	0.0130	0.000079
Caléndula Mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	10	0.0444	0.0601	0.0430	0.001975
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	6	0.0267	0.0420	0.0300	0.000711
Total		225	1.0000	1.1737	0.8396	0.108938
Abundancia total	225					
Riqueza total	25					
Índice de Shannon (H')	1.1737					
Diversidad máx esperada (H' max)	1.3979					
Equidad de Pielou (J)	0.8396					
Simpson (D)	0.1089					

Los resultados obtenidos durante la época seca para la RE se muestran en la tabla IV.20 y para el AI en la tabla IV.21.

Tabla IV. 20.- Resultados de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) y Pielou (J) para el RE (secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Sauce	<i>Salix alba</i>	13	0.0263	0.0416	0.0287	0.000693
Pirul	<i>Schinus molle</i>	35	0.0709	0.0815	0.0563	0.005020
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	134	0.2713	0.1537	0.1062	0.073579
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	8	0.0162	0.0290	0.0200	0.000262
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	14	0.0283	0.0439	0.0303	0.000803
Nopal Chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	18	0.0364	0.0524	0.0362	0.001328
Carrizo	<i>Phragmites australis</i>	8	0.0162	0.0290	0.0200	0.000262
Zoapatle	<i>Montanoa tomentosa</i>	12	0.0243	0.0392	0.0271	0.000590
Granjero Rojo	<i>Condalia velutina</i>	13	0.0263	0.0416	0.0287	0.000693
Corona de Reina	<i>Abutilon simulans</i>	1	0.0020	0.0055	0.0038	0.000004
Copal	<i>Bursera fagaroides</i>	23	0.0466	0.0620	0.0429	0.002168

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Zacate	<i>Muhlenbergia robusta</i>	1	0.0020	0.0055	0.0038	0.000004
Gigantón	<i>Tithonia tubaeformis</i>	18	0.0364	0.0524	0.0362	0.001328
Espino blanco	<i>Acacia pennatula</i>	35	0.0709	0.0815	0.0563	0.005020
Nopal de Cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	20	0.0405	0.0564	0.0390	0.001639
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	13	0.0263	0.0416	0.0287	0.000693
Viborona	<i>Asclepias glaucescens</i>	12	0.0243	0.0392	0.0271	0.000590
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	15	0.0304	0.0461	0.0318	0.000922
Nopal	<i>Opuntia hyptiacantha</i>	4	0.0081	0.0169	0.0117	0.000066
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	20	0.0405	0.0564	0.0390	0.001639
Copal santo	<i>Bursera bipinnata</i>	13	0.0263	0.0416	0.0287	0.000693
Cerote / granjeno	<i>Celtis caudata</i>	21	0.0425	0.0583	0.0403	0.001807
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	15	0.0304	0.0461	0.0318	0.000922
Pie de paloma	<i>Iresine grandis</i>	7	0.0142	0.0262	0.0181	0.000201
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	6	0.0121	0.0233	0.0161	0.000148
Tabaquillo Sudamericano	<i>Nicotiana glauca</i>	6	0.0121	0.0233	0.0161	0.000148
Pluma	<i>Iresine diffusa</i>	4	0.0081	0.0169	0.0117	0.000066
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	5	0.0101	0.0202	0.0140	0.000102
Total		494	1.0000	1.2310	0.8506	0.101387
Abundancia total		494				
Riqueza total		28				
Índice de Shannon (H')		1.2310				
Diversidad máx esperada (H' max)		1.4472				
Equidad de Pielou (J)		0.8506				
Simpson (D)		0.1014				

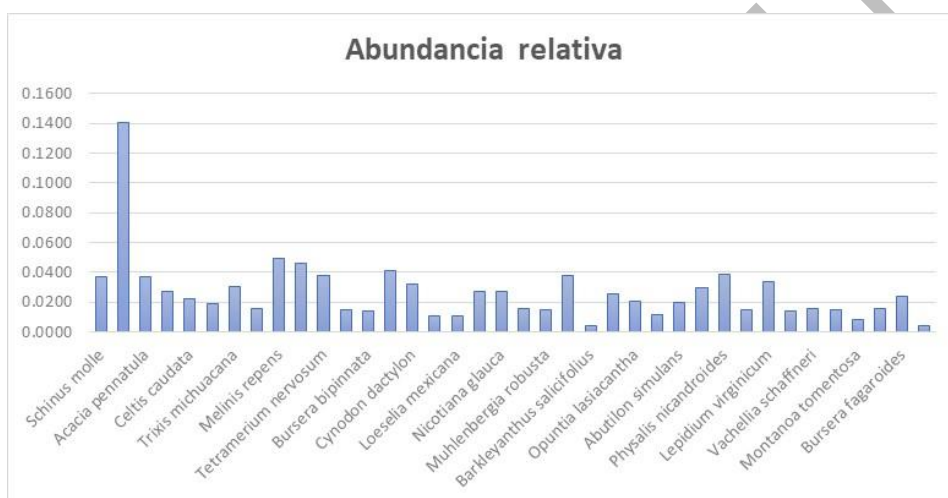
Tabla IV. 21.- Resultados de los índices de Shannon-Wiener (H'), Simpson (D) y Pielou (J) para el AI (secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Corona de Reina	<i>Abutilon simulans</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Corona de Reina	<i>Abutilon simulans</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	60	0.4444	0.1565	0.1203	0.197531
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	60	0.4444	0.1565	0.1203	0.197531
Huizache	<i>Acacia farnesiana</i>	60	0.4444	0.1565	0.1203	0.197531
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Azomite	<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219

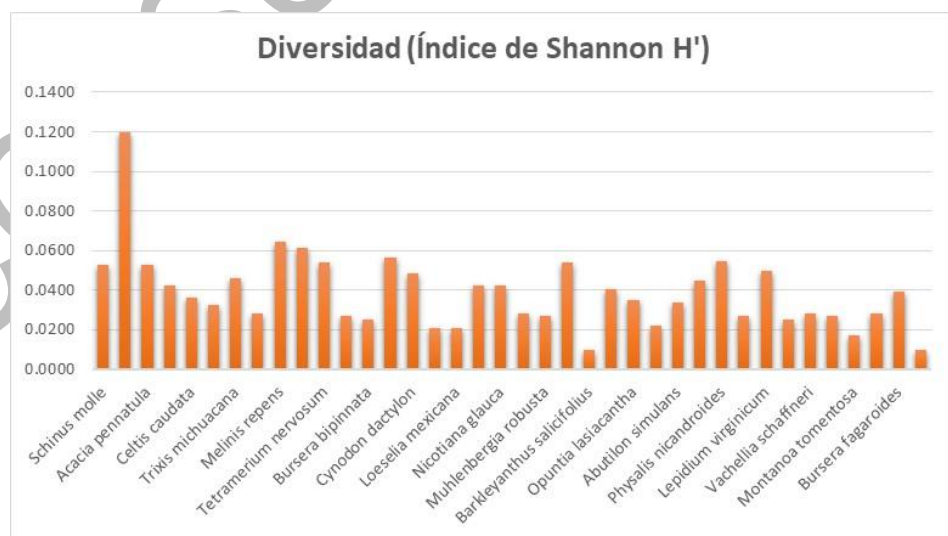
Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Peistó	<i>Brickellia veronicifolia</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Granjero Rojo	<i>Condalia velutina</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Granjero Rojo	<i>Condalia velutina</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Escoba de arroyo	<i>Heimia salicifolia</i>	4	0.0296	0.0453	0.0348	0.000878
Escoba de arroyo	<i>Heimia salicifolia</i>	4	0.0296	0.0453	0.0348	0.000878
Pie de paloma	<i>Iresine cassiniiformis</i> Sinonimia: <i>Iresine grandis</i>	5	0.0370	0.0530	0.0407	0.001372
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Lentejilla	<i>Lepidium virginicum</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	4	0.0296	0.0453	0.0348	0.000878
Sierrilla	<i>Mimosa acantholoba</i>	4	0.0296	0.0453	0.0348	0.000878
Nopal de Cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Nopal de Cerro	<i>Opuntia lasiacantha</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Nopal Chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Nopal Chamacuelo	<i>Opuntia tomentosa</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Matapulgas	<i>Physalis nicandroides</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Higuerilla	<i>Ricinus communis</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Sauce	<i>Salix alba</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Sauce	<i>Salix alba</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Pirul	<i>Schinus molle</i>	27	0.2000	0.1398	0.1074	0.040000
Pirul	<i>Schinus molle</i>	27	0.2000	0.1398	0.1074	0.040000
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Cinco llagas	<i>Tagetes lunulata</i>	2	0.0148	0.0271	0.0208	0.000219
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Corrimiento	<i>Tetramerium nervosum</i>	1	0.0074	0.0158	0.0121	0.000055
Caléndula Mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Caléndula Mexicana	<i>Trixis michuacana</i>	3	0.0222	0.0367	0.0282	0.000494
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	6	0.0444	0.0601	0.0462	0.001975
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	6	0.0444	0.0601	0.0462	0.001975
Huizache Prieto	<i>Acacia shaffneri</i> Sinonimia: <i>Vachellia schaffneri</i>	6	0.0444	0.0601	0.0462	0.001975

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D
Total		135	1.0000	0.8823	0.6782	0.246420
Abundancia total	135					
Riqueza total	20					
Índice de Shannon (H')	0.8823					
Diversidad máx esperada (H' max)	1.3010					
Equidad de Pieolu (J)	0.6782					
Simpson (D)	0.2464					

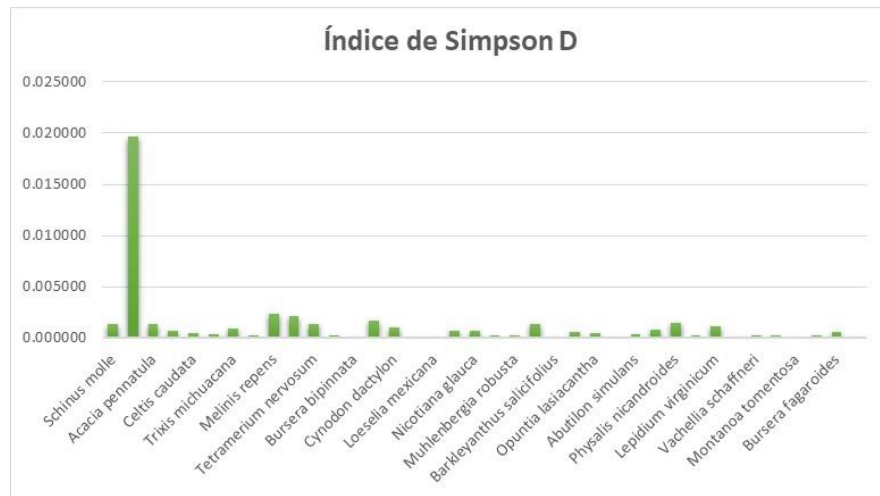
Gráfica IV. 1.- Abundancia relativa de la RE (lluvias)



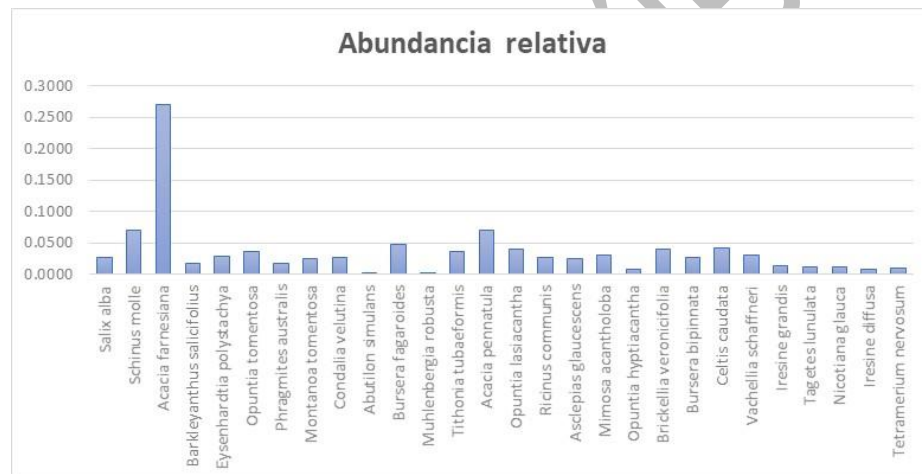
Gráfica IV. 2.- Diversidad (índice de Shannon-Wiener) de la RE (lluvias)



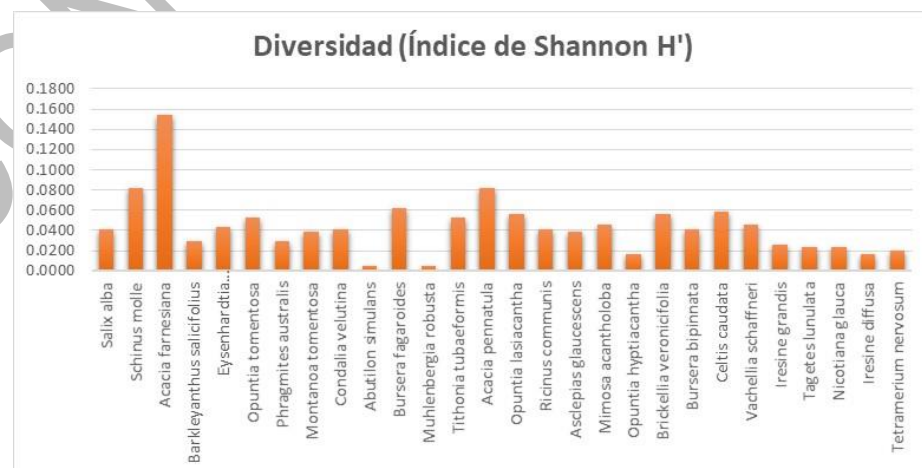
Gráfica IV. 3.- Dominancia (índice de Simpson) de la RE (lluvias)



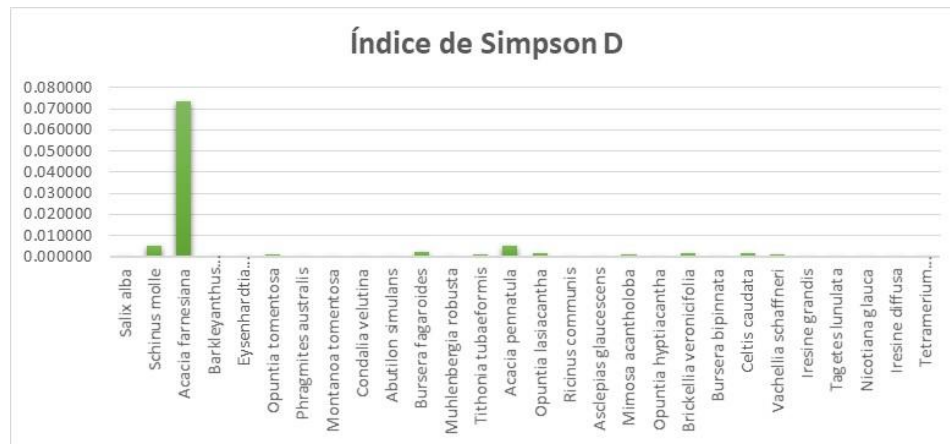
Gráfica IV. 4.- Abundancia relativa de la RE (secas)



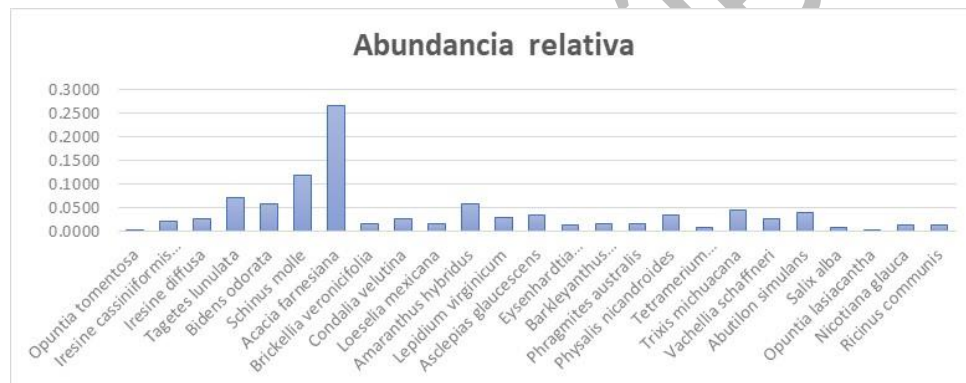
Gráfica IV. 5.- Diversidad (índice de Shannon-Wiener) de la RE (secas)



Gráfica IV. 6.- Dominancia (índice de Simpson) de la RE (secas)



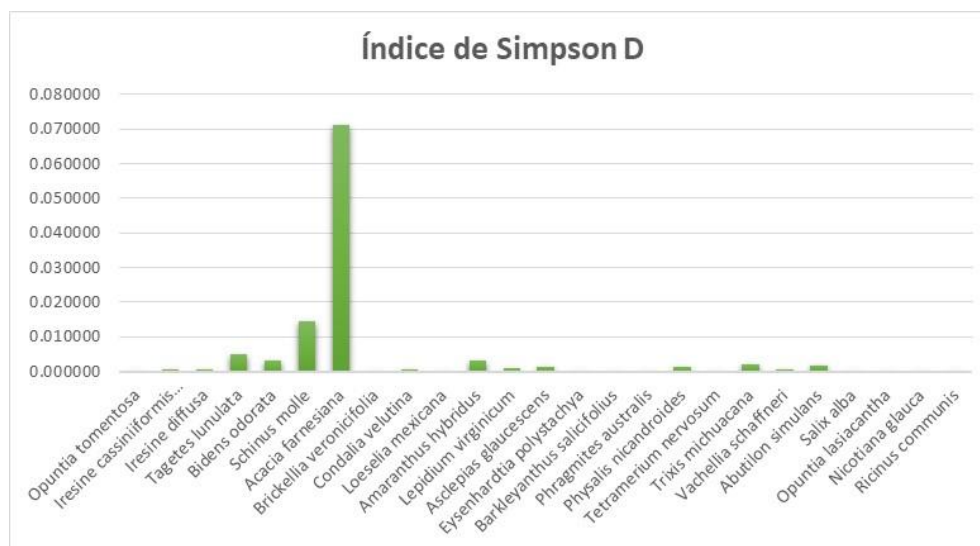
Gráfica IV. 7.- Abundancia relativa del AI (lluvias)



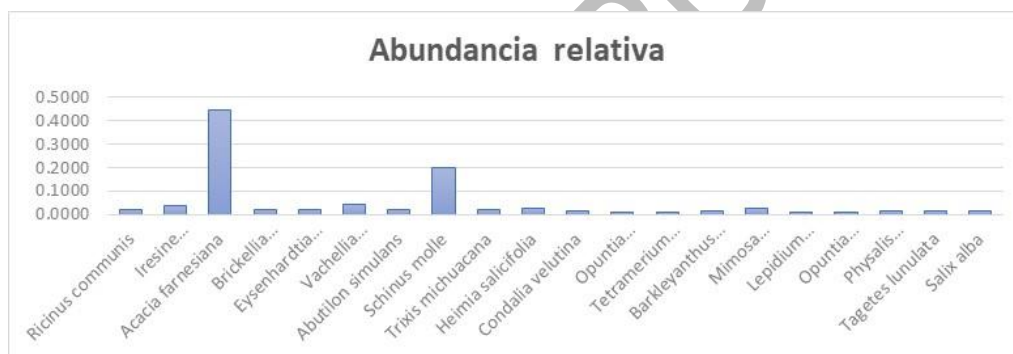
Gráfica IV. 8.- Diversidad (índice de Shannon-Wiener) del AI (lluvias)



Gráfica IV. 9.- Dominancia (índice de Simpson) del AI (lluvias)



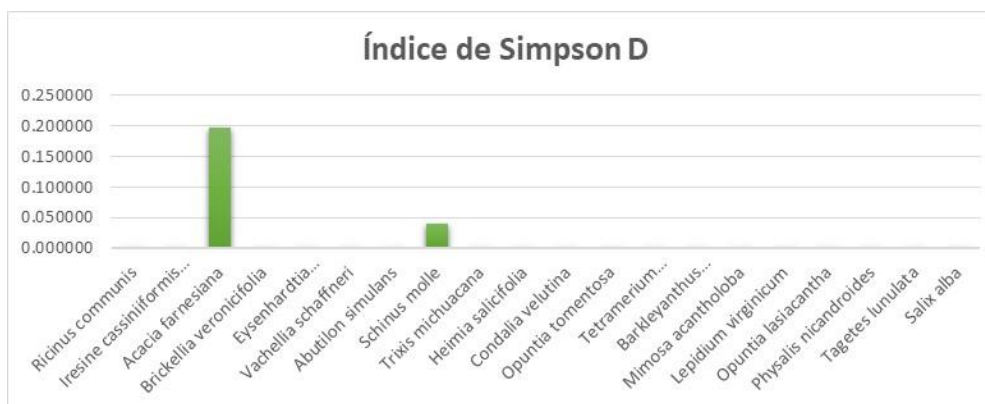
Gráfica IV. 10.- Abundancia relativa del AI (secas)



Gráfica IV. 11.- Diversidad (índice de Shannon-Wiener) del AI (secas)



Gráfica IV. 12.- Dominancia (índice de Simpson) del AI (secas)



Los resultados obtenidos para la RE y el AI durante las épocas de lluvias y secas indican que la composición florística se encuentra fuertemente influenciada por unas cuantas especies dominantes, particularmente el huizache (*Acacia farnesiana*), que concentra una proporción importante de los individuos registrados en ambos periodos de muestreo.

Durante la época de lluvias se observa una mayor riqueza específica y una distribución más homogénea de los individuos entre las especies registradas, situación asociada al incremento del recurso hídrico y al establecimiento temporal de especies herbáceas, sin embargo, las especies observadas son características de ambientes perturbados. En contraste, durante la época de secas disminuye la representación de varias especies herbáceas y aumenta proporcionalmente la importancia de especies tolerantes al estrés hídrico, como *Acacia farnesiana* (huizache) y *Acacia pennatula* (espino blanco), lo que genera una reducción en la diversidad.

Los valores del índice de Shannon-Wiener reflejan una diversidad baja, con valores de 1.47 en la temporada de lluvias y de 1.23 en la temporada seca para la RE y de 1.17 para la temporada de lluvias y de 0.88 en la época seca para el AI. Esta baja diversidad es característica de comunidades sometidas a procesos históricos de perturbación. La presencia de especies arbustivas y arbóreas adaptadas a condiciones de sequía, junto con especies herbáceas oportunistas, sugiere una estructura relativamente simplificada.

Por su parte, los valores del índice de Simpson muestran la existencia de una dominancia moderada ejercida principalmente por *Acacia farnesiana*, especie que presenta las mayores abundancias relativas tanto en la RE como en el AI.

Respecto al índice de equidad de Pielou, los valores obtenidos también indican que la distribución de los individuos entre las especies no es completamente uniforme, debido a la elevada abundancia relativa de una especie dominante (*Acacia farnesiana*). En términos generales, la vegetación presente en la RE y el AI corresponde a una comunidad característica de ambientes con influencia antrópica, donde las especies nativas que predominan se encuentran ampliamente distribuidas en el país, es decir no son únicas en el área de estudio y están adaptadas a condiciones de perturbación y estacionalidad climática.

Cabe destacar que durante los muestreos **No se encontraron** especies listadas en alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni tampoco se observaron especies de plantas acuáticas.

IV.3.7.2 Fauna

Para determinar que especies se distribuyen en el municipio de Morelia, se realizaron varias consultas bibliográficas y digitales, entre ellas se accedió a la plataforma web Enciclovida, creada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), en la cual se dan a conocer las especies y grupos que viven en México, esta plataforma integra información que la CONABIO ha reunido a través del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). De acuerdo con esta página, para el municipio se tienen 56,229 registros de 3,628 especies, en la tabla IV.22 se muestra un listado parcial de la fauna registrada para Morelia.

Tabla IV. 22.- Fauna registrada en Morelia (listado de fauna potencial)

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles		
<i>Crotalus molossus</i>	Víbora de cascabel	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Crotalus polystictus</i>	Víbora de cascabel ocelada	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Crotalus triseriatus</i>	Víbora cascabel transvolcánica	No listada
<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga de Guadalupe	No listada
<i>Sceloporus minor</i>	Lagartija espinosa menor	No listada
<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa coralillo	No listada
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucóna	No listada
<i>Sceloporus dugesii</i>	Lagartija escamosa de Duge	No listada
<i>Sceloporus scalaris</i>	Lagartija espinosa de pastizal	No listada
<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	No listada
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija escamosa panza rosada	No listada
<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo	No listada
<i>Geophis petersii</i>	Besucóna	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lampropeltis ruthveni</i>	Culebra real de Ruthven	Amenazada (A)
<i>Masticophis taeniatus</i>	Culebra chirriadora	No listada
<i>Pituophis deppei</i>	Alicante	Amenazada (A)
<i>Rhadinaea taeniata</i>	Culebra café pino encino	No listada
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra chata de Baird	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra oliva	No listada
<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	No listada
<i>Thamnophis cyrtopsis</i>	Abaniquillo	Amenazada (A)
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua	Amenazada (A)
<i>Agkistrodon bilineatus</i>	Abaniquillo de Simmons	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Crotalus basiliscus</i>	Víbora de cascabel	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Thamnophis melanogaster</i>	Culebra de agua	Amenazada (A)
<i>Kinosternon integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Sujeta a protección especial (Pr)
Mamíferos		
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	No listada
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	No listada
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago	No listada
<i>Peromyscus boylii</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola suelta brasileño	No listada
<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuache ratón gris	No listada
<i>Promops centralis</i>	Murciélago mastín mayor	No listada
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	No listada
<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera de Coues	No listada
<i>Notiosorex evotis</i>	Musaraña	Amenazada (A)

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo	No listada
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Sigmodon fulviventor</i>	Rata cañera	No listada
<i>Cratogeomys fumosus</i>	Tuza llanera	Amenazada (A)
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago moreno norteamericano	No listada
<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata cañera	No listada
<i>Peromyscus hylocetes</i>	Ratón	No listada
<i>Heteromys irroratus</i>	Ratón espinoso	No listada
<i>Canis latrans</i>	Coyote	No listada
<i>Peromyscus levipes</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Plestiodon brevirostris</i>	Eslizón chato	No listada
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	No listada
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón venado	No listada
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago	No listada
<i>Peromyscus melanocarpus</i>	Ratón manos negras	No listada
<i>Peromyscus melanophrys</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Conopsis lineata</i>	Culebra nariz de pala del occidente	No listada
<i>Baiomys musculus</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Dasyus novemcinctus</i>	Armadillo	No listada
<i>Thamnophis postremus</i>	Jarretera del Valle de Tepalcatepec	No listada
<i>Cryptotis parva</i>	Musaraña orejillas mínima	No listada
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	No listada
<i>Molossus rufus</i>	Murciélago	No listada
<i>Peromyscus spicilegus</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón de campo	No listada
<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo nortño	No listada
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardillón de roca	No listada
<i>Myotis velifer</i>	Murciélago	No listada
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	No listada
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca	No listada
<i>Lasiurus xanthinus</i>	Murciélago cola peluda	No listada
<i>Rattus norvegicus</i>	Rata	No listada
<i>Rattus rattus</i>	Rata	No listada
Anfibios		
<i>Agalychnis dacnicolor</i>	Rana cara de niño	No listada
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del noreste	No listada
<i>Eleutherodactylus nitidus</i>	Rana fisgona deslumbrante	No listada
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana	No listada
<i>Spea multiplicata</i>	Sapo de espuelas mexicano	No listada
<i>Craugastor augusti</i>	Rana amarilla labradora	No listada
<i>Lithobates dunni</i>	Rana de Pátzcuaro	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates megapoda</i>	Rana pierna de pollo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates neovolcanicus</i>	Rana leopardo neovolcánica	Amenazada (A)
<i>Lithobates pustulosus</i>	Rana de cascada	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Lithobates spectabilis</i>	Rana manchada	No listada
<i>Lithobates zweifeli</i>	Rana de Zweifel	No listada
<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la meseta	No listada
<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo pinero	No listada
Aves		
<i>Accipiter cooperii</i>	Gavilán de Cooper	Sujeta a protección especial (Pr)

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho canela	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo albonotatus</i>	Aguililla aura	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola corta	No listada
<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	No listada
<i>Buteo lineatus</i>	Aguililla pecho rojo	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo platypterus</i>	Aguililla alas anchas	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo regalis</i>	Aguililla real	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla negra menor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Chondrohierax uncinatus</i>	Gavilán pico de gancho	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Elanus leucurus</i>	Milano cola blanca	No listada
<i>Parabuteo unicinctus</i>	Aguililla rojinegra	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	No listada
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	No listada
<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	No listada
<i>Aix sponsa</i>	Pato arcoíris	No listada
<i>Anas crecca</i>	Cerceta alas verdes	No listada
<i>Anas platyrhynchos</i>	Pato de collar	No listada
<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	No listada
<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	No listada
<i>Aythya collaris</i>	Pato pico anillado	No listada
<i>Cairina moschata</i>	Pato real	En peligro de extinción (P)
<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije alas blancas	No listada
<i>Dendrocygna bicolor</i>	Pijije canelo	No listada
<i>Oxyura jamaicensis</i>	Pato tepalcate	No listada
<i>Aeronautes saxatalis</i>	Vencejo pecho blanco	No listada
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	No listada
<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro	No listada
<i>Cypseloides storeri</i>	Vencejo cara blanca	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Panyptila sanctihieronymi</i>	Vencejo tijereta mayor	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Streptoprocne semicollaris</i>	Vencejo nuca blanca	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí canelo	No listada
<i>Archilochus alexandri</i>	Colibrí barba negra	No listada
<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	No listada
<i>Calothorax lucifer</i>	Colibrí lucifer	No listada
<i>Colibri thalassinus</i>	Colibrí orejas violetas	No listada
<i>Cynanthus latirostris</i>	Colibrí pico ancho	No listada
<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnífico	No listada
<i>Helimaster constantii</i>	Colibrí picudo	No listada
<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	No listada
<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	No listada
<i>Selasphorus rufus</i>	Zumbador rufo	No listada
<i>Selasphorus sasin</i>	Zumbador de Allen	No listada
<i>Tilmatura dupontii</i>	Colibrí cola pinta	Amenazada (A)
<i>Chordeiles acutipennis</i>	Chotacabras menor	No listada
<i>Chordeiles minor</i>	Chotacabras zumbón	No listada
<i>Nyctidromus albigollis</i>	Chotacabras pauraque	No listada
<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	No listada
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana nortefía	No listada
<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota pico anillado	No listada

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	No listada
<i>Bartramia longicauda</i>	Zarapito ganga	No listada
<i>Columba livia</i>	Paloma doméstica,	No listada
<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	No listada
<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	No listada
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita canela	No listada
<i>Leptotila verreauxi</i>	Paloma arroyera	No listada
<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma alas blancas	No listada
<i>Zenaida macroura</i>	Huilota común	No listada
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	No listada
<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	No listada
<i>Geococcyx velox</i>	Correcaminos tropical	No listada
<i>Playa cayana</i>	Cucillo canela	No listada
<i>Anas diazi</i>	Pato mexicano	Amenazada (A)
<i>Falco columbarius</i>	Halcón esmerejón	No listada
<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	No listada
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogordo tigrillo	No listada
<i>Piranga bidentata</i>	Tangara dorso rayado	No listada
<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	No listada
<i>Melospiza fusca</i>	Toquí pardo	No listada
<i>Melospiza kieneri</i>	Rascador nuca canela	No listada
<i>Pipilo maculatus</i>	Rascador moteado	No listada
<i>Pipilo ocai</i>	Toquí de collar	No listada
<i>Lanius ludovicianus</i>	Verdugo americano	No listada
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe gorra canela	No listada
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe corona negra	No listada
<i>Cardellina rubra</i>	Chipe rojo	No listada
<i>Cardellina rubrifrons</i>	Chipe cara roja	No listada
<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	No listada
<i>Icteria virens</i>	Chipe grande	No listada
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	No listada
<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	No listada
<i>Myioborus pictus</i>	Pavito alas blancas	No listada
<i>Oreothlypis superciliosa</i>	Chipe cejas blancas	No listada
<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero	No listada
<i>Parkesia noveboracensis</i>	Chipe charquero	No listada
<i>Protonotaria citrea</i>	Chipe dorado	No listada
<i>Seiurus aurocapilla</i>	Chipe suelero	No listada
<i>Setophaga americana</i>	Chipe pecho manchado	No listada
<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	No listada
<i>Setophaga dominica</i>	Chipe garganta amarilla	No listada
<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	No listada
<i>Setophaga graciae</i>	Chipe cejas amarillas	No listada
<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolias	No listada
<i>Setophaga nigrescens</i>	Chipe negrogris	No listada
<i>Setophaga occidentalis</i>	Chipe cabeza amarilla	No listada
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	No listada
<i>Setophaga pitiayumi</i>	Tropical Parula	No listada
<i>Setophaga ruticilla</i>	Pavito migratorio	No listada
<i>Setophaga townsendi</i>	Chipe negroamarillo	No listada

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	No listada
<i>Passer domesticus</i>	Gorrión doméstico	No listada
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Ocotero enmascarado	No listada
<i>Poliophtila alboris</i>	Perlita pispirria	No listada
<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azulgris	No listada
<i>Poliophtila melanura</i>	Perlita del desierto	No listada
<i>Phainopepla nitens</i>	Capulínero negro	No listada
<i>Ptiliogonys cinereus</i>	Capulínero gris	No listada
<i>Regulus satrapa</i>	Reyezuelo corona amarilla	No listada
<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pecho blanco	No listada
<i>Sitta pygmaea</i>	Bajapalos enano	No listada
<i>Pachyrhamphus aglaiae</i>	Mosquero-cabezón degollado	No listada
<i>Pachyrhamphus major</i>	Cabezón mexicano	No listada
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	No listada
<i>Campylorhynchus gularis</i>	Matraca serrana	No listada
<i>Campylorhynchus megalopterus</i>	Matraca barrada	No listada
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Myadestes unicolor</i>	Clarín unicolor	Amenazada (A)
<i>Ridgwayia pinicola</i>	Mirlo pinto	Sujeta a protección especial (Pr)
<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	No listada
<i>Turdus rufopallatus</i>	Mirlo dorso canela	No listada
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	No listada
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	No listada
<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	No listada
<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	No listada

Por otra parte, la guía de campo de Eduardo Mendoza (2014)⁹, reporta las especies de mamíferos que se observan en la tabla IV.23.

Tabla IV. 23.- Mamíferos que se distribuyen en el municipio de Morelia, de acuerdo con Eduardo Mendoza (2014)

Nombre científico	Nombre común
<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
<i>Tlacuatzin canescens</i>	Tlacuachín
<i>Artibeus sp.</i>	Murciélago frutero
<i>Choeronycteris mexicana</i>	Murciélago
<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüilargo
<i>Leptonycteris curasoae</i>	Murciélago
<i>Leptonycteris nivalis</i>	Murciélago
<i>Macrotus waterhousii</i>	Murciélago
<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélago con charreteras
<i>Sturnira lilium</i>	Murciélago de hombros amarillos, murciélago con charreteras
<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago
<i>Lasiurus cinereus</i>	Murciélago
<i>Lasiurus blossevillii</i>	Murciélago rojo

⁹ Mendoza, E. Mamíferos del municipio de Morelia. Guía de campo. México-Natura. Responsable del proyecto: Leonor Solís Rojas. CONACyT

Nombre científico	Nombre común
<i>Myotis auricularis</i>	Murciélago
<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago café
<i>Myotis thysanodes</i>	Murciélago café
<i>Molossus rufus</i>	Murciélago de cola libre
<i>Molossus sinaloae</i>	Murciélago aterciopelado de cola libre
<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago de cola
<i>Nyctinomops macrotis</i>	Murciélago grande de cola libre
<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago
<i>Pteronotus parnellii</i>	Murciélago con bigote
<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo de monte
<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla
<i>Otospermophilus variegatus</i>	Ardilla de roca
<i>Cratogeomys tylosinus</i>	Tuza llanera
<i>Liomys irroratus</i>	Ratón de bolsas
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	Rata arrocera pigmea
<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón de patas blancas, Ratón de campo
<i>Baiomys taylori</i>	Ratón pigmeo
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	Ratón de campo
<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata algodonera hispida
<i>Sigmodon mascotensis</i>	Rata hispida, rata algodonera
<i>Rattus rattus</i>	Rata negra, rata de los tejados
<i>Mus musculus</i>	Ratón de casa, ratón común, ratón doméstico
<i>Oryzomys couesi</i>	Rata arrocera
<i>Peromyscus difficilis</i>	Ratón orejón
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	Ratón de campo
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i>	Ratón de campo
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
<i>Procyon lotor</i>	Mapache, osito lavador
<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle
<i>Mustela frenata</i>	Comadreja, onza, hurón
<i>Spilogale gracilis</i>	Zorrillo manchado, zorrillo pigmeo
<i>Mephitis mephitis</i>	Zorrillo de dos bandas, zorrillo listado
<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo de espalda blanca
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés
<i>Odocoileus virginianus</i>	Venado cola blanca

Asimismo, en la tabla IV.24 se muestra el listado de anfibios y reptiles reportados por Suazo-Orduño (et al) cuya guía de campo describe 60 especies:

Tabla IV. 24.- Anfibios y reptiles que se distribuyen en el municipio de Morelia, de acuerdo con Suazo-Orduño (et al)

Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios		
<i>Anaxyrus compactilis</i>	Sapo de la meseta	No listada
<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	No listada
<i>Craugastor hobartsmithi</i>	Rana ladradora pigmea	No listada
<i>C. augusti</i>	Rana ladradora amarilla	No listada
<i>Eleutherodactylus angustidigitum</i>	Rana fisgona de Pátzcuaro	Protección especial
<i>Hyla arenicolor</i>	Ranita de cañón	No listada
<i>H. eximia</i>	Rana arborícola de montaña	No listada
<i>Plectrohyla bistincta</i>	Rana de árbol	Protección especial
<i>Hypopachus variolosus</i>	Rana termitera	No listada
<i>Lithobates dunni</i>	Rana de Pátzcuaro	Protección especial
<i>L. neovolcanicus</i>	Rana leopardo Neovolcánica	Amenazada
<i>L. montezumae</i>	Rana leopardo de Moctezuma	Protección especial
<i>Spea multiplicata</i>	Sapo montícola de espuela	No listada
<i>Ambystoma amblycephalum</i>	Ajolote de cabeza chata	Protección especial
<i>A. ordinarium</i>	Achoque michoacano	Protección especial
<i>Pseudoeurycea bellii</i>	Tlaconete pinto	Amenazada
<i>Abronia deppii</i>	Dragoncito del Eje Neovolcánico	Amenazada
<i>Barisia imbricata</i>	Lagartija Alicante Neovolcánico	Protección especial
<i>Anolis nebulosus</i>	Abaniquillo pañuelo del Pacífico	No listada
Reptiles		
<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija espinosa llanera	No listada
<i>S. dugesii</i>	Lagartija espinosa de Duges	No listada
<i>S. grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	Protección especial
<i>S. scalaris</i>	Lagartija espinosa de pastizal	No listada
<i>S. torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	No listada
<i>Plestiodon copei</i>	Eslizón chato de las montañas	Protección especial
<i>P. dugesii</i>	Eslizón de Cuitzeo	Protección especial
<i>Aspidoscelis gularis</i>	Huico pinto del Noroeste	No listada
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Besucona asiática	No listada
<i>Kinosternon hirtipes</i>	Tortuga pecho quebrado	Protección especial
<i>K. integrum</i>	Tortuga pecho quebrado mexicana	Protección especial
<i>Conopsis biserialis</i>	Culebra terrestre dos líneas	Amenazada
<i>C. lineata</i>	Culebra terrestre del centro	No listada
<i>C. nasus</i>	Culebra gris naríz de pala	No listada
<i>Lampropeltis ruthveni</i>	Falsa coralillo	Amenazada
<i>L. triangulum</i>	Falsa coralillo real Oriental	Amenazada
<i>Masticophis mentovarius</i>	Culebra chirrionera Neotropical	Amenazada
<i>Pituophis deppei</i>	Cincuate	Amenazada

Nombre Científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>P. lineaticollis</i>	Cincuate sureño	No listada
<i>Salvadora bairdi</i>	Culebra chata mexicana	Protección especial
<i>Senticolis triaspis</i>	Culebra ratonea	No listada
<i>Tantilla bocourti</i>	Culebra cabeza negra de Bocourt	No listada
<i>Trimorphodon tau</i>	Falsa nauyaca mexicana	No listada
<i>Diadophis punctatus</i>	Culebra de collar	No listada
<i>Geophis bicolor</i>	Culebra minera del altiplano	Protección especial
<i>G. dugesii</i>	Minador	No listada
<i>G. petersii</i>	Culebra minera	Protección especial
<i>Rhadinaea hesperia</i>	Culebra rayada Occidental	Protección especial
<i>Micrurus tener</i>	Colarillo arlequín	No listada
<i>Storeria storeroides</i>	Culebra parda mexicana	No listada
<i>Thamnophis eques</i>	Culebra de agua nómada mexicana	Amenazada
<i>T. melanogaster</i>	Culebra de agua panza negra	Amenazada
<i>T. scalaris</i>	Culebra listonada de montaña	Amenazada
<i>T. cyrtopsis</i>	Culebra lineada de bosque	Amenazada
<i>T. scaliger</i>	Culebra listonada de montaña	Amenazada
<i>T. pulchellatus</i>	Culebra listonada de tierras altas	No listada
<i>Ramphotyphlops braminus</i>	Serpiente ciega tropical	No listada
<i>Crotalus aquilus</i>	Cascabel	Protección especial
<i>C. molossus</i>	Cascabel	Protección especial
<i>C. polystictus</i>	Cascabel	Protección especial
<i>C. triseriatus</i>	Cascabel	No listada

Diseño de muestreo para fauna

El muestreo de fauna se realizará mediante métodos directos e indirectos, diferenciados por grupo biológico. La finalidad será caracterizar la fauna presente dentro de la RE y el AI. El cual se describe a continuación.

Existen diversas técnicas para el registro de las poblaciones de fauna silvestre, sin embargo, para este trabajo se seleccionaron dos métodos:

- Conteo por puntos, para el muestreo de aves y,
- Transectos de búsqueda intensiva para fauna terrestre (mastofauna y herpetofauna)

A continuación, se describen brevemente:

Conteo por puntos (aves)

Es una técnica ampliamente utilizada para el registro de aves y consiste en puntos fijos en los que un observador permanece durante un tiempo determinado registrando toda ave que detecte visual o auditivamente.

Las distancias entre punto y punto, el diámetro de cada uno, así como el tiempo en que permanecerá el observador es variable de acuerdo con las necesidades del estudio, es decir, los datos que se desean obtener y las características de los sitios a muestrear. Sin embargo, los sitios deben ser colocados de manera sistemática y estar espaciados uniformemente para reducir los sesgos¹⁰.

La distribución espacial de los puntos de conteo se debe establecer mediante una técnica considerando una separación entre punto y punto, basada en las necesidades del muestreo, las características de la zona y del objetivo a muestrear.

Con la finalidad de que el muestreo por puntos de observación fuera representativo y confiable se seleccionó la técnica *Muestreo estratificado dirigido-aleatorio*, considerando únicamente en las superficies con cobertura vegetal.

Número total de sitios muestreados: aves

De acuerdo con las consideraciones de esta técnica, se decidió establecer puntos de conteo cada 100 m, para lograr esa equidistancia entre puntos se establecieron parcelas de 50 m de lado.

Con este criterio, toda la superficie de la RE (205 ha) se dividió en cuadrantes o parcelas de 50 x 50 m (2,500 m²) mediante la sobreposición de una retícula, usando como herramientas los sistemas GoogleEarth y ArcGis. Tal como se describe en el apartado del *tamaño de la muestra* se consideraron las superficies ecológicamente muestreables, por lo que para la RE resultó una superficie de 35.1 ha en la que se obtuvo un tamaño de muestra de 14 UM y para el AI resultó una superficie muestreable de 3.64 ha en la que se obtuvo una muestra de 3 UM. Las unidades de muestreo se seleccionaron de forma aleatoria en la retícula que cubría la superficie de 35.1 ha de la RE y en la superficie de 3.64 ha del AI. En estas unidades de muestreo se realizó el conteo por puntos para el registro de aves.

Una vez en campo, desde cada punto de conteo delimitado por un radio de 25 metros se contabilizan todas las aves que el observador logre detectar mediante contacto visual o auditivo. Pasado el tiempo establecido de 10 minutos, el observador se desplaza al siguiente punto¹¹

Para identificar las aves observadas se utilizaron binoculares, guías de campo y adicionalmente se utilizó la aplicación *Merlin de The Cornell Lab of Ornithology*, versión 3.9 (291-2025) como una herramienta para identificar a las especies de aves mediante sonidos; este programa contiene la descripción de las características, distribución, características de migración, endemismo, etc.

¹⁰ Ralph, J. C. S. Droege and J. R. Sauer. 1995. Managing and monitoring birds using point counts: standards and applications. Pp 161-168 in J. C. Ralph, J. R. Sauer and S. Droege, editors. Monitoring bird populations by point counts (U.S. Forest Service General Technical Report PSW-GRT-149).

¹¹ Elaborado con base en "Protocolo de Monitoreo No. 15: Monitoreo de la Avifauna de San Andrés de la Cal en el Parque Nacional El Tepozteco en el estado de Morelos". SEMARNAT. CONANP.

<https://www.conanp.gob.mx/programas/pdf/Anexo%2020Protocolo%2015%20PN%20EI%20Tepozteco.pdf>

Transectos de búsqueda intensiva fauna terrestre (mastofauna y herpetofauna)

Es una técnica sencilla en la que se registran las especies, observando directamente al animal o mediante rastros (huellas, excretas, madrigueras, etc.). La búsqueda se realiza moviendo, rocas, troncos caídos o cualquier objeto que pueda servir como refugio de organismos, de igual forma se inspeccionan madrigueras y rascando entre los pastizales y hojarasca. Este método se utiliza con la finalidad de registrar todas las especies de herpetofauna (reptiles y anfibios) y mamíferos que logren ser observadas.

Al aplicar esta técnica el observador recorre un transecto lineal caminando y registrando los animales que se logren observar de manera directa y los rastros que se detecten deberán identificarse mediante guías de campo especializadas, se toman los datos necesarios y se continúa el recorrido.

Mamíferos

Esta metodología se realizó caminando a lo largo de los transectos establecidos previamente en busca de rastros (excretas y/o huellas) para los registros indirectos, o por observación directa del animal. Los recorridos los realizaron dos personas caminando lentamente observando a lo largo del transecto.

Debido a que los mamíferos son crepusculares, es decir, empiezan su actividad al atardecer, los recorridos se realizaron a partir de las 6:30 pm y terminaron a las 10 pm, considerando que andar por más tiempo en la zona supone algunos riesgos para el personal por cuestiones de inseguridad.

Herpetofauna

Al igual que para los mamíferos se utilizaron los transectos lineales establecidos previamente para llevar a cabo los recorridos, en los cuales dos personas caminaron lentamente en búsqueda de ejemplares en diferentes microhábitats. El registro de herpetofauna es por encuentro visual (directo) de acuerdo al método estandarizado para realizar inventarios de anfibios y reptiles por transecto propuesto por Lips et. Al. (2001).

Para ambos grupos faunísticos (mastofauna y herpetofauna) se recorrieron en total 1.10 km (1,100 m) en los sitios seleccionados de la RE y el AI, considerando estas zonas aptas para la observación de estos grupos. Los transectos se recorrieron durante 2 días por cada temporada (lluvias y secas).

Los recorridos se realizaron en los mismos transectos que los de mastofauna pero con horario de 8 am a 12 pm, evitando las horas con mayor insolación y durante los 4 días.

Número total de sitios muestreados; anfibios, reptiles y mamíferos

Para la fauna terrestre se emplearon transectos lineales de búsqueda intensiva. En la RE se establecieron 9 transectos lineales y 2 en el AI, tomando como punto de partida los puntos de conteo de aves, a partir de los cuales se recorrieron 100 m lineales entre punto y punto de conteo dentro de los estratos de las superficies muestreables (figuras IV.14 y IV.15).

Figura IV. 14.- Puntos de conteo y transectos lineales para el muestreo de fauna dentro de la RE

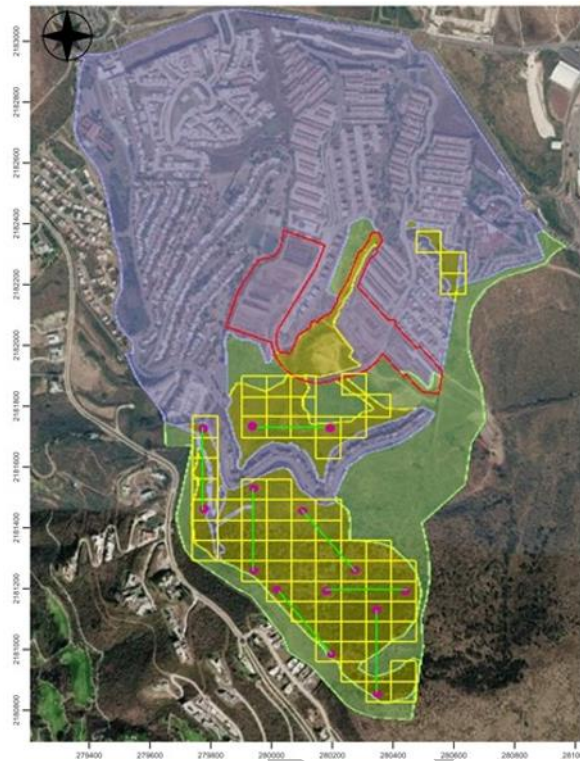


Figura IV. 15.- Puntos de conteo y transectos lineales para el muestreo de fauna dentro del AI



Resultados del muestreo

En las tablas IV.25 y IV.26 se presentan los listados obtenidos como resultado de los muestreos de fauna en la RE durante la temporada de lluvias y la temporada seca, respectivamente. En las tablas IV.27 y IV.28 se presentan los listados de los muestreos realizados en el AI, también de la temporada de lluvias y la temporada seca, respectivamente.

Tabla IV. 25.- Lista de fauna registrada durante el periodo de lluvias en la RE

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Núm. de individuos registrados en muestreos
Aves			
Trepadorcito americano	<i>Certhia americana</i>	No listada	3
Mascarita mico grueso	<i>Geothlypis poliocephala</i>	No listada	4
Sastrecillo	<i>Psaltirparus minimus</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	2
Saltapared cola larega	<i>Thryomanes bewickii</i>	Sujeta a protección especial (Pr)	2
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	No listada	81
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	No listada	14
Gorrión mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	No listada	110
Aura	<i>Cathartes aura</i>	No listada	12
Picogordo azul	<i>Passerina caerulea</i>	No listada	1
Bolsero cuculado	<i>Icterus cucullatus</i>	No listada	17
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	No listada	16
Chipe grande	<i>Icteria virens</i>	No listada	4
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	No listada	88
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	No listada	63
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	No listada	28
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	No listada	24
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	No listada	7
Colibrí pico ancho	<i>Cyananthus latirostris</i>	No listada	13
Carpintero mexicano	<i>Dryobates scalaris</i>	No listada	8
Reptiles			
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	No listada	20
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	No listada	36
Anfibios			
Sapo común	<i>Incilius occidentalis</i>	No listada	18
Mamíferos			
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	No listada	21
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	No listada	5
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	No listada	4
Ardilla gris mexicana	<i>Sciurus aureogaster</i>	No listada	15
Total			616

Tabla IV. 26.- Lista de fauna registrada durante el periodo de secas en la RE

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Aves			
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	No listada	46
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	No listada	38

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	No listada	18
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	No listada	2
Bolsero cuculado	<i>Icterus cucullatus</i>	No listada	22
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	No listada	34
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	No listada	17
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	No listada	21
Colibrí pico ancho	<i>Cynanthus latirostris</i>	No listada	6
Gorrión mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	No listada	32
Carpintero mexicano	<i>Dryobates scalaris</i>	No listada	8
Aura	<i>Cathartes aura</i>	No listada	24
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	No listada	14
Reptiles			
Abaniquillo pañuelo del Pacífico	<i>Anolis nebulosus</i>	No listada	2
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	No listada	28
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	No listada	41
Culebra chirrionera	<i>Masticophis mentovarius</i>	No listada	3
Mamíferos			
Ardilla gris mexicana	<i>Sciurus aureogaster</i>	No listada	26
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	No listada	33
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	No listada	12
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	No listada	18
Total			445

Tabla IV. 27.- Lista de fauna registrada durante el periodo de lluvias en el AI

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Aves			
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	No listada	35
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	No listada	4
Gorrión mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	No listada	43
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	No listada	21
Zopilote	<i>Cathartes aura</i>	No listada	8
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	No listada	5
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	No listada	13
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	No listada	4
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	No listada	31
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	No listada	3
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	No listada	4
Reptiles			
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	No listada	2

Lagartija espinosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	No listada	5
Mamíferos			
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	No listada	2
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	No listada	8
Total			188

Tabla IV. 28.- Lista de fauna registrada durante el periodo de secas en el AI

Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010	Individuos
Aves			
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	No listada	16
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	No listada	5
Gorrión mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	No listada	5
Aura	<i>Cathartes aura</i>	No listada	8
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	No listada	28
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	No listada	9
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	No listada	6
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	No listada	10
Reptiles			
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	No listada	4
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	No listada	7
Culebra chirrionera	<i>Masticophis mentovarius</i>	No listada	1
Mamíferos			
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	No listada	1
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	No listada	5
Total			105

Aves

Se obtuvieron un total de 497 registros durante el periodo de lluvias y 282 registros durante el periodo de secas para la RE y 171 registros durante las lluvias y 87 registros durante las secas en el AI. La especie más abundante para la RE fue el gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*) durante las lluvias y el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) durante las secas, en contraste la especie menos avistada fue el picogordo azul (*Passerina caerulea*) en el periodo de lluvias y el chipe coronado (*Setophaga coronata*) durante la época seca.

En el área de influencia también se registró al gorrión mexicano (*H. mexicanus*) como la especie más abundante durante el periodo de lluvias, pero durante la temporada de secas la paloma de alas blancas (*Z. asiática*) se registró como la especie más abundante.

Con los datos obtenidos en campo se calculó la abundancia relativa, la cual corresponde a la proporción de individuos de la especie una determinada especie (la especie *i*) respecto al total de individuos (ver gráficas IV.13 a IV.16)¹².

Gráfica IV. 13.- Abundancia relativa de aves durante el periodo de lluvias en la RE



Gráfica IV. 14.- Abundancia relativa de aves durante el periodo de secas en la RE



Gráfica IV. 15.- Abundancia relativa de aves durante el periodo de lluvias en el AI



¹² Cultid-Medina C, Escobar F, 2019. Pautas para la estimación y comparación estadística de la diversidad biológica (H'). en Moreno CE (Ed) *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Libermex, Ciudad de México, pp 175-202.

Gráfica IV. 16.- Abundancia relativa de aves durante el periodo de secas en el AI

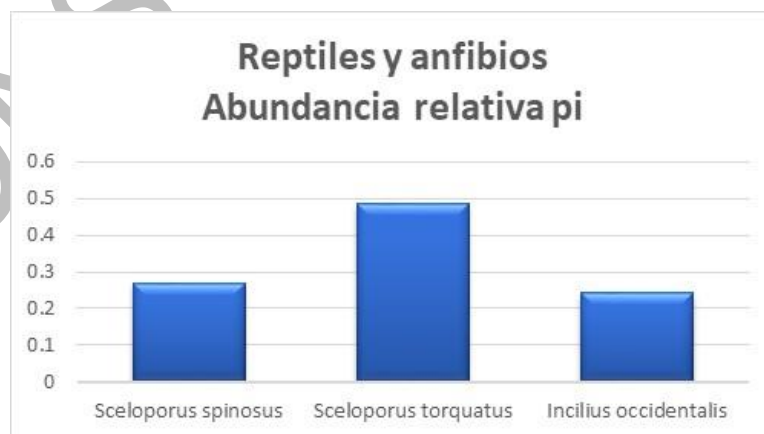


Todas las especies observadas durante los muestreos presentan una amplia distribución en el país, sin embargo, se observa que las tres especies más abundantes registradas (*Haemorrhous mexicanus*), zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y la paloma de alas blancas (*Zenaida asiatica*) en la RE y el AI, esto debido a que estas especies tienen una gran tolerancia, son generalistas y oportunistas, por lo que, se encuentran adaptadas a sitios perturbados.

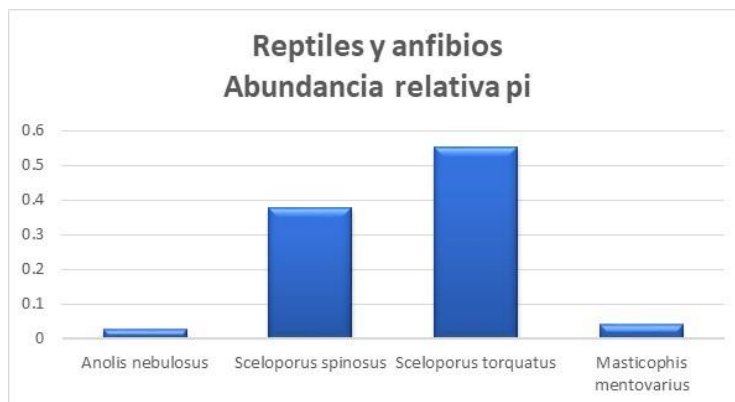
Herpetofauna (reptiles y anfibios)

En la RE se obtuvieron 74 registros durante el periodo de lluvias y 74 registros durante el periodo de secas y 7 registros durante las lluvias y 12 registros durante las secas en el AI. La especie más abundante para la RE y el AI fue la lagartija espinosa (*Sceloporus torquatus*) durante la temporada de lluvias y la época seca.

Gráfica IV. 17.- Abundancia relativa de herpetofauna durante el periodo de lluvias en la RE



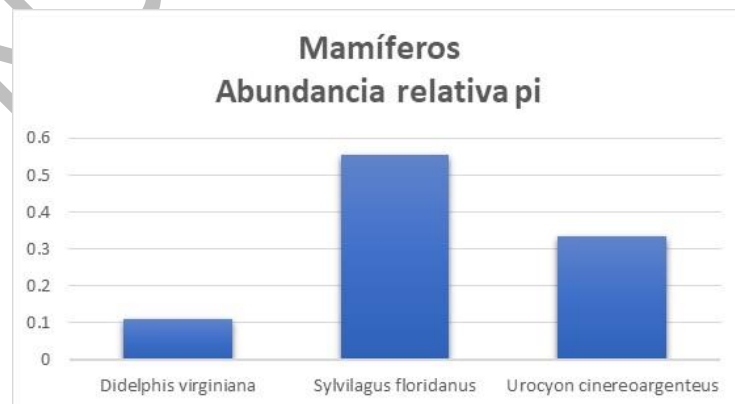
Gráfica IV. 18.- Abundancia relativa de herpetofauna durante el periodo de secas en la RE



Gráfica IV. 19.- Abundancia relativa de hepetofauna durante el periodo de lluvias en el AI



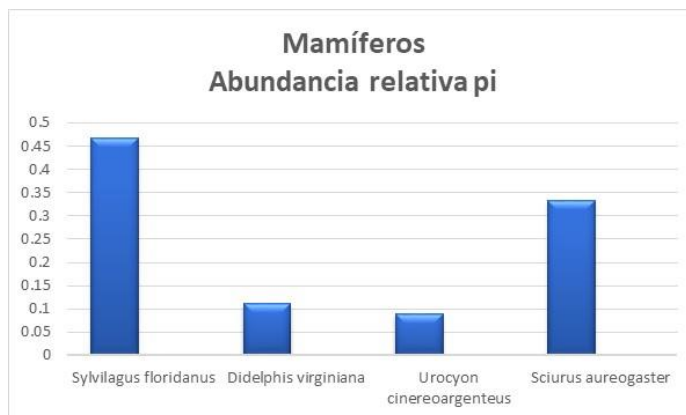
Gráfica IV. 20.- Abundancia relativa de herpetofauna durante el periodo de secas en el AI



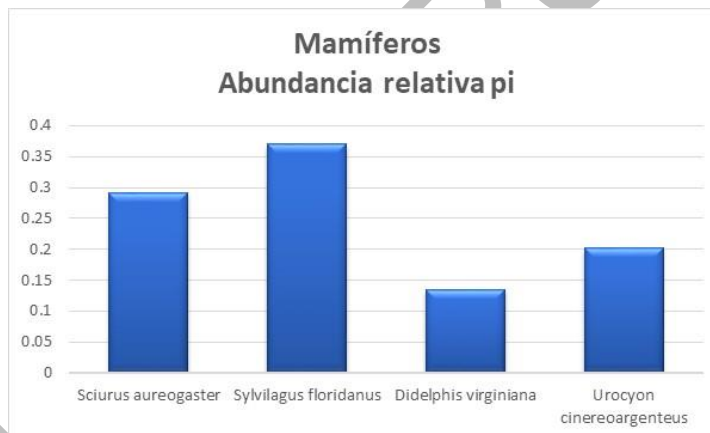
Mamíferos

Se obtuvieron 45 registros durante el periodo de lluvias y 89 durante el periodo de secas para la RE y 10 registros durante las lluvias y 6 registros durante las secas en el AI. La especie más abundante para la RE y el AI fue el conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*) durante la temporada de lluvias y la época seca.

Gráfica IV. 21.- Abundancia relativa de mamíferos durante el periodo de lluvias en la RE



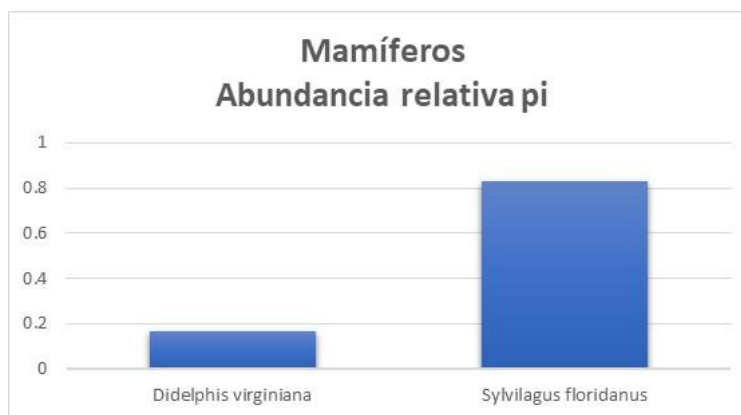
Gráfica IV. 22.- Abundancia relativa de mamíferos durante el periodo de secas en la RE



Gráfica IV. 23.- Abundancia relativa de mamíferos durante el periodo de lluvias en el AI



Gráfica IV. 24.- Abundancia relativa de mamíferos durante el periodo de secas en el AI



Resultados de biodiversidad

Aves

Región Ecológica

Durante la época de lluvias, la avifauna registró una riqueza de 19 especies, con un índice de Shannon (H') de 1.003, un índice de equidad de Pielou (J') de 0.784 y un índice de Simpson (D) de 0.133 (tabla IV.29). Estos valores indican una comunidad con diversidad baja y una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies registradas. Aunque algunas especies presentaron abundancias superiores, particularmente el gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), la tortolita cola larga (*Columbina inca*) y la paloma alas blancas (*Zenaida asiatica*), no se observó una dominancia extrema que limitara significativamente la diversidad del ecosistema.

Durante la época de secas la riqueza disminuyó a 13 especies; sin embargo, el índice de Shannon aumentó ligeramente ($H' = 1.035$), mientras que la equidad alcanzó un valor elevado ($J' = 0.929$) y el índice de Simpson disminuyó ($D = 0.103$) (tabla IV.30). Lo anterior indica que, aunque se registró un menor número de especies, las abundancias estuvieron distribuidas de manera más uniforme entre ellas, reflejando un ecosistema más equilibrado y con menor dominancia de especies particulares.

En conjunto, los resultados sugieren que la comunidad de aves de la Región Ecológica presenta una diversidad baja, característica de ambientes con pastizales y matorrales, donde coexisten especies generalistas y especies asociadas a distintos estratos de vegetación.

Tabla IV. 29.- Índices de diversidad para el grupo de Aves registradas en la RE (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Trepadorcito americano	<i>Certhia americana</i>	3	0.006036217	0.0134	0.0105	0.000036	1
Mascarita mico grueso	<i>Geothlypis poliocephala</i>	4	0.00804829	0.0169	0.0132	0.000065	1
Sastrecillo	<i>Psaltiriparus minimus</i>	2	0.004024145	0.0096	0.0075	0.000016	1
Saltpared cola larega	<i>Thryomanes bewickii</i>	2	0.004024145	0.0096	0.0075	0.000016	1
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	81	0.162977867	0.1284	0.1004	0.026562	1

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	14	0.028169014	0.0437	0.0341	0.000793	1
Gorrión mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	110	0.221327968	0.1450	0.1134	0.048986	1
Aura	<i>Cathartes aura</i>	12	0.024144869	0.0390	0.0305	0.000583	1
Picogordo azul	<i>Passerina caerulea</i>	1	0.002012072	0.0054	0.0042	0.000004	1
Bolsero cuculado	<i>Icterus cucullatus</i>	17	0.034205231	0.0501	0.0392	0.001170	1
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	16	0.032193159	0.0480	0.0376	0.001036	1
Chipe grande	<i>Icteria virens</i>	4	0.00804829	0.0169	0.0132	0.000065	1
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	88	0.177062374	0.1331	0.1041	0.031351	1
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	63	0.126760563	0.1137	0.0889	0.016068	1
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	28	0.056338028	0.0704	0.0550	0.003174	1
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	24	0.048289738	0.0636	0.0497	0.002332	1
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	7	0.014084507	0.0261	0.0204	0.000198	1
Colibrí pico ancho	<i>Cyananthus latirostris</i>	13	0.026156942	0.0414	0.0324	0.000684	1
Carpintero mexicano	<i>Dryobates scalaris</i>	8	0.016096579	0.0289	0.0226	0.000259	1
Total		497	1	1.0032	0.7845	0.133400	19

Tabla IV. 30.- Índices de diversidad para el grupo de Aves registradas en la RE (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	46	0.163120567	0.1285	0.1153	0.026608	1
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	38	0.134751773	0.1173	0.1053	0.018158	1
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	18	0.063829787	0.0763	0.0685	0.004074	1
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	2	0.007092199	0.0152	0.0137	0.000050	1
Bolsero cuculado	<i>Icterus cucullatus</i>	22	0.078014184	0.0864	0.0776	0.006086	1
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	34	0.120567376	0.1108	0.0994	0.014536	1
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	17	0.060283688	0.0735	0.0660	0.003634	1
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	21	0.074468085	0.0840	0.0754	0.005545	1
Colibrí pico ancho	<i>Cyananthus latirostris</i>	6	0.021276596	0.0356	0.0319	0.000453	1
Gorrión mexicano	<i>Haemorrhous mexicanus</i>	32	0.113475177	0.1072	0.0963	0.012877	1
Carpintero mexicano	<i>Dryobates scalaris</i>	8	0.028368794	0.0439	0.0394	0.000805	1
Aura	<i>Cathartes aura</i>	24	0.085106383	0.0911	0.0818	0.007243	1
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	14	0.04964539	0.0647	0.0581	0.002465	1
Total		282	1	1.0345	0.9287	0.102535	13

Área de Influencia

Durante la época de lluvias se registraron 11 especies de aves, obteniéndose un índice de Shannon de 0.875, una equidad de Pielou de 0.841 y un índice de Simpson de 0.164. Estos valores indican una diversidad baja y una distribución relativamente homogénea de los individuos, aunque con cierta dominancia ejercida por especies abundantes como el gorrión mexicano (*Haemorhous mexicanus*) y la tortolita cola larga (*Columbina inca*).

En la época de secas la riqueza disminuyó a ocho especies, registrándose $H' = 0.822$, $J' = 0.910$ y $D = 0.181$. La reducción en el número de especies registradas puede estar asociada tanto a la estacionalidad propia de los subhúmedos de la región, donde algunas especies reducen su actividad, modifican sus patrones de desplazamiento o utilizan otros sitios con mayor disponibilidad de recursos durante la temporada seca, como a las modificaciones recientes del hábitat derivadas del inicio de las actividades de urbanización de la cuarta etapa del desarrollo habitacional Cañadas del Bosque. Estas condiciones pudieron influir en la presencia y detectabilidad de algunas especies dentro del área de influencia. No obstante, el elevado valor del índice de equidad de Pielou indica que las especies registradas mantuvieron abundancias relativamente balanceadas, reflejando una comunidad con baja dominancia y una distribución homogénea de los individuos entre las especies presentes.

En conjunto, la avifauna del Área de Influencia muestra una comunidad estable dominada por especies ampliamente distribuidas y tolerantes a la perturbación, sin evidencias de una fuerte concentración de individuos en una sola especie.

Lo anterior es consistente con las características del área de influencia, la cual corresponde a una zona previamente modificada por actividades urbanas y donde predominan especies de fauna con alta capacidad de adaptación a ambientes antropizados.

Tabla IV. 31.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Aves registradas en el AI (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	35	0.20467836	0.14100867	0.13540394	0.04189323	1
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	4	0.02339181	0.03815055	0.03663417	0.00054718	1
Gorrión mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	43	0.25146199	0.15075842	0.14476616	0.06323313	1
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	21	0.12280702	0.11184978	0.10740404	0.01508156	1
Zopilote	<i>Cathartes aura</i>	8	0.04678363	0.06221783	0.05974483	0.00218871	1
Tirano gritón	<i>Tyrannus vociferans</i>	5	0.02923977	0.04485456	0.04307171	0.00085496	1
Papamoscas cardenalito	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	13	0.07602339	0.08507419	0.08169271	0.00577956	1
Chipe coronado	<i>Setophaga coronata</i>	4	0.02339181	0.03815055	0.03663417	0.00054718	1
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	31	0.18128655	0.13444834	0.12910437	0.03286481	1
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	3	0.01754386	0.03080482	0.02958041	0.00030779	1
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	4	0.02339181	0.03815055	0.03663417	0.00054718	1
Total		171	1	0.87546827	0.84067066	0.16384529	11

Tabla IV. 32.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Aves registradas en el AI (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Zanate mexicano	<i>Quiscalus mexicanus</i>	16	0.18390805	0.1352	0.1498	0.033822	1
Tortolita cola larga	<i>Columbina inca</i>	5	0.05747126	0.0713	0.0789	0.003303	1
Gorrión mexicano	<i>Haemorhous mexicanus</i>	5	0.05747126	0.0713	0.0789	0.003303	1
Aura	<i>Cathartes aura</i>	8	0.09195402	0.0953	0.1055	0.008456	1
Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	28	0.32183908	0.1585	0.1755	0.103580	1
Cenzontle norteño	<i>Mimus polyglottos</i>	9	0.10344828	0.1019	0.1129	0.010702	1
Luis bienteveo	<i>Pitangus sulphuratus</i>	6	0.06896552	0.0801	0.0887	0.004756	1
Tordo ojos rojos	<i>Molothrus aeneus</i>	10	0.11494253	0.1080	0.1196	0.013212	1
Total		87	1	0.8216	0.9098	0.181134	8

Herpetofauna (reptiles y anfibios)

Región Ecológica

La herpetofauna presentó durante la época de lluvias una riqueza de tres especies, con valores de $H' = 0.455$, $J' = 0.954$ y $D = 0.369$. Estos resultados indican una comunidad con baja riqueza específica, pero con una distribución muy uniforme de los individuos entre las especies registradas.

Durante la época de secas se mantuvo una riqueza similar (cuatro especies), registrándose $H' = 0.401$, $J' = 0.665$ y $D = 0.453$. La disminución de la equidad y el incremento de la dominancia sugieren que una de las especies presentó una mayor abundancia relativa respecto a las demás, probablemente como respuesta a las condiciones de mayor estrés hídrico propias de la temporada.

Los resultados son consistentes con comunidades herpetofaunísticas típicas de ambientes perturbados, donde generalmente se registran pocas especies, pero con abundancias relativamente equilibradas.

Tabla IV. 33.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Herpetofauna registrada en la RE (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	21	0.466666667	0.1545	0.1208	0.217778	1
Tlacuache norteño	<i>Didelphis virginiana</i>	5	0.111111111	0.1060	0.0829	0.012346	1
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	0.088888889	0.0934	0.0731	0.007901	1
Ardilla gris mexicana	<i>Sciurus aureogaster</i>	15	0.333333333	0.1590	0.1244	0.111111	1
Total		45	1	0.5130	0.4011	0.349136	4

Tabla IV. 34.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Herpetofauna registrados en la RE (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Abaniquillo pañuelo del Pacífico	<i>Anolis nebulosus</i>	2	0.027027027	0.0424	0.0380	0.000730	1
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	28	0.378378378	0.1597	0.1434	0.143170	1
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	41	0.554054054	0.1421	0.1276	0.306976	1
Culebra chirrionera	<i>Masticophis mentovarius</i>	3	0.040540541	0.0564	0.0507	0.001644	1
Total		74	1	0.4006	0.3596	0.452520	4

Área de influencia

Durante la época de lluvias se registraron dos especies, con $H' = 0.260$, $J' = 0.863$ y $D = 0.592$. La baja riqueza específica limita el valor de diversidad observado; sin embargo, la elevada equidad indica que ambas especies contribuyen de manera similar a la estructura de la comunidad.

En la época de secas se registraron tres especies, obteniéndose $H' = 0.386$, $J' = 0.808$ y $D = 0.458$. El incremento de la riqueza y la disminución de la dominancia sugieren una comunidad ligeramente más diversa respecto a la temporada de lluvias.

Los valores observados son congruentes con comunidades herpetofaunísticas de baja riqueza asociadas a ambientes sujetos a perturbación antrópica.

Tabla IV. 35.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Herpetofauna registrada en el AI (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	2	0.28571429	0.15544801	0.51638712	0.08163265	1
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	5	0.71428571	0.10437717	0.34673345	0.51020408	1
Total		7	1	0.25982518	0.86312057	0.59183673	2

Tabla IV. 36.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Herpetofauna registrada en el AI (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus spinosus</i>	4	0.33333333	0.1590	0.3333	0.111111	1
Culebra chirrionera	<i>Masticophis mentovarius</i>	1	0.08333333	0.0899	0.1885	0.006944	1
Lagartija espinosa	<i>Sceloporus torquatus</i>	7	0.58333333	0.1365	0.2862	0.340278	1
Total		12	1	0.3855	0.8080	0.458333	3

Mamíferos

Región Ecológica

Para los mamíferos se registraron cuatro especies durante la época de lluvias, obteniéndose $H' = 0.513$, $J' = 0.852$ y $D = 0.349$. Estos valores reflejan una diversidad baja, con una distribución relativamente homogénea de los individuos entre las especies detectadas.

Durante la época de secas se registraron cuatro especies, con $H' = 0.574$, $J' = 0.953$ y $D = 0.282$. Aunque la riqueza es igual en ambas temporadas esta sigue siendo baja pero con una elevada equidad, y la reducción de la dominancia. Todo ello indica una distribución uniforme de los registros entre las especies presentes.

En términos generales, la mastofauna registrada corresponde principalmente a especies generalistas adaptadas a ambientes modificados, lo cual es consistente con las características de la RE evaluada.

Tabla IV. 37.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Mamíferos registrados en la RE (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	21	0.466666667	0.1545	0.1208	0.217778	1
Tlacuache nortño	<i>Didelphis virginiana</i>	5	0.111111111	0.1060	0.0829	0.012346	1
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	4	0.088888889	0.0934	0.0731	0.007901	1
Ardilla gris mexicana	<i>Sciurus aureogaster</i>	15	0.333333333	0.1590	0.1244	0.111111	1
Total		45	1	0.5130	0.4011	0.349136	4

Tabla IV. 38.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Mamíferos registrados en la RE (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Ardilla gris mexicana	<i>Sciurus aureogaster</i>	26	0.292134831	0.1561	0.1402	0.085343	1
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	33	0.370786517	0.1598	0.1434	0.137483	1
Tlacuache nortño	<i>Didelphis virginiana</i>	12	0.134831461	0.1173	0.1053	0.018180	1
Zorra gris	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	18	0.202247191	0.1404	0.1260	0.040904	1
Total		89	1	0.5736	0.5149	0.281909	4

Área de influencia

La mastofauna registró dos especies durante la época de lluvias, con $H' = 0.217$, $J' = 0.722$ y $D = 0.680$. Estos valores reflejan una comunidad con baja diversidad y una marcada dominancia de una de las especies registradas, condición esperada en ambientes con alto grado de modificación antrópica y baja disponibilidad de hábitats adecuados para mamíferos silvestres.

Durante la época de secas también se registraron dos especies, con $H' = 0.196$, $J' = 0.650$ y $D = 0.722$. Estos resultados confirman que el Área de Influencia presenta una baja diversidad para el grupo de mamíferos, con una distribución poco equitativa entre las especies registradas y una mayor dominancia relativa del conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*).

La dominancia del conejo castellano puede explicarse por tratarse de una especie generalista, de amplia distribución y con capacidad de utilizar ambientes secundarios, bordes de vegetación, pastizales inducidos y zonas perturbadas. No obstante, debe considerarse que parte de los registros de mastofauna se obtuvieron mediante indicios indirectos, como excretas, huellas o rastros, por lo que la abundancia registrada podría no corresponder necesariamente a individuos distintos, sino a la presencia repetida de rastros de uno o pocos individuos utilizando el área.

Asimismo, durante el segundo muestreo ya se había registrado el ingreso de maquinaria y personal asociado al inicio de las actividades de urbanización de la cuarta etapa del desarrollo habitacional Cañadas del Bosque, lo cual pudo reducir la presencia, actividad o detectabilidad de otros mamíferos silvestres dentro del Área de Influencia. Bajo este contexto, los resultados sugieren que la mastofauna presente en el Área de Influencia está integrada principalmente por especies generalistas, tolerantes a la perturbación y con capacidad de desplazarse o utilizar temporalmente ambientes modificados.

Tabla IV. 39.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Mamíferos registrados en el AI (periodo de lluvias)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Tlacuache nortño	<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.2	0.139794	0.46438562	0.04	1
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	8	0.8	0.07752801	0.25754248	0.64	1
Total		10	1	0.21732201	0.72192809	0.68	2

Tabla IV. 40.- Resultados de los índices de diversidad para el grupo de Mamíferos registrados en el AI (periodo de secas)

Nombre común	Nombre científico	Individuos	Abundancia relativa p_i	Índice de Shannon H'	Índice de uniformidad J	Índice de Simpson D	No de especies
Tlacuache nortño	<i>Didelphis virginiana</i>	1	0.16666667	0.1297	0.4308	0.027778	1
Conejo castellano	<i>Sylvilagus floridanus</i>	5	0.83333333	0.0660	0.2192	0.694444	1
Total		6	1	1	0.1957	0.6500	0.722222

Los resultados obtenidos para la fauna silvestre indican que las aves constituyen el grupo con mayor riqueza y diversidad tanto en la Región Ecológica (RE) como en el Área de Influencia (AI), mientras que la herpetofauna y la mastofauna presentaron un menor número de especies registradas (ver gráficas IV.25 a IV.28). Este patrón es consistente con lo esperado en ambientes con distintos grados de perturbación antrópica, donde las aves suelen presentar una mayor capacidad de adaptación, movilidad y aprovechamiento de hábitats modificados.

Gráfica IV. 25.- Diversidad y riqueza de fauna en la RE (temporada de lluvias)



Gráfica IV. 26.- Diversidad y riqueza de fauna en la RE (temporada seca)



Gráfica IV. 27.- Diversidad y riqueza de fauna en el AI (temporada de lluvias)



Gráfica IV. 28.- Diversidad y riqueza de fauna en el AI (temporada seca)



La Región Ecológica presentó consistentemente una mayor riqueza específica respecto al Área de Influencia, lo que indica que los remanentes de vegetación nativa aún aportan heterogeneidad estructural y disponibilidad de recursos para la fauna silvestre. Sin embargo, debe considerarse que la RE se encuentra fuertemente modificada por las actividades humanas, ya que el 64.22 % de su superficie corresponde a asentamientos humanos, el 16.88 % a pastizal inducido altamente perturbado y únicamente el 18.90 % conserva remanentes de vegetación nativa.

Por su parte, el Área de Influencia corresponde a una zona completamente urbanizada, donde la cobertura vegetal natural ha sido sustituida prácticamente en su totalidad, situación que explica la menor riqueza específica registrada y el predominio de especies generalistas con elevada tolerancia a la presencia humana y a la modificación del hábitat. Asimismo, durante el segundo periodo de muestreo ya se habían iniciado las actividades de urbanización asociadas a la cuarta etapa del desarrollo habitacional Cañadas del Bosque, incluyendo el ingreso de maquinaria y personal, lo que pudo influir en la disminución de la actividad y detectabilidad de algunas especies.

Los valores del índice de equidad de Pielou registrados para varios de los grupos faunísticos indican que las especies presentes mantienen, en términos generales, una distribución relativamente homogénea de sus abundancias. No obstante, algunos grupos, particularmente la mastofauna, presentaron valores de dominancia más elevados, asociados principalmente al conejo castellano (*Sylvilagus floridanus*), especie generalista de amplia distribución, capaz de utilizar diversos tipos de cobertura vegetal y ambientes modificados, incluyendo áreas agrícolas, matorrales secundarios, pastizales y paisajes fragmentados. Su elevada plasticidad ecológica le permite persistir en ambientes sujetos a perturbación antrópica y aprovechar hábitats secundarios y zonas de transición¹³. Debe considerarse además que parte de los registros de mamíferos se obtuvieron mediante indicios indirectos, por lo que la abundancia relativa puede estar influida por la detección repetida de rastros pertenecientes a uno o pocos individuos.

¹³ Chapman, J.A., Hockman, J.G. y Ojeda C., M.M. 1980. *Sylvilagus floridanus*. Mammalian Species 136: 1–8

En conjunto, los resultados permiten concluir que las comunidades faunísticas presentes en la Región Ecológica y en el Área de Influencia corresponden a ambientes con un importante grado de transformación antrópica, reflejado en la reducción y fragmentación de la vegetación nativa, así como en la predominancia de especies generalistas y tolerantes a la perturbación. No obstante, los remanentes de vegetación presentes dentro de la Región Ecológica conservan una función ecológica relevante, al proporcionar refugio, sitios de alimentación, áreas de desplazamiento y recursos para diversas especies de fauna silvestre, contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad local dentro de una matriz predominantemente urbana y altamente modificada.

Durante el periodo de lluvias se registraron las especies *Psaltriparus minimus* (sastrecillo) y *Thryomanes bewickii* (saltapared cola larga), ambas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Protección Especial (Pr). No obstante, se considera que la construcción de la alcantarilla no ocasionará afectaciones sobre sus poblaciones locales.

Lo anterior se debe a que la obra se desarrollará en una superficie reducida y puntual, dentro de un entorno que presenta un alto grado de transformación antrópica. Adicionalmente, ambas especies corresponden a aves de amplia distribución regional, con elevada capacidad de desplazamiento y adaptación a ambientes perturbados y áreas con influencia humana.

Los remanentes de vegetación nativa presentes dentro de la Región Ecológica, así como las áreas conservadas adyacentes al sitio del proyecto, continuarán proporcionando sitios de refugio, alimentación y anidación para estas especies, por lo que las actividades asociadas a la construcción de la alcantarilla resultan en una afectación mínima en términos de disponibilidad de recursos.

En el área del proyecto no se detectó fauna terrestre durante los muestreos realizados, sin embargo, antes de realizar cualquier remoción de vegetación se propone realizar un recorrido de verificación para realizar el ahuyentamiento o en su caso el rescate de cualquier ejemplar mamífero, reptil o anfibio que pudiera encontrarse en el sitio y ser relocalizado en un sitio adecuado. Al realizar los recorridos previos a la elaboración de la MIA no se detectó ningún ejemplar que por sus características deba de ser rescatado.

Finalmente, cabe destacar que durante los muestreos No se encontraron especies de fauna acuática ni especies de interés cinético.

IV.3.8 Socioeconómico

Dinámica poblacional

La población del Municipio de Morelia de 1970 a 2020 ha crecido de 218,083 a 849,053 habitantes, aumentando casi tres veces su tamaño. El crecimiento y distribución de la población es predominantemente urbana: en 1985 sólo la ciudad de Morelia y Capula eran consideradas localidades urbanas, lo que indicaba un 85% de la población habitando áreas urbanas, mientras que para el año 2020 muchas localidades se han conurbado con la ciudad de Morelia y el desarrollo de grandes conjuntos habitacionales periféricos han aumentado este porcentaje a 95% de la población habitando áreas urbanas (INEGI, 2021c en Plan Municipal de Desarrollo, Morelia 2021-2024).

De acuerdo con la encuesta censal del INEGI en el municipio de Morelia para el año 2020 se tenía una población de 849,053 habitantes, de los cuales 407,545 (48%) son hombres y 441,508 (52%) mujeres. La población urbana oscila entre los 45,656 habitantes.

La distribución de edades se conforma de la siguiente manera: de 0 a 14 años se tienen 197,829 personas, de 15 a 34 años 286,131 habitantes, de 35 a 54 años 216,509 personas, del rango de 55 a 74 años 119,716 personas y de 75 años y más 28,868 personas

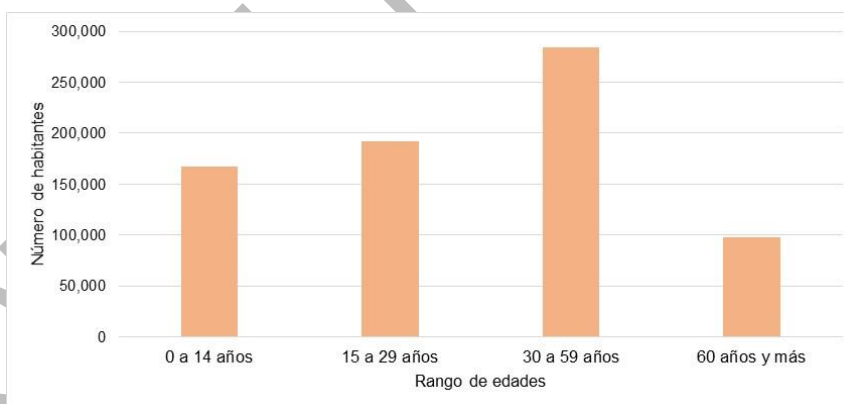
El municipio se encuentra integrado por 433 localidades, el 85.44% de su población se encuentra establecido en las localidades Morelia (81.93%), Morelos (1.86%), Villas del Pedregal (1.5%), Misión del Valle (1.19%) y La Aldea (0.84%). Otros conjuntos habitacionales con alta densidad poblacional son Villa Magna, Jardín de la Montaña, La Hacienda y Villas de la Loma.

Este fenómeno puede responder en parte a la concentración de oportunidades de desarrollo de las personas, servicios, equipamiento y empleo en la ciudad y su zona metropolitana, mientras que en las áreas rurales más alejadas que no se han incorporado al proceso metropolitano, estas condiciones no son tan favorables (Plan de Desarrollo Municipal, 2018-2021).

Estructura poblacional

De acuerdo con el Inventario Nacional de Vivienda (INEGI, 2020) en la localidad de Morelia se registraron 743,275 habitantes, de los cuales 388,114 fueron mujeres y 355,161 hombres, en la gráfica 1 se muestra el rango por sexo y edades, en donde podemos apreciar que la población de 30 a 59 años es la que domina en la ciudad.

Gráfica IV. 29.- Población por rango de edades



Fuente. Elaboración propia con información del INEGI, 2020.

Marginación

En cuanto a la marginación, el informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social de la Secretaría de Bienestar (2024) menciona que el municipio de Morelia tiene un grado de Marginación y de Rezago Social Muy Bajo, en donde la población en situación de pobreza asciende a 228,710 personas, la población vulnerable por carencia social es de 281,363 personas y la población vulnerable por ingresos es de 62,506 personas.

Del total de viviendas habitadas en el municipio, 2,449 (1.0%) tienen piso de tierra; 3,435 (1.4%) tienen techos de material endeble; 1,907 (0.8%) cuentan con muros de material endeble; con hacinamiento se cuantificaron 4,720 (1.9%); en cuanto a los servicios básico en las viviendas 38,471 (15.5%) no tienen acceso al agua; 2,992 (1.2%) están sin drenaje y 591 (0.2%) no tienen electricidad.

De acuerdo con los indicadores de carencias sociales en el municipio, existen 117,848 personas con algún rezago educativo; 278,621 personas carecen de accesos a los servicios de salud; 395,278 personas no tienen acceso a la seguridad social, en cuanto a los servicios básicos en la vivienda 42,172 personas carecen de ello y 123,894 carecen de una alimentación nutritiva y de calidad.

De acuerdo con los índices de marginación urbana con base en el Censo de Población y Vivienda del año 2020, el índice de marginación en el municipio de Morelia se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. 41.- Marginación 2020

Indicadores	Porcentaje (%)
% Población de 15 años o más analfabeta	2.80
% Población de 15 años o más sin educación básica	23.98
% Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado	0.28
% Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.14
% Ocupantes en vivienda sin agua entubada	2.89
% viviendas con algún nivel de hacinamiento	11.07
% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	2.31

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Morelia. 2021-2024, en la zona urbana de la ciudad la mayoría de las zonas periféricas son las que tienen los niveles y grados más altos de marginación, a continuación se mencionan algunas colonias: en la zona sur Colinas, Lomas, Praderas del Sur, así como Los Encinos y en las que están en los alrededores de la Tenencia Morelos; en la zona oriente Vicente Lombardo Toledo, Lomas de la Aldea; en la zona norte Lago, Solidaridad y alrededores de Torreón Nuevo, finalmente en la zona poniente en los alrededores de Ciudad Jardín.

Servicios públicos

Agua potable

De acuerdo con el IMPLAN (2022) para el abastecimiento, el OOAPAS cuenta con fuentes superficiales y subterráneas, de las que obtiene un gasto total de 2,695 litros por segundo (l/s). La que mayor gasto aporta es el manantial de La Mintzita con 970 l/s, que representa el 36% del volumen total producido en 2019. En cuanto a los pozos, se tienen 124 disponibles, de los cuales 107 operan y presentan profundidades promedio de 220 m. El gasto promedio por pozo en 2019 fue de 9 l/s, en un proceso constante de abatimiento de acuíferos que actualmente obliga a hacer perforaciones de hasta 500 m.

Otras fuentes importantes de extracción: son el manantial Salto La Higuera, que se ubica al suroeste de la ciudad de Morelia, del cual se extrae por bombeo un caudal de alrededor de 35 l/s; el manantial San Miguel, que es la fuente de abastecimiento más antigua de la ciudad y se ubica al sureste y un afloramiento en

ladera de montaña que se potabiliza antes de incorporarse a la red de distribución, aporta un caudal medio de 41 l/s; la presa Cointzio, opera desde 1952 y se localiza a 13 km al suroeste de la ciudad, con un caudal medio anual de 661 l/s, la toma y conducción son por gravedad, por un canal de mampostería hasta la planta potabilizadora Vista Bella, en su recorrido, el canal deriva 11.4 l/s hacia la planta potabilizadora Loma Larga.

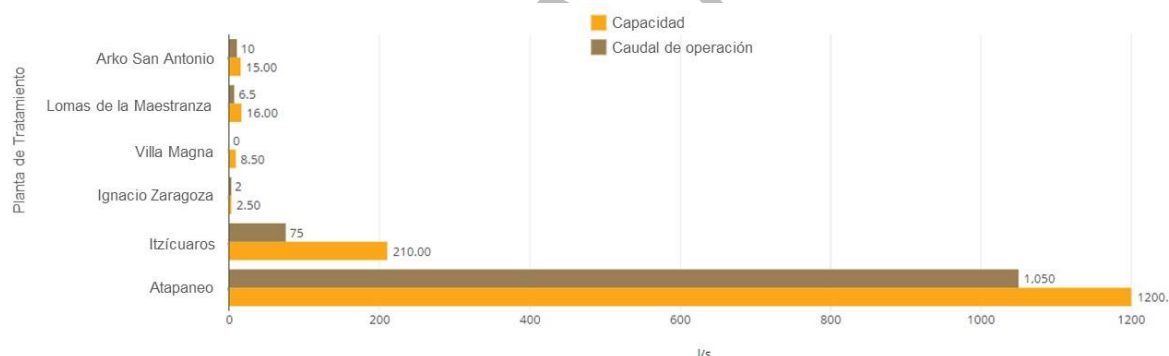
Ciudad Tres Marías cuenta con concesiones de agua autorizadas por CONAGUA y ha perforado pozos para abastecer agua a sus desarrollos proyectados, por lo que cuenta con su propia Junta Local Municipal para la operación y administración del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento denominada "JLAPAS", la cual se encarga del abastecimiento del agua potable de la zona.

Alcantarillado

La mayoría de la red (87%) consta de tuberías de entre 20 cm y 30 cm de diámetro y se compone de tubería de PVC y en menor medida de PEAD, aunque también hay áreas con material más antiguo de concreto hidráulico. El drenaje sanitario se realiza por gravedad, por lo que las actividades más importantes son las de mantenimiento, destacando las labores de desazolve para lo cual, el OOAPAS dispone de seis equipos hidroneumáticos tipo Vactor.

De acuerdo con información con el OOAPAS, en Morelia se tienen seis plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARs), con una capacidad instalada total de 1,452 l/s y un caudal tratado de 1,138 l/s.

Gráfica IV. 30.- Plantas potabilizadoras



Salud

La cobertura y oferta de servicios de salud pública y privada en la zona urbana de Morelia no muestra carencias ni complicaciones para los vecinos de la zona del proyecto. De acuerdo con los datos del Programa Municipal de Desarrollo (2018-2021), realizado por el H. Ayuntamiento de Morelia, se cuenta con 122 Unidades Médicas, de las cuales 32 están en el medio Rural y 190 en la ciudad de Morelia.

En cuanto a las Instituciones de Salud, se cuentan con 8 dependencias del IMSS; 11 IMSS-BIENESTAR; 2 ISSSTE; 20 Servicios Médicos Municipales (SMM), 1 Servicio Médico Estatal (SME); 142 Servicios Médicos Privados (SMP) y 55 Secretaría de Salud (SSA)

De acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo 251,732 personas no se encuentran afiliadas a ningún servicios y 546,041 personas están afiliadas a algún servicio de salud, distribuyéndose de la

siguiente manera: IMSS 360,444 personas, Instituto de Salud para el Bienestar 90,953 personas, ISSSTE 78,659 personas, Institución privada 13,516, ISSSTE Estatal 2,764 personas, otra institución 2,351, IMSS Bienestar 2,325 y PEMEX, Defensa Marina 2,271 personas.

Asistencia Social

El equipamiento de asistencia social está destinado a proporcionar a la población servicios dedicados al cuidado, alojamiento y alimentación, nutrición, higiene y salud, de futuras madres, lactantes, infantes, jóvenes hasta los 18 años, y ancianos. Se cuenta con 10 casas cuna/orfanatos; 11 albergues; 18 asilos; 113 guarderías; 13 centro de desarrollo comunitario y 13 comedores comunitarios.

Comunidades indígenas

Se consultó el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), para determinar las localidades o comunidades indígenas presentes o cercanas al proyecto y se observó que la comunidad indígena más cercana es la Pirinda ubicada a 9.27 km al suroeste del proyecto en la localidad de Jesús del monte y la tenencia de Santa María de Guido, sin embargo, estas comunidades fueron desintegradas a principios del siglo XX debido a que en 1856 se expidió la Ley desamortizadora, por la cual en los años subsecuentes se desintegró la unidad de la tierra y se despojó a los indígenas de sus propiedades¹⁴.

IV.3.9 Paisaje

Visibilidad

Durante la etapa de construcción serán visibles los materiales que se emplearán para la construcción del proyecto, el material de excavación y la maquinaria a utilizar en el mismo.

Durante la operación la vialidad y la alcantarilla formarán parte de la infraestructura de la cuarta etapa del desarrollo habitacional Cañadas del Bosque, por lo que se integrará al paisaje urbano.

Calidad paisajística

Debido a que la zona de proyecto se trata de una zona completamente urbanizada, el impacto visual durante la construcción tendrá un impacto poco significativo en la calidad del paisaje, ya que los habitantes están habituados a la infraestructura que se construirá.

Fragilidad visual

Para determinar la fragilidad se empleó la metodología de Yeoman (1986), que consiste en asignar puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes. Los puntajes se ingresan a la siguiente formula, la cual determinará la capacidad de absorción visual de paisaje (CAV).

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

¹⁴ Instituto de Investigaciones Históricas UNAM. Estudios de historia moderna y contemporánea de México. ISSN 0185-2620 e ISSN 2448-5004. <https://moderna.historicas.unam.mx/index.php/ehm/article/view/68837/69095>

Donde:

P = pendiente

E = erosionabilidad

R = potencial

D = diversidad de la vegetación

C = contraste de color

V = actuación humana

La escala de referencia para la estimación del CAV se muestra en la tabla IV.42.

Tabla IV. 42.- Escala

Escala
Bajo = < 15
Moderado = 15 - 30
Alto = > 30

En la tabla IV.43 se muestran los factores del paisaje de Yeomans determinantes de su CAV.

Tabla IV. 43.- factores del paisaje (Yeomans, 1986)

Factor	Condiciones	Puntajes	Calificación
Pendiente (P)	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1
	Inclinación suave (25-55%)	Moderado	2
	Poco inclinado (0-25%)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción alta, derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial	Bajo	1
	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial	Alto	3
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
	Potencial moderado	Moderado	2
	Potencial alto	Alto	3
Factor condiciones puntales diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
	Coníferas y reboles	Moderado	2
	Diversificada (mezcla de claros y bosques)	Alto	3
Actuación humana (C)	Casi imperceptible	Bajo	1
	Presencia moderada	Moderado	2
	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
	Contraste visual moderado	Moderado	2
	Contraste visual alto	Alto	3

Lo anterior se aplicó al proyecto, los resultados se muestran en la tabla IV.44.

Tabla IV. 44.- Factores del paisaje aplicados al proyecto (Yeomans, 1986)

Factor	Condiciones	Puntajes	Calificación
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25%)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial	Moderado	2
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Bajo	1
Factor condiciones puntales diversidad de vegetación (D)	Eriales, prados y matorrales	Bajo	1
Actuación humana (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Bajo	1
$CAV = 3 \times (2 + 1 + 1 + 3 + 1)$ $CAV = 24$			

Aplicando la formula el proyecto tiene una CAV moderada (24), lo que significa que la capacidad del paisaje en la zona de estudio puede acoger cambios sin que se produzcan alteraciones en su carácter visual.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

IV. 3 Análisis del grado de conservación o deterioro de la región ecológica

Para poder valorar el grado de conservación o deterioro de la RE se calculó el índice de integridad ecosistémica (IIE), el cual integra diferentes dimensiones bajo un sistema cuali-cuantitativo de evaluación. Este es una herramienta útil para evaluar varios aspectos de la funcionalidad del ecosistema. El IIE incluye cuatro componentes: estructura de la vegetación (EV), presencia de especies silvestres (ES), condición del suelo (SU) y perturbación antrópica (PA)¹⁵.

El valor global del índice se obtiene por la integración de los cuatro componentes mediante la siguiente fórmula:

$$\sum_{n=1}^n \frac{(Et_i + Esp_i + Su_i + PA_i)}{4}$$

Donde:

Et_i = puntuación asignada a estructura de vegetación

Esp_i = puntuación asignada a la presencia de especies

Su_i = puntuación del suelo

ZR_i = puntuación de la zona ribereña

¹⁵ Blumetto Oscar. Segunda sección. Capítulo 14. Índice de integridad Ecosistémica: hacia un análisis multidimensional de la integridad ecológica en sistemas productivos. Recopilación de aportes científicos y tecnológicos del INIA a las trayectorias agroecológicas. Editores García-Inza, Georgina Paula, Paruelo, José y Zoppolo Roberto. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/17113/1/Blumetto-O.-Capitulo-14.pdf

La ecuación únicamente integra los valores de las variables, por lo que se asignó una puntuación a cada uno de los componentes de la ecuación conforme a la información analizada en las secciones anteriores para cada componente, es decir:

Para la estructura de la vegetación (EV) se valoraron:

- Estratos presentes
- Continuidad
- Complejidad

Para especies silvestres (ES):

- Riqueza
- Diversidad
- Fauna registrada
- Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Para el componente suelo (SU):

- Compactación
- Remoción
- Erosión
- Alteración

Para perturbación antrópica (PA):

- Urbanización
- Vialidades
- Obras
- Tránsito humano

Se asignaron valores de calificación entre 0 y 1, donde:

Tabla IV. 45.- Valores asignados para calificar el estado de conservación de cada componente

IIE	Estado de conservación
0.00–0.20	Muy deteriorado
0.21–0.40	Deteriorado
0.41–0.60	Moderadamente conservado
0.61–0.80	Conservado
0.81–1.00	Alta integridad

Tabla IV. 46.- Índice de integridad ecosistémica

Unidad ambiental	Superficie ha	% RE	Estructura de vegetación (EV)	Especies silvestres (ES)	Suelo (SU)	Perturbación antrópica (PA)	IIE
Asentamientos humanos	131.66	64.22	0.05	0.1	0.1	0.05	0.08
Pastizal inducido	34.6	16.88	0.25	0.25	0.35	0.2	0.26
Matorral subtropical	38.74	18.9	0.65	0.6	0.55	0.55	0.59
IIE Total							0.2325

IV. 4 Diagnóstico integral de la situación de la región ecológica

Para determinar el grado de conservación o deterioro de la RE, se obtuvo el Índice de Integridad Ecológica adaptado a las condiciones del proyecto, considerando cuatro dimensiones ambientales: estructura de la vegetación, presencia de especies silvestres, condición del suelo y perturbación antrópica. Esta aproximación permite valorar de manera integrada el estado actual de la RE, considerando que no se trata de un ecosistema continuo y conservado, sino de una matriz heterogénea con distintos grados de transformación antrópica.

El análisis se realizó con base en la superficie ocupada por cada unidad de cobertura identificada en campo. De acuerdo con la caracterización realizada anteriormente, la RE ocupa una superficie total de 205 ha, de las cuales 131.66 ha corresponden a asentamientos humanos, 34.6 ha a pastizal inducido y 38.74 ha a matorral subtropical. Esto representa 64.22%, 16.88% y 18.90% de la superficie total de la RE, respectivamente (tabla IV.9).

Para cada unidad se asignaron valores de integridad entre 0 y 1, donde 0 representa una condición totalmente transformada y 1 una condición con alta integridad ecológica. Los valores se asignaron con base en los resultados de campo, la cobertura vegetal, la estructura de la vegetación, la presencia de flora y fauna silvestre, la condición del suelo, el grado de perturbación y la relación funcional con el cauce.

El valor global ponderado del Índice de Integridad Ecológica para la RE fue de 0.23 (tabla IV.46), lo que corresponde a una condición de integridad ecológica baja y, por tanto, a un grado alto de deterioro ambiental. Este resultado se explica principalmente por el predominio de asentamientos humanos, vialidades, infraestructura urbana y superficies previamente transformadas dentro de la RE.

La unidad con menor integridad ecológica corresponde a los asentamientos humanos, debido a la sustitución casi total de la cobertura vegetal natural, la compactación y modificación del suelo, la fragmentación del hábitat y la escasa funcionalidad ecológica para flora y fauna silvestre. El pastizal inducido presentó una integridad baja a media-baja, ya que corresponde a una cobertura secundaria derivada de perturbaciones previas, dominada por gramíneas y especies oportunistas, con baja complejidad estructural y limitada representatividad ecológica.

La unidad con mayor valor relativo fue el matorral subtropical, debido a que conserva elementos de vegetación nativa, estratos arbóreos, arbustivos y herbáceos, así como recursos de refugio, alimentación y desplazamiento para fauna silvestre. Sin embargo, su superficie representa únicamente el 18.90 % de la RE y se encuentra inmersa en una matriz urbana y perturbada, por lo que su funcionalidad ecológica está limitada por el aislamiento, la fragmentación y la presión antrópica circundante.

Los resultados son congruentes con la caracterización biótica realizada, en la cual se identificó que las comunidades faunísticas están integradas principalmente por especies generalistas y tolerantes a la perturbación; no obstante, los remanentes de vegetación nativa aún mantienen una función ecológica como sitios de refugio, alimentación y desplazamiento para fauna silvestre.

Por lo anterior, se concluye que la Región Ecológica presenta un estado de conservación bajo, con un grado de deterioro alto, derivado principalmente del avance urbano, la presencia de infraestructura habitacional, vialidades, áreas sin vegetación y pastizales inducidos. No obstante, los remanentes de matorral subtropical conservan valor ecológico local y deben considerarse como las unidades de mayor importancia ambiental dentro de la RE.

IV.5 Escenario futuro de la Región Ecológica

Una vez construido el proyecto, no se prevé una modificación sustancial del estado de conservación general de la Región Ecológica, debido a que se trata de una obra puntual, de superficie reducida y localizada dentro de un entorno previamente impactado. El Área de Influencia se encuentra asociada a la cuarta etapa del desarrollo habitacional Cañadas del Bosque, donde actualmente ya se realizan actividades de urbanización, ingreso de maquinaria, movimiento de personal y modificación del terreno.

El proyecto no representa la apertura de un nuevo frente de urbanización, sino una obra de infraestructura hidráulica y vial necesaria para dar continuidad a un desarrollo habitacional ya existente. Asimismo, el estudio hidrológico del proyecto determinó las características hidráulicas de la alcantarilla con base en el gasto de diseño y la simulación hidráulica del arroyo, proponiendo un cajón de concreto reforzado de 3.0 m por 1.35 m libres interiores, con acabado de mampostería en la plantilla para incrementar la rugosidad y reducir la velocidad del flujo.

En este escenario, los principales cambios ambientales se concentrarán en el sitio puntual de cruce y en la zona federal inmediata, sin que se espere una afectación significativa sobre la integridad ecológica regional. La vegetación nativa remanente dentro de la RE continuará cumpliendo funciones ecológicas locales, aunque dentro de una matriz predominantemente urbana y fragmentada.

Por lo tanto, el escenario futuro más probable corresponde a la permanencia de una Región Ecológica con baja integridad ecológica, donde los remanentes de matorral subtropical conservarán importancia local, mientras que el Área de Influencia tenderá a consolidarse como una zona urbana. Bajo este contexto, el proyecto no modificará de manera relevante la tendencia ambiental regional, siempre que se implementen las medidas de prevención, supervisión ambiental, manejo de residuos, rescate de fauna, control de sedimentos y protección del cauce durante la preparación y construcción del proyecto.

ESTUDIOS ESPECÍFICOS

IV. 6 Determinación del caudal ecológico, con base en la NMX-AA-159-SCFI-2012

La NMX-AA-159-SCFI-2012 establece el procedimiento para la determinación del caudal ecológico en cuencas hidrológicas en cuanto a cantidad, calidad y variación del gasto o de los niveles de agua reservada a preservar servicios ambientales.

La obra propuesta corresponde a una alcantarilla de concreto reforzado de 3.00 m de ancho, 19.98 m de longitud y 1.35 m de altura, que será construida dentro del cauce de un arroyo con un ancho aproximado de 3.00 m. Debido a que la sección hidráulica de la alcantarilla coincide con el ancho natural del cauce, y considerando que su diseño fue calculado para conducir el gasto de diseño sin modificar el régimen hidráulico del escurrimiento, no se prevé una alteración significativa en el comportamiento del flujo de agua.

Desde el punto de vista hidráulico, la alcantarilla funcionará como una obra de conducción puntual que permitirá el paso del escurrimiento superficial a través de una sección definida y estable. Al mantener una abertura hidráulica equivalente al ancho del arroyo, se evita una reducción sustancial de la sección de paso, por lo que no se espera un efecto de represamiento o incremento significativo del tirante aguas arriba. Asimismo, al tratarse de una obra de corta longitud, no se prevé una modificación relevante del perfil hidráulico longitudinal ni del patrón general de escurrimiento aguas abajo.

Durante la etapa de operación, el flujo se conducirá a través del cajón de concreto de manera controlada, conservando la continuidad hidráulica del cauce. En condiciones ordinarias, el agua podrá circular por la alcantarilla sin modificar de forma apreciable la dirección del escurrimiento. Durante eventos de lluvia, la estructura permitirá el paso del caudal de diseño, reduciendo el riesgo de obstrucción o desbordamiento local, siempre que se mantengan libres de residuos, azolve o material vegetal las zonas de entrada y salida.

Respecto al fondo del arroyo, el impacto principal ocurrirá durante la etapa de construcción, debido a la excavación, nivelación, colocación de plantilla, armado y colado de la losa de fondo de la alcantarilla. Estas actividades implicarán la sustitución puntual del sustrato natural del cauce por una superficie de concreto reforzado, por lo que el impacto sobre el fondo será directo, permanente y localizado en la superficie ocupada por la obra.

No obstante, la magnitud de dicho impacto se considera baja a moderada, debido a que la afectación se limitará exclusivamente al tramo de intervención de aproximadamente 19.98 m de longitud por 3.50 m de ancho, dentro de un cauce previamente impactado y asociado a un entorno urbano en proceso de consolidación. Además, al no modificarse el ancho funcional del arroyo ni el régimen hidráulico del flujo, no se prevén procesos significativos de erosión regresiva, socavación intensa o sedimentación anómala aguas arriba o aguas abajo de la estructura.

La construcción de una losa de fondo de concreto modificará localmente la rugosidad del cauce, ya que el concreto presenta una superficie más regular que el lecho natural. Sin embargo, debido a la corta longitud de la alcantarilla y a que el diseño hidráulico fue realizado para evitar alteraciones al régimen de flujo, dicha variación no representa un cambio significativo en la dinámica general del escurrimiento. Al contemplar un acabado rugoso, mampostería, dentellones, lavaderos o elementos de disipación en la entrada y salida, estos contribuirán a reducir la velocidad puntual del flujo y a evitar erosión localizada en las transiciones con el cauce natural.

Los impactos ambientales esperados se concentrarán principalmente durante la etapa de preparación y construcción, e incluirán remoción puntual del material del lecho, compactación temporal de áreas de maniobra, generación de sedimentos, suspensión temporal de partículas, ruido, emisiones por maquinaria y posible desplazamiento temporal de fauna de baja movilidad. Estos impactos serán de carácter local, temporal en su mayoría, reversibles en las áreas de maniobra y mitigables mediante supervisión ambiental, control de sedimentos, manejo adecuado de residuos, delimitación del área de trabajo y limpieza permanente del cauce.

Durante la etapa de operación, los impactos ambientales serán menores, ya que la alcantarilla permitirá mantener la continuidad hidráulica del arroyo y reducirá el riesgo de afectaciones por escurrimientos sobre la vialidad. El impacto residual principal será la permanencia de una sección artificializada del fondo del cauce; sin embargo, dada la superficie reducida de intervención, el grado de perturbación previo del sitio y la conservación de la capacidad hidráulica del arroyo, dicho impacto se considera puntual, permanente, de baja magnitud y sin efectos significativos sobre el funcionamiento hidrológico general de la Región Ecológica.

En conclusión, no se prevé una variación significativa del flujo en el arroyo como consecuencia de la construcción de la alcantarilla, ya que la obra fue dimensionada para conducir el escurrimiento sin alterar

el régimen hidráulico. El impacto sobre el fondo del cauce será directo y permanente únicamente en la superficie ocupada por la losa de concreto, pero de baja magnitud ambiental por tratarse de una obra puntual, de corta longitud y ubicada en un sitio previamente impactado. Con la implementación de medidas de prevención, control de sedimentos, limpieza del cauce y protección de las transiciones aguas arriba y aguas abajo, no se esperan afectaciones relevantes al comportamiento hidráulico ni al equilibrio ambiental del arroyo.

IV. 6 Estudio hidrológico

En el anexo IV.1 se adjunta el documento *Estudio hidrológico y análisis hidráulico para alcantarilla pluvial en la zona del fraccionamiento Cañadas, en Tres Marías. Morelia, Mich.*

El documento citado contiene un estudio hidrológico y el proyecto ejecutivo de la alcantarilla que se construirá en un tramo de la vialidad principal que une las diferentes etapas del fraccionamiento Cañadas del Bosque, con la finalidad de determinar el gasto de diseño del arroyo que cruza la vialidad principal del desarrollo Cañadas del Bosque y evaluar el comportamiento hidráulico del cauce en condiciones actuales y de proyecto.

IV. 6.1 Caracterización de la cuenca hidrológica

Para delimitar la microcuenca de captación se consideraron los parteaguas como los límites de captación, las curvas de nivel las corrientes o cuerpos de agua y el ancho del arroyo. Una vez definida la cuenca de captación se determinaron sus características fisiográficas principales, como: área de captación, longitud del cauce, desnivel, pendiente media (tabla IV.47).

Tabla IV. 47.- Características de la microcuenca hidrológica

A (km ²)	A (ha)	L (m)	ΔZ (m)	S	CN
0.387	38.66	900.84	150.77	0.14008	88.02

La microcuenca presenta una superficie aproximada de 0.387 km², una longitud del cauce de 900.84 m y una pendiente media de 0.14008 m/m.

IV. 6.2 Métodos a utilizar para el cálculo del gasto de diseño para un periodo de retorno determinado

El estudio hidrológico parte de un análisis estadístico con base en datos de la estación climatológica Morelia (16081) de la CNA con lo que se proyectaron los valores de precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno de 1,000 años, se contó con los resultados de los levantamientos topográficos que contienen la planta y secciones transversales del cauce.

De manera oficial, la Comisión Nacional del Agua estableció el uso de periodos de retorno de entre 250 y 1 000 años en zona urbana ocupada principalmente por viviendas, por lo que se decidió utilizar un periodo de retorno de 500 años dado que las plataformas de la manzana 31 se encuentra a una distancia no menor a los 7.50 m del espejo de agua esperado en el arroyo.

Se aplicaron los métodos de Lowry, Chow, Racional Americano e Hidrograma Unitario Triangular, para el periodo de retorno de 1 000 años.

Tabla IV. 48.- Gastos pico en la microcuenca para los distintos métodos aplicados y periodo de retorno de 1000 años

A km ²	L m	S	Gasto según método (l/s)			
			Lowry	Chow	Racional	HUT
0.387	900.84	0.14008	4 425	793	3 712	621

Los resultados obtenidos por el método de Chow y el HUT muestran que se encuentran dentro del mismo rango de magnitud, mientras que el método racional americano se obtuvo un valor superior cercano al de envolventes de Lowry (tabla IV.49). Considerando que el método de envolventes proporciona el gasto máximo probable de acuerdo a las características de toda la cuenca Lerma-Santiago, se determinó como más conveniente utilizar los resultados obtenidos por el método racional americano, ya que refleja de mejor manera el comportamiento de la cuenca.

Tabla IV. 49.- Resultados del gasto obtenido para cada método

Método	Gasto (L/s)	Gasto (m ³ /s)	Observación
Lowry	4425	4.43	Máximo probable
Chow	793	0.79	Subestimación
Racional	3712	3.71	Adoptado
HUT	621	0.62	Conservador

Debido a lo anterior se determinó conveniente utilizar los resultados obtenidos por el método racional americano, ya que refleja de mejor manera el comportamiento de la cuenca.

$$Q_{dis} = 3.712 \text{ m}^3/\text{s} (Tr = 1\ 000 \text{ años})$$

IV. 6.3 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración de la microcuenca se determinó a partir de sus características fisiográficas, tales como el área de aportación, la longitud del cauce principal, la pendiente media y las condiciones de cobertura del terreno. Este parámetro representa el tiempo requerido para que el escurrimiento generado en el punto más alejado de la cuenca alcance la sección de control ubicada en el sitio de la alcantarilla. El tiempo de concentración obtenido permitió definir la duración crítica de la tormenta y calcular la intensidad de lluvia correspondiente para la estimación del gasto de diseño mediante los métodos hidrológicos aplicados. Debido a las reducidas dimensiones de la microcuenca (0.387 km²) y a la pendiente media relativamente elevada, la respuesta hidrológica del sistema es rápida, produciéndose los gastos máximos durante eventos de lluvia de corta duración y alta intensidad.

IV. 7 Estudio hidráulico

El estudio hidráulico tuvo como finalidad evaluar el comportamiento del flujo dentro del cauce y verificar la capacidad de conducción de la alcantarilla propuesta. Para ello se realizó la modelación hidráulica del arroyo mediante el software HEC-RAS, utilizando la geometría obtenida a partir del levantamiento topográfico del cauce y las secciones transversales del cauce y el gasto de diseño de 3.712 m³/s. El análisis consideró las condiciones actuales del arroyo y las condiciones futuras con la incorporación de la obra.

IV. 7.1 Modelación hidráulica considerando el gasto de diseño

La modelación hidráulica se efectuó empleando el gasto de diseño seleccionado de 3.712 m³/s correspondiente a un periodo de retorno de 1 000 años. El modelo permitió simular el comportamiento del flujo en un tramo aproximado de 200 m aguas arriba y 200 m aguas abajo del sitio de cruce, evaluando los tirantes, velocidades y niveles del agua tanto en condiciones actuales como de proyecto. Considerando que el cauce tiene una sección irregular, sin vegetación en su cauce principal y con vegetación de poca altura en sus taludes, se utilizaron los siguientes valores para el factor de fricción de Manning:

$n = 0.035$ para cauce natural

$n = 0.026$ para sección de alcantarilla con mampostería

$n = 0.014$ para sección de alcantarilla de concreto

Los resultados obtenidos permitieron verificar que la sección hidráulica proyectada para la alcantarilla propuesta posee la capacidad suficiente para conducir el gasto de diseño sin generar desbordamientos ni incrementos significativos en los niveles de agua.

IV. 7.2 Datos considerados para la simulación en software

Para la simulación hidráulica se utilizaron las secciones transversales del cauce obtenidas mediante levantamiento topográfico, el perfil longitudinal del arroyo, la geometría propuesta de la alcantarilla, las pendientes del cauce y los coeficientes de rugosidad de Manning representativos de las condiciones del lecho y las márgenes. Asimismo, se incorporó el gasto de diseño calculado mediante el método racional americano y se establecieron las condiciones de frontera necesarias para la ejecución del modelo hidráulico en HEC-RAS.

IV. 7.3 Presentación de resultados gráficos y numéricos de las simulaciones, análisis, discusión y conclusiones de los resultados

Los resultados de la modelación muestran que la alcantarilla propuesta mantendrá la continuidad hidráulica del cauce y permite el tránsito del gasto de diseño sin provocar alteraciones significativas en el régimen del flujo. Los perfiles hidráulicos obtenidos indican que los niveles de agua permanecen confinados dentro del cauce y de la estructura, mientras que las velocidades y tirantes calculados son compatibles con las condiciones naturales del arroyo. De acuerdo con las simulaciones, no se presentarán efectos importantes

de represamiento aguas arriba ni procesos relevantes de erosión o socavación aguas abajo, por lo que la obra resulta hidráulicamente funcional.

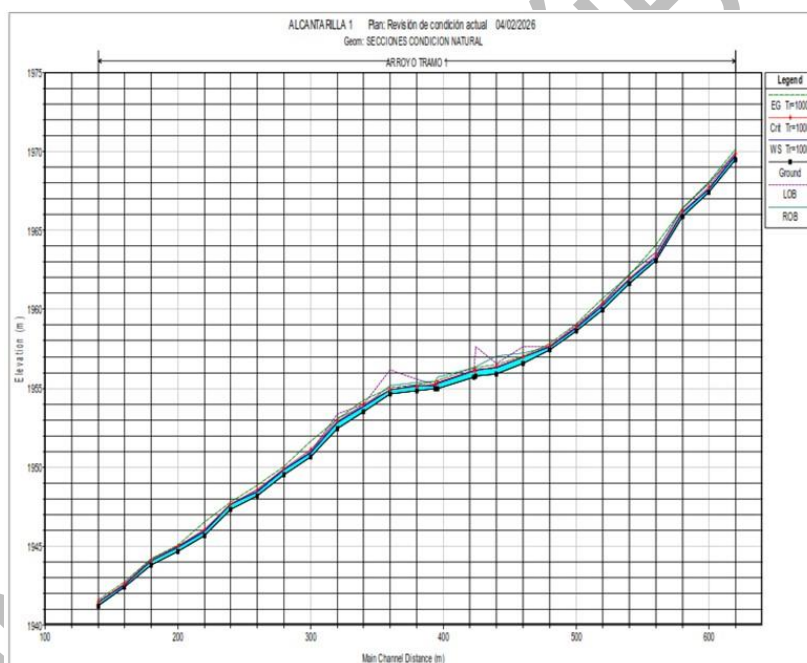
A continuación, se muestran los resultados principales tomados del estudio hidrológico que se incluye en el anexo IV.4.1.

Tabla IV. 50.- Resultados de la simulación hidráulica para la condición actual

Cadenamiento	Elevación plantilla m	Elevación SLA m	Tirante m	Área hidráulica m ²	Velocidad m/s	Pendiente m	Ancho SLA m	Número de Froude
0+160.00	1942.40	1942.55	0.15	2.02	1.84	0.06	20.91	1.89
0+140.00	1941.44	1941.44	0.21	2.25	1.65	13.87	13.89	1.31

NOTA: El sentido de los cadenamientos se incrementa de aguas abajo hacia aguas arriba

Figura IV. 16.- Perfil hidráulico para la condición actual



Simulación hidráulica del arroyo en condiciones del proyecto

Para la simulación del arroyo en condiciones del proyecto se partió de la misma información utilizada para la condición natural adicionando la correspondiente a la alcantarilla que se construirá en el cadenamiento 0+410, a partir del cual se obtuvo lo siguiente:

Figura IV. 17.-Perfil hidráulico para la condición de proyecto

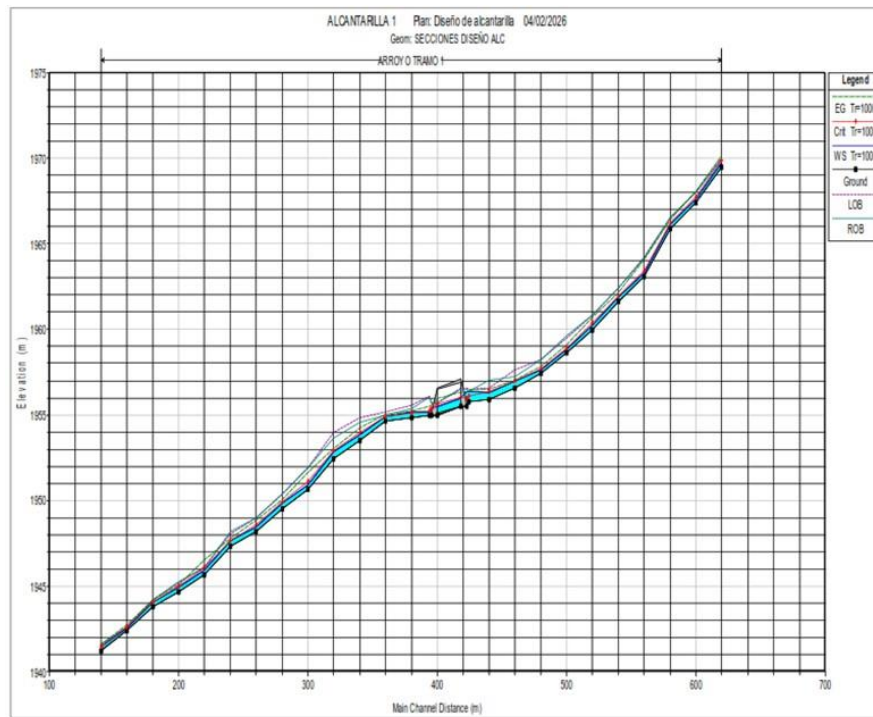


Figura IV. 18.- Sección hidráulica en la sección aguas arriba del cruce

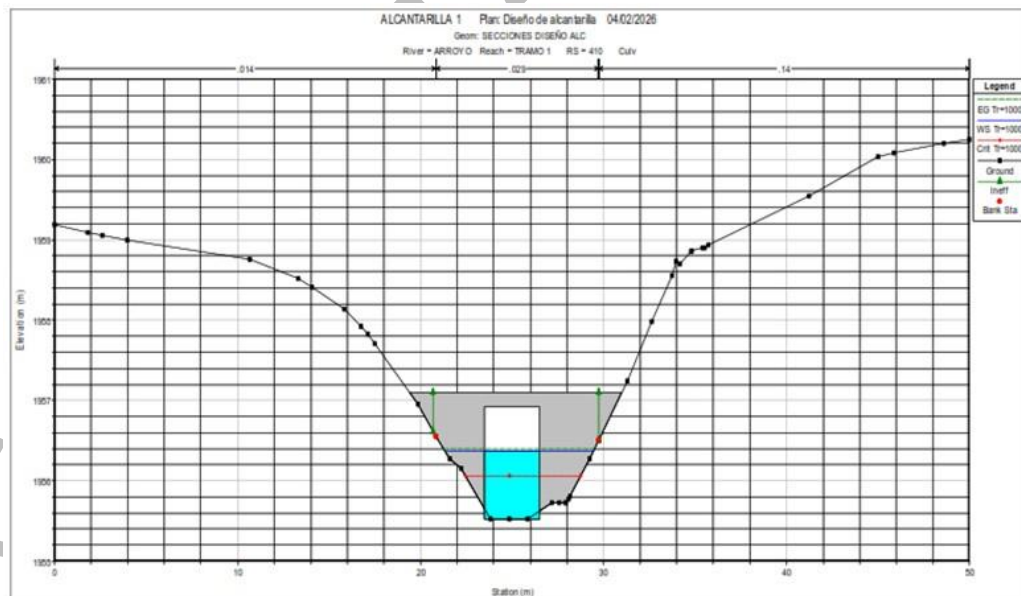
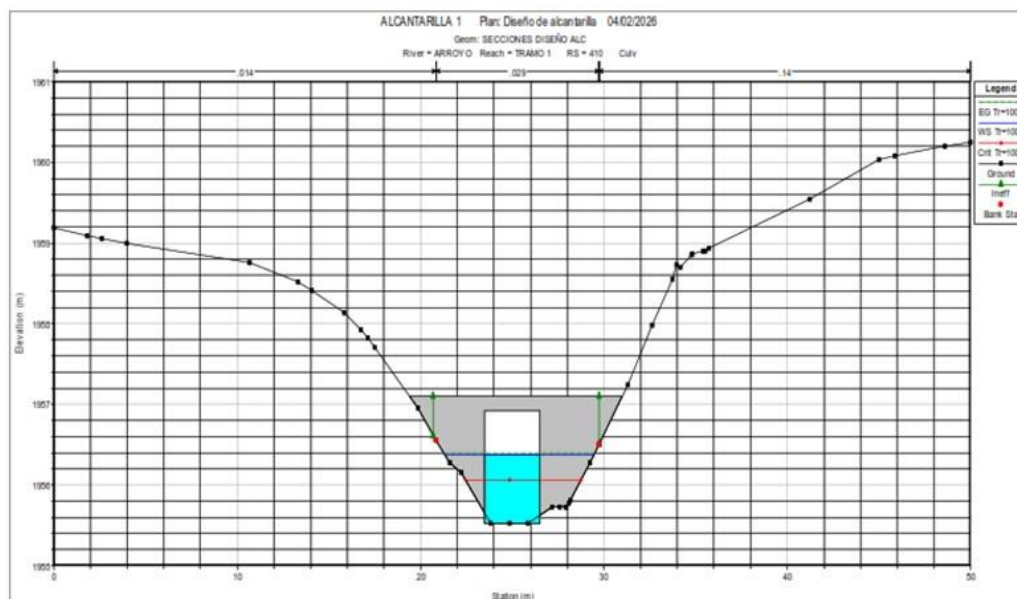


Figura IV. 19.- Sección hidráulica en la sección aguas abajo del cruce



A partir de las simulaciones realizadas se establecieron las características geométricas de la alcantarilla, entre las que se encuentran el ancho, altura y perfil y se determinó un tirante de agua en la sección natural aguas arriba de 0.85 m, mientras que en la sección natural aguas abajo es de 0.38 m.

Las características de la alcantarilla se determinaron a partir de diseño recomendado en el estudio hidrológico, que consisten en una alcantarilla abovedada de sección rectangular de concreto reforzado con $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, con espesores de muros y losas de 25 cm doblemente armadas de $\frac{1}{2}$ "; una longitud de 19.98 m, un ancho (interno) de 3 m y altura de 1.35 m. Con elevación de plantilla de 1,955.52 msnm y de salida de 1955.08 msnm, es decir que tendrá un desnivel de 0.42 m (pendiente de 2.6%).

En los portales de entrada y de salida se construirán aleros de mampostería con peralte variable en una longitud de 4.50 m.

La losa de fondo será recubierta con una capa de mampostería junteada con mortero, cemento-arena de 0.15 m de espesor con la finalidad de reducir la velocidad del flujo.

IV. 7.4 Conclusiones y recomendaciones sobre la viabilidad del desarrollo del proyecto

Los resultados del estudio hidrológico e hidráulico demuestran que la alcantarilla propuesta es técnicamente viable y cuenta con la capacidad suficiente para conducir el gasto de diseño considerado. La obra no modifica de manera significativa el comportamiento hidráulico del cauce ni incrementa el riesgo de inundación en las áreas aledañas. Debido a que la estructura se localiza dentro de un entorno previamente intervenido y asociado al desarrollo urbano de Cañadas del Bosque, los impactos sobre la dinámica del arroyo serán puntuales y de baja magnitud. Se recomienda mantener libres de azolve y residuos las zonas de entrada y salida de la alcantarilla.

IV. 8 Mecánica de suelos

Se adjunta en el anexo 4.2

IV. 9 Topografía

El levantamiento topográfico del área del proyecto permitió identificar las condiciones geomorfológicas y de escurrimiento superficial presentes en el sitio donde se proyecta la construcción del proyecto. El plano que se adjunta en el anexo 4.2) muestra la configuración del cauce natural, la zona federal asociada y el polígono de afectación permanente de la obra, el cual corresponde a una superficie de 323.76 m².

La topografía del sitio presenta una pendiente general con dirección hacia el cauce del arroyo, situación que favorece la concentración de los escurrimientos superficiales provenientes de las áreas adyacentes. Las curvas de nivel evidencian la existencia de una pequeña depresión natural asociada al cauce, la cual funciona como conducto preferencial para el drenaje pluvial.

El cauce presenta una orientación aproximada norte-sur y atraviesa de manera perpendicular la vialidad proyectada del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, lo que justifica la necesidad de construir una obra de cruce hidráulico que permita mantener la continuidad del flujo superficial y garantizar la conectividad vial.

El plano topográfico también identifica la dirección de los escurrimientos superficiales y la delimitación de la zona federal del arroyo, elementos que fueron considerados durante el diseño hidráulico de la alcantarilla. Asimismo, la disposición de las curvas de nivel indica que la obra se localiza en el punto natural de concentración de los escurrimientos, por lo que la estructura fue dimensionada para conservar las condiciones actuales de drenaje.

La superficie de afectación se concentra exclusivamente en el área requerida para la construcción de la alcantarilla, sin modificar el patrón general de escurrimiento de la microcuenca ni alterar la dirección natural del flujo. De esta manera, la información topográfica constituyó uno de los principales insumos para el análisis hidrológico e hidráulico del proyecto.

Por lo tanto, se concluye que la topografía del sitio es favorable para la instalación de la alcantarilla, ya que la obra aprovecha el eje natural del cauce y mantiene las condiciones hidráulicas existentes, minimizando los procesos de erosión, socavación y modificación del relieve. En el anexo 4.2--- se adjunta el plano topográfico del proyecto.

IV. 10 Estudio geológico

No se elaboró ni se adjunta un estudio geológico detallado debido a que éste aportaría información sobre la roca madre o estratos profundos que la alcantarilla simplemente no va a alterar ni a requerir para su estabilidad.

Para el proyecto que se plantea, las cargas transmitidas al terreno son relativamente bajas y se distribuyen en una huella muy específica. El estudio de mecánica de suelos proporciona los datos críticos necesarios para la construcción, que en este caso son la capacidad de carga del terreno, el cálculo de asentamientos, la estratigrafía superficial y la ubicación del nivel freático.

Para evaluar la vulnerabilidad del sitio ante fenómenos geodinámicos (sismicidad, fallamiento local) a una escala congruente con el tamaño de la obra, en el presente se integra un análisis de fallas y fracturas basado en el atlas de riesgos local.

IV. 11 Muestreos estadísticamente confiables de flora y fauna

Los muestreos de flora y fauna se describen en el apartado IV.3.7

IV. 12 Índices de diversidad

Los índices de diversidad se describen en el apartado IV.3.7

CONSULTA PÚBLICA

CAPÍTULO V y VI

V.1 Identificar, caracterizar, ponderar y evaluar los impactos ambientales

Nota: La tabla 24 Impactos ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación y/o compensación se encuentra en el apartado VI.3 de este documento.

El impacto ambiental se define como la alteración de la calidad del medio ambiente ocasionada por cualquier actividad humana (Garmendia S. Alfonso, et al 2006).

El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno. La alteración se mide por la diferencia entre la evolución en el tiempo que tendría el entorno en ausencia de la actividad causante y la que tiene en presencia de esta (Gómez Orea, D., 1999).

De forma muy similar, Alfonso Garmendia nos dice que *un impacto ambiental es la alteración de la calidad del medio ambiente producida por una actividad humana*, en donde es necesario tener en cuenta que no todas las variaciones medibles de un factor ambiental pueden ser consideradas como impactos ambientales, ante el riesgo de convertir la definición de impacto en un concepto totalmente inoperante para la evaluación del impacto ambiental, ya que habría que incluir las propias variaciones naturales producidas por las estaciones del año o por algunas perturbaciones cíclicas (incendios, terremotos, etc.) ¹⁶.

La evaluación de interacciones potenciales proyecto/ambiente es una actividad medular para el buen funcionamiento de un proyecto durante todas las fases de su ciclo de vida, ya que nos permite prever los cambios potenciales. De esta manera podremos proponer actividades denominadas mediante medidas de mitigación que eviten o reduzcan los problemas que pudieran surgir.

V.1.1 Identificación de impactos

La primera fase de todo proceso de evaluación de Impactos Ambientales, consiste en la identificación de las actividades del proyecto que conllevan impactos, así como los elementos del ambiente que potencialmente puedan ser afectados (Canter, 1977); este proceso se aplica a diversas metodologías, en este caso se aplicará la Matriz de Leopold que se describe en forma general a continuación.

La primera matriz de Leopold para evaluación de impacto ambiental data de 1971 y es resultado del trabajo de Leopold y colaboradores del Servicio Geológico de los Estados Unidos (Leopold et al, 1971). Las matrices son bidimensionales y no simétricas, en las que se enlistan las acciones propuestas del proyecto (columnas) y los componentes del sistema (filas). Los impactos son tipificados según su grado de severidad en categorías relativas. Dicha matriz fue desarrollada originalmente para proyectos de construcción (Canter, 1977). En ese primer esfuerzo de sistematizar el análisis de los impactos, los autores prepararon una lista de 100 acciones humanas que pueden causar impactos ambientales, y otra lista de 88 componentes ambientales que pueden ser afectados por las acciones humanas. Son por lo tanto 8,800 las interacciones posibles.

Para cada obra, los analistas deben seleccionar las acciones que se aplican al caso de estudio o crear, ellos mismos, su propia lista de estudios y aplicar el mismo procedimiento para los componentes ambientales. En una de las aplicaciones de Leopold y sus colaboradores, éstos aplicaron su método al

¹⁶ Garmendia S. Alfonso, et al 2006.

análisis de los impactos de una mina de fosfato y para eso seleccionaron nueve acciones y trece componentes ambientales: de las 121 interacciones posibles consideraron que, solamente, cuarenta eran pertinentes al proyecto que analizaron. Hoy en día hay innumerables variaciones de la matriz de Leopold que, en verdad poco tiene que ver con la original a no ser por la forma de presentación y de organización de las filas y columnas.

La aplicación de la metodología de Leopold para el proyecto denominado *“Ocupación de la zona federal y el cauce de un arroyo en el Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, Morelia, Michoacán”* contó con la participación de profesionales especialistas en los elementos ambientales evaluados y culminó en la identificación de impactos tanto para las etapas de preparación, construcción y operación; y tal cual cita la bibliografía especializada, este proceso consistió en una revisión detallada del proyecto en todos sus aspectos y del análisis de cada una de las actividades que lo comprenden, así como el impacto que éstas generan, en función del estado ambiental inicial o de referencia.

Posteriormente, los impactos identificados serán valorados mediante la metodología de Conesa (2003), considerando el grado de manifestación cualitativa de cada efecto para determinar su importancia ambiental.

La importancia del impacto es el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia y periodicidad.

A partir del conocimiento del proyecto, las acciones que se ejecutarán en las diferentes etapas, los equipos y materiales a utilizar, la concentración de personal, entre otros, se procedió a relacionarlos con los factores ambientales que determinarán el efecto de las acciones a ejecutar sobre ellos y de esta manera establecer los indicadores pertinentes que permitan evaluar ambientalmente el proyecto.

Se realizó un listado en el que se observa la existencia o ausencia de impactos y la interrelación existente con las actividades por desarrollar. Este listado se presenta en la Tabla V.4. A partir de esta tabla se evaluó la interacción existente entre las actividades por desarrollar y los factores ambientales analizados.

Para la identificación de impactos susceptibles de ocurrir, se subdividieron las etapas de preparación, construcción; operación y mantenimiento (tabla V.5).

V.1.2 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La evaluación del impacto ambiental es uno de los instrumentos de la política ambiental con aplicación específica e incidencia directa en las actividades productivas, que permite plantear opciones de desarrollo que sean compatibles con la preservación del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales. A lo largo de las dos últimas décadas ha logrado constituirse en una de las herramientas esenciales para prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente y a los recursos renovables del país y ha evolucionado con el propósito de garantizar un enfoque preventivo que ofrezca certeza pública acerca de la viabilidad ambiental de diversos proyectos de desarrollo.

Esta herramienta tiene sus bases jurídicas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, siendo dirigida a efectuar análisis detallados de proyectos de desarrollo y del sitio donde se

pretenden llevar a cabo, con el propósito de identificar y cuantificar los impactos ambientales que puede ocasionar su ejecución. De esta manera, es posible establecer la factibilidad ambiental del proyecto (análisis costo-beneficio ambiental) y, en su caso, determinar las condiciones para su ejecución y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que será necesario tomar para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente¹⁷.

Aunque este instrumento de la política ambiental es relativamente nuevo, ha sufrido constantemente modificaciones de índole técnica, administrativa, jurídica y conceptual. También ha ido cambiando en forma sustancial su importancia dentro del esquema general de protección de los recursos naturales de México, lo cual se refleja en la estructura de los organismos que han sido responsables de aplicarlo.

Para el proyecto se seleccionó la metodología de Vicente Conesa, mejor conocida como Matriz de Importancia, la cual combina tanto la identificación de los posibles impactos como la valoración cuantitativa de los mismos. Si bien ésta metodología parte del principio de los métodos matriciales Leopold (1977), Canter (1977), y Cheremisinoff y Morresi (1979) en donde se plasman las posibles interacciones del proyecto y el ambiente y se definen acciones que generan más de un impacto y los factores ambientales afectados por más de una acción, su selección se basó en que posee niveles de mayor confiabilidad al jerarquizar opiniones de expertos (Método Delphi) que en la mayoría de las metodologías antes mencionadas (subjetivas).

V.1.3 Caracterización de los impactos

Se dice que hay impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, una ley o una disposición administrativa con implicaciones ambientales.

Hay que hacer constar que el término impacto no implica exclusivamente negatividad, ya que éstos pueden ser positivos o negativos. El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado, tal y como se manifestaría como consecuencia de la realización del proyecto, y la situación del medio ambiente futuro tal y como habría evolucionado normalmente sin tal actuación, es decir, la alteración neta (positiva o negativa) resultante de una actuación.

Para el cálculo de los impactos se seleccionó la metodología de Vicente Conesa, mejor conocida como Matriz de Importancia, la cual nos permite tener una visión integral de la problemática ambiental, ya que se incluyen todas las acciones propias del proyecto y los factores ambientales que están involucrados.

V.1.4 Indicadores de impacto

El propósito de este apartado es establecer una lista de los indicadores de impacto ambiental que serán intervenidos por el proyecto en cualquiera de sus etapas. Para ser más explícitos, es preciso definir que

¹⁷ Recopilación INE La Evaluación del Impacto Ambiental. Logros y retos para el desarrollo sustentable 1994–2000.

de acuerdo al *Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje*¹⁸ una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es:

...un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio

El indicador de impacto puede medir la calidad ambiental de un factor del medio afectado, estos facilitan la información relativa al efecto (estado) de las acciones que un proyecto o actividad (presión) produce sobre los factores ambientales.

La clasificación de los indicadores de impacto ambiental puede estructurarse mediante un modelo, según el proceso causal, de presión, estado o respuesta. Este modelo considera tres tipos de indicadores:

- Indicadores de presión sobre los factores ambientales, tanto de presiones directas (quema, extracción de materias primas, consumos energéticos, etc.), como indirectas (construcción de autopistas, efecto barrera, biodiversidad). Estos indicadores reflejan las acciones debidas a proyectos y actividades en construcción, funcionamiento, incluyendo las medidas correctoras.
- Indicadores de estado de los factores ambientales, describiendo, midiendo, de ser posible, la calidad ambiental de cada uno de ellos.
- Indicadores de respuesta, que nos manifiestan los esfuerzos que, como consecuencia de lo anterior, se han llevado o se llevarán a cabo en términos de políticas ambientales y de recursos naturales, o sea en términos de medidas precautorias y correctoras.

De acuerdo con lo anterior en el marco de análisis para el proyecto *“Ocupación de la zona federal y el cauce de un arroyo en el Fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, Morelia, Michoacán”*, se seleccionaron los siguientes indicadores de impacto para cada uno de los factores ambientales potencialmente afectados.

Siendo que cada elemento del medio ambiente formará parte de grupos de factores ambientales; y los agentes de cambio, para nuestro caso, corresponderán a la cada una de las actividades desarrolladas en las etapas del proyecto.

Medio Biológico: Considera la afectación a especies de flora, derivado del retiro de 9 árboles puntualmente en el área donde se realizará el proyecto.

En cuanto a la fauna terrestre y aviar considera la abundancia, pérdida de hábitat y el desplazamiento de fauna ocasionado por el retiro de arbolado y las actividades de construcción del proyecto.

Atmósfera: Para la preparación y construcción encontramos dentro de este factor los indicadores de emisión de gases, partículas suspendidas, ruido y vibraciones, los cuales guardan estrecha relación con las actividades de construcción del Proyecto y con el tipo de maquinaria que se usará o una gestión inadecuada de residuos.

El ruido se relacionará directamente con el ambiente urbano, con las obras a ejecutar, el impacto hacia los hábitats y micro hábitats alterados, el equipo y maquinaria a utilizar y su relación dentro del sitio de generación como la afectación que pudiera ocasionar externo a éste.

¹⁸ RAMOS, A. (ed.), 1987. *Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje*. Espasa-Calpe. Madrid

Suelo: Durante las actividades de despalme, nivelación y excavaciones, se tendrán probables efectos negativos en este factor, principalmente por el riesgo de contaminación con alguno de los insumos, la generación de residuos y la presencia de maquinaria.

La modificación en la topografía (características geomorfológicas), por el trazo y nivelación del terreno.

El movimiento de tierras derivado de las actividades de despalme y excavaciones pueden ocasionar la pérdida de suelo (procesos de erosión).

Agua: Está representado por indicadores de remoción del material del lecho, sedimentación, calidad del agua subterránea y calidad del agua en cuerpos superficiales. Las excavaciones para la construcción de la alcantarilla, así como la nivelación, colocación de plantilla, armado y colado de la losa de fondo de la alcantarilla, ocasionará la remoción del material del lecho del arroyo y por lo tanto el arrastre de sedimentos, la probable contaminación al cuerpo de agua superficial y por tanto al agua subterránea. Sin embargo, durante la operación estos impactos serán mitigados y, como parte de las actividades de mantenimiento se realizará la limpieza de sedimentos y basura de la alcantarilla, con la finalidad de evitar que estos sean arrastrados aguas abajo del cauce del arroyo y evitar cualquier contaminación.

Percepción visual: Se evalúa en este factor la armonía visual y la naturalidad, directamente relacionados con la vista panorámica. Las obras se desarrollarán en un sitio de baja naturalidad y que presenta un valor paisajístico bajo, aunque presenta algunos elementos naturales el proyecto se desarrolla en un área urbanizada y actualmente se realizan las obras de urbanización para la cuarta etapa del fraccionamiento Cañadas del bosque, que en este sentido será afectando únicamente durante la preparación y construcción, debido a que una vez concluida la obra se integrará al entorno.

Socioeconomía: Empleo. La generación de empleo es la principal repercusión en este factor, influyendo directamente en la economía local, por el establecimiento de algunas actividades productivas de servicios para trabajadores o para la misma empresa.

V.1.4 Valoración de los impactos

La importancia del impacto es el ratio mediante el cual medimos cualitativamente el impacto ambiental, en función tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como extensión, tipo de efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad. A continuación, se detallan cada uno de los atributos considerados en la evaluación.

SIGNO (naturaleza) Define el carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados (ver tabla V.1).

INTENSIDAD (I) Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que se actúa, comprendido entre el rango 1 y 12 en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y el 1 una afección mínima.

EXTENSIÓN (EX) Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área respecto al entorno en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un

efecto muy localizado se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1) o si no admite una ubicación precisa teniendo una influencia muy generalizada en todo el impacto será total (8).

MOMENTO (MO) Es el plazo de manifestación del impacto o el tiempo que transcurre entre la aparición de la acción (t_0) y el comienzo del efecto (t_j) sobre el factor del medio considerado.

REVERSIBILIDAD (RV) se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deja de actuar sobre el medio.

PERSISTENCIA (PE) Es el tiempo que supuestamente 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 correctoras. Los momentos permanentes pueden ser reversibles o irreversibles y recuperables o irrecuperables, considerando la expresión mediante el cual el tiempo de permanencia teórico genérico del efecto, respondería a la expresión:

$$t_p = t_r - t_j$$

RECUPERABILIDAD (MC) Está referido 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.

SINERGIA (SI) Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.

ACUMULACIÓN (AC) Da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos el efecto se valora como (1).

EFFECTO (EF) Este atributo se refiere a la relación causa-efecto o sea a la forma de manifestación del efecto sobre el factor como consecuencia de una acción. El efecto puede ser primario o directo siendo en ese caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.

PERIODICIDAD (PR) Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente, de forma impredecibles en el tiempo (efecto regular) o constante en el tiempo.

IMPORTANCIA DEL IMPACTO (I) O en otras palabras la importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental, no debe confundirse con la importancia del factor ambiental afectado. El resultado se obtiene tras la aplicación de la siguiente fórmula: $I = \pm (3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$.

Los criterios para la calificación de cada atributo se muestran en la tabla V.1.

Tabla V. 1.- Criterios de calificación para atributos

NATURALEZA		INTENSIDAD (I) (Grado de Destrucción)	
- Impacto beneficioso	+ -	- Baja	1
- Impacto perjudicial	-	- Media	2
- Efectos cambiantes	x	- Alta	4
		- Muy alta	8
		- Total	12
EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia)		MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación)	
- Puntual	1	- Largo plazo (más de 5 años)	1
- Parcial	2	- Medio plazo (de 1 a 5 años)	2
- Extenso	4	- Inmediato (menos de 1 año)	4
- Total	8	- Crítico	(+4)
- Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto)		REVERSIBILIDAD (RV)	
- Fugaz (menos de 1 año)	1	- Corto plazo	1
- Temporal (de 1 a 10 años)	2	- Medio plazo	2
- Permanente (más de 10 años)	4	- Irreversible	4
SINERGIA (S) (Regularidad de la manifestación)		ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo)	
- Sin sinergismo (simple)	1	- Simple	1
- Sinérgico	2	- Acumulativo	4
- Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF) (Relación causa-efecto)		PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación)	
- Indirecto (secundario)	1	- Irregular o discontinuo	1
- Directo	4	- Periódico	2
		- Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medio humano)		IMPORTANCIA (I) $I = \pm 3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC$	
- Recuperable de manera inmediata	1	- Irrelevante	<25
- Recuperable a mediano plazo	2	- Moderado	25-50
- Mitigable o compensable	4	- Severo	50-75
- Irrecuperable	8	- Crítico	>75

De esta forma, la importancia toma valores entre 13 y 100. Los valores inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles. Los valores moderados presentan una importancia entre 25 – 50; los severos cuando la Importancia se encuentre entre el 50 y 75, y críticos cuando el valor sea superior a 75.

La modificación en las propiedades o características del elemento respecto a su condición inicial, fue considerada como significativa y constituyó la base de la identificación; también se consideró como significativa a las modificaciones que pudieran ejercerse sobre los elementos relacionados.

Las características del elemento modificadas por acción del impacto, fueron consideradas como indicadores de la condición ambiental y constituyeron el punto de referencia para el proceso de cualificación de los impactos.

La identificación de impactos se lleva a cabo bajo el criterio de la naturaleza de proyecto, considerando impactos positivos o negativos y demás atributos que permiten dilucidar la importancia de los impactos ambientales. El cálculo de la importancia de cada una de las intersecciones de la matriz de identificación actividad/ambiente toma en cuenta los demás parámetros.

Las acciones y actividades propuestas desde el apartado II serán la base del análisis de impacto, y consisten en la preparación, construcción, operación y mantenimiento, siendo posible agrupar diversas acciones con base en sus características y alcances:

1. Preparación:

--- Delimitación del terreno, colocación de señalética*

1.1 Retiro de arbolado

1.2 Limpieza manual y mecánica del sitio

1.3 Despalme

1.4 Trazo y Nivelación

2. Construcción:

2.1 Excavaciones

2.2 Colocación de plantilla de concreto

2.3 Construcción de obras complementarias

2.4 Instalación de acero

2.5 Rellenos

2.6 Limpieza y retiro de residuos

3. Operación y mantenimiento:

3.1 Limpieza de sedimentos y basura

3.2 Revisión estructural de los elementos de concreto

3.3 Mantenimiento de obras de protección hidráulica

3.4 Reparación de grietas o daños menores

3.5 Conservación de taludes y revestimientos

*Nota: La delimitación del terreno y colocación de señalética no generará impactos ambientales, por lo que esta actividad no se consideró en la valoración de impactos

De esta manera, el desglose de actividades se puede representar de manera condensada. Ver tabla V.2.

Tabla V. 2.- Actividades del proyecto por etapa

ETAPA	ACTIVIDADES	SIMBOLOGÍA
Preparación	1.1 Retiro de arbolado	PRE 1
	1.2 Limpieza manual y mecánica del sitio	PRE 2
	1.3 Despalme	
	1.4 Trazo y nivelación	PRE3
Construcción	2.1 Excavaciones	CON1
	2.2 Colocación de plantilla de concreto	CON2
	2.3 Construcción de obras complementarias	
	2.4 Instalación de acero	
	2.5 Rellenos	CON3
	2.6 Limpieza y retiro de residuos	
Operación y mantenimiento	3.1 Limpieza de sedimentos y basura	OPE1
	3.2 Revisión estructural de los elementos de concreto	
	3.3 Mantenimiento de obras de protección hidráulica	
	3.4 Reparación de grietas o daños menores	
	3.5 Conservación de taludes y revestimientos	

Tabla V. 3.- Indicadores

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	SIMBOLOGÍA
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1
		Partículas suspendidas	AT2
		Ruido y vibraciones	AT3
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1
		Procesos erosivos	SU2
		Contaminación	SU3
		Compactación	SU4
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1
		Sedimentación	AG2
		Calidad del agua superficial	AG3
		Calidad del agua subterránea	AG4
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1
	Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2
		Pérdida de hábitat	BIO3
		Desplazamiento	BIO4
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1
		Naturalidad	PA2
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1

Una vez determinados los indicadores, se evaluó el efecto de cada uno de los indicadores, para cada una de las actividades del proyecto.

Tabla V. 4.- Identificación de efectos

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	SIMBOLOGÍA	ACTIVIDAD						
			PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
			PRE1	PRE2	PRE3	CON1	CON2	CON3	OPE1
Físico	Atmósfera (aire)	AT1	X	X	X	X	X		
		AT2	X	X	X	X	X		
		AT3	X	X	X	X	X		
	Suelo	SU1		X	X	X			
		SU2	X	X	X	X			
		SU3	X	X	X	X	X	X	X
		SU4				X	X		
	Agua	AG1				X			
		AG2				X			X
		AG3	X		X	X	X	X	X
		AG4	X		X	X	X	X	
Biológico	Flora	BIO1	X						
	Fauna terrestre y aviar	BIO2	X						
		BIO3	X						
		BIO4	X						
Percepción visual	Paisaje	PA1	X	X	X	X	X	X	
		PA2	X	X	X	X	X	X	
Social	Económico	SOC1	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Elaboración propia

Tabla V. 5.- Naturaleza de efectos

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	TIPO DE IMPACTO	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
			PRE1	PRE2	PRE3	CON1	CON2	CON3	OPE1
Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	-1	-1	-1	-1		
	Partículas suspendidas	AT2	-1	-1	-1	-1	-1		
	Ruido y vibraciones	AT3	-1	-1	-1	-1	-1		
Suelo	Características geomorfológicas	SU1		-1	-1	-1			
	Procesos erosivos	SU2	-1	-1	-1	-1			
	Contaminación	SU3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	Compactación	SU4				-1	-1		
Agua	Remoción del material del lecho	AG1				-1			
	Sedimentación	AG2				-1			1
	Calidad del agua superficial	AG3	-1		-1	-1	-1	-1	1
	Calidad del agua subterránea	AG4	-1		-1	-1	-1	-1	
Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	-1						
Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2	-1						
	Pérdida de hábitat	BIO3	-1						
	Desplazamiento	BIO4	-1						
Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	Naturalidad	PA2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

El proceso de evaluación de los impactos se hizo sin considerar aun la aplicación de medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación que se proponen más adelante.

La matriz involucró 126 interacciones de las cuales 68 fueron impactos identificados mediante esta técnica. Los impactos negativos fueron 59 (86.76%) y 9 positivos (13.24%).

El 49.3% de los impactos en general se presentan en la etapa de preparación, el 43.5% en la etapa de construcción, y el 7.3% en la etapa operación y mantenimiento (ver tabla V.6).

Tabla V. 6.- Resumen de impactos por etapa

Tipo de impacto	Preparación			Construcción			Operación y Mantenimiento
	PRE1	PRE2	PRE3	CON1	CON2	CON3	OPE1
Impactos positivos	1	1	1	1	1	1	4
Impactos negativos	13	8	10	13	9	5	1
TOTAL	14	9	11	14	10	6	5
%	49.28			43.48			7.25

Referente a los impactos cuantificados por factor, el mayor número de ellos se presentan para el factor físico (66.2%), le sigue el factor paisaje con 17.6% y el factor social con 10.3% el cual se identifica como un impacto positivo.

Es importante destacar que el factor biológico es aparentemente en el que menos se incide (5.9%) debido a las características de la zona con un evidente impacto que antecede al proyecto. Lo anterior se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla V. 7.- Resumen de impactos por factor

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	TIPO DE IMPACTO	PRE1	PRE2	PRE3	CON1	CON2	CON3	OPE1	Negativos	Positivos	Total	Negativos	Positivos	Total	%
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	-1	-1	-1	-1			5		5	15	0	15	66.18
		Partículas suspendidas	AT2	-1	-1	-1	-1	-1			5		5				
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	-1	-1	-1	-1			5		5				
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1		-1	-1	-1				3		3	16	0	16	
		Procesos erosivos	SU2	-1	-1	-1	-1				4		4				
		Contaminación	SU3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	7		7				
		Compactación	SU4				-1	-1			2		2				
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1				-1				1		1	12	2	14	
		Sedimentación	AG2				-1				1	1	2				
		Calidad del agua superficial	AG3	-1		-1	-1	-1	-1	1	5	1	6				
Calidad del agua subterránea		AG4	-1		-1	-1	-1	-1		5		5					
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	-1							1		1	10	0	4	5.88
		Abundancia	BIO2	-1							1		1				
	Fauna terrestre y aviar	Pérdida de hábitat	BIO3	-1							1		1				
		Desplazamiento	BIO4	-1							1		1				
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	-1	-1	-1	-1	-1		6		6	12	0	12	17.65
		Naturalidad	PA2	-1	-1	-1	-1	-1	-1		6		6				
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	1	1	1	1	1		7	7	0	7	7	10.29

Como resultado del proceso de cualificación se generaron las matrices para la evaluación de impactos que se muestran en las tablas V.8 a V.14.

Tabla V. 8

PRE1		1.1 Retiro de arbolado													
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
		Partículas suspendidas	AT2	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	0											0
		Procesos erosivos	SU2	-1	1	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-22
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	0											0
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0
		Sedimentación	AG2	0											0
		Calidad del agua superficial	AG3	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
Calidad del agua subterránea		AG4	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20	
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	2	2	-28
		Abundancia	BIO2	-1	1	1	4	2	1	1	1	1	2	2	-19
	Fauna terrestre y aviar	Pérdida de hábitat	BIO3	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
		Desplazamiento	BIO4	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	2	-17
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
		Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 9

PRE2		1.2 Limpieza manual y mecánica del sitio1.3 Despalme													
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
		Partículas suspendidas	AT2	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	-1	2	1	4	4	1	1	1	1	2	1	-23
		Procesos erosivos	SU2	-1	1	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-22
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	0											0
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0
		Sedimentación	AG2	0											0
		Calidad del agua superficial	AG3	0											0
		Calidad del agua subterránea	AG4	0											0
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0										0	
		Abundancia	BIO2	0										0	
	Fauna terrestre y aviar	Pérdida de hábitat	BIO3	0										0	
		Desplazamiento	BIO4	0										0	
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
		Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 10

PRE3		1.4 Trazo y nivelación													
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
		Partículas suspendidas	AT2	-1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-19
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	-1	2	1	4	4	1	1	1	1	2	1	-23
		Procesos erosivos	SU2	-1	1	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-22
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	0											0
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0
		Sedimentación	AG2	0											0
		Calidad del agua superficial	AG3	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
		Calidad del agua subterránea	AG4	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0											0
	Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2	0											0
		Pérdida de hábitat	BIO3	0											0
		Desplazamiento	BIO4	0											0
		Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Percepción visual	Paisaje	Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 11

CON1		2.1 Excavaciones													
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
		Partículas suspendidas	AT2	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	-1	2	1	4	4	1	1	1	4	2	1	-26
		Procesos erosivos	SU2	-1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	2	-25
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	-1	2	1	4	1	2	1	1	4	4	2	-27
		Sedimentación	AG2	-1	2	2	4	1	2	1	1	4	2	2	-27
		Calidad del agua superficial	AG3	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
		Calidad del agua subterránea	AG4	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0											0
	Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2	0											0
		Pérdida de hábitat	BIO3	0											0
		Desplazamiento	BIO4	0											0
		Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Percepción visual	Paisaje	Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 12

CON2				2.2 Colocación de plantilla de concreto2.3 Construcción de obras complementarias2.4 Instalación de acero											
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
		Partículas suspendidas	AT2	-1	2	1	4	1	1	1	1	4	1	1	-22
		Ruido y vibraciones	AT3	-1	1	1	4	2	1	1	1	4	1	1	-20
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	0											0
		Procesos erosivos	SU2	0											0
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	-1	2	1	4	4	2	1	1	4	4	2	-30
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0
		Sedimentación	AG2	0											0
		Calidad del agua superficial	AG3	-1	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	-26
		Calidad del agua subterránea	AG4	-1	2	1	4	2	2	1	1	4	2	2	-26
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0											0
	Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2	0											0
		Pérdida de hábitat	BIO3	0											0
		Desplazamiento	BIO4	0											0
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
		Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 13

CON3				2.5 Rellenos2.6 Limpieza y retiro de residuos											
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	0											0
		Partículas suspendidas	AT2	0											0
		Ruido y vibraciones	AT3	0											0
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	0											0
		Procesos erosivos	SU2	0											0
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16
		Compactación	SU4	0											0
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0
		Sedimentación	AG2	0											0
		Calidad del agua superficial	AG3	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
		Calidad del agua subterránea	AG4	-1	1	1	4	2	2	1	1	1	2	2	-20
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0											0
	Fauna terrestre y aviar	Abundancia	BIO2	0											0
		Pérdida de hábitat	BIO3	0											0
		Desplazamiento	BIO4	0											0
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
		Naturalidad	PA2	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	2	2	-18
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	2	4	2	1	1	1	4	2	1	23

Tabla V. 14

OPE1				3.1 Limpieza de sedimentos y basura3.2 Revisión estructural de los elementos de concreto3.3 Mantenimiento de obras de protección hidráulica3.4 Reparación de grietas o daños mer												
MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR		Naturaleza	Intensidad (I)	Extensión (EX)	Momento (MO)	Persistencia (PE)	Reversibilidad (RV)	Sinergia (SI)	Acumulación (AC)	Efecto (EF)	Periodicidad (PR)	Recuperabilidad (MC)	Importancia	
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	0											0	
		Partículas suspendidas	AT2	0											0	
		Ruido y vibraciones	AT3	0											0	
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	0											0	
		Procesos erosivos	SU2	0											0	
		Contaminación	SU3	-1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	-16	
		Compactación	SU4	0											0	
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0											0	
		Sedimentación	AG2	1	2	2	4	2	1	1	1	1	4	1	1	25
		Calidad del agua superficial	AG3	1	2	1	4	2	1	1	1	1	4	2	2	25
Calidad del agua subterránea		AG4	0												0	
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	0											0	
		Abundancia	BIO2	0											0	
	Fauna terrestre y aviar	Pérdida de hábitat	BIO3	0											0	
		Desplazamiento	BIO4	0											0	
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	0											0	
		Naturalidad	PA2	0											0	
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	1	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19	

Tabla V. 15

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	FACTOR AMBIENTAL	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	IMPACTOS POSITIVOS	IMPACTOS NEGATIVOS			
				PRE1	PRE2	PRE3	CON1	CON2	CON3			Compatible	Moderado	Severo	Critico
												<25	25-50	50-75	>75
Físico	Atmósfera (aire)	Generación de gases	AT1	-20	-20	-20	-20	-20	0	0	0	5	0	0	0
		Partículas suspendidas	AT2	-19	-19	-19	-22	-22	0	0	0	5	0	0	0
		Ruido y vibraciones	AT3	-20	-20	-20	-20	-20	0	0	0	5	0	0	0
	Suelo	Características geomorfológicas	SU1	0	-23	-23	-26	0	0	0	0	2	1	0	0
		Procesos erosivos	SU2	-22	-22	-22	-25	0	0	0	0	3	1	0	0
		Contaminación	SU3	-16	-16	-16	-16	-16	-16	-16	0	7	0	0	0
		Compactación	SU4	0	0	0	-16	-30	0	0	0	1	1	0	0
	Agua	Remoción del material del lecho	AG1	0	0	0	-27	0	0	0	0	1	0	0	0
		Sedimentación	AG2	0	0	0	-27	0	0	25	1	1	0	0	0
		Calidad del agua superficial	AG3	-20	0	-20	-20	-26	-20	25	1	4	1	0	0
		Calidad del agua subterránea	AG4	-20	0	-20	-20	-26	-20	0	0	4	1	0	0
Biológico	Flora	Afectación a especies de flora	BIO1	-26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		Abundancia	BIO3	-19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Fauna terrestre y aviar	Pérdida de hábitat	BIO4	-20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		Desplazamiento	BIO5	-17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Percepción visual	Paisaje	Armonía visual	PA1	-18	-18	-18	-18	-18	-18	0	0	6	0	0	0
		Naturalidad	PA2	-18	-18	-18	-18	-18	-18	0	0	6	0	0	0
Social	Económico	Generación de empleos	SOC1	23	23	23	23	23	23	19	7	0	0	0	0
Total											9	53	6	0	0

De acuerdo con la tabla V.15 podemos observar que los factores suelo, agua y flora son los más trascendentes respecto a la detección de impactos durante la preparación y construcción.

En el factor atmósfera se observan valores compatibles por el uso de vehículos o maquinaria y equipo de combustión interna. Los valores compatibles en este factor se deben a que las emisiones de los vehículos y equipo de construcción se clasifican con intensidad y extensión bajo, persistencia fugaz y temporal, reversibles y recuperables.

Para el factor suelo se detectaron impactos compatibles y moderados, debido a que el suelo ya se encuentra sumamente impactado por las actividades de urbanización. Uno de los indicadores más recurrentes es la probable contaminación por el uso de maquinaria (derrames de aceites y lubricantes), este impacto también afecta al factor agua, ya que la alcantarilla será construida dentro del cauce de un arroyo. Durante la operación se encontró un impacto negativo ya que se generarán residuos por la limpieza de sedimentos y basura que se retire durante el mantenimiento que se realizará a las obras del proyecto con el probable riesgo de contaminación de suelo y agua (se valora en suelo).

Se estima que cualquier contaminación al suelo es de baja intensidad, extensión y efecto. El grado de importancia de este factor no se incrementa en la operación debido a que el mantenimiento se realizará de forma puntual y periódica.

Debido a la topografía del sitio y tipo de obra, se realizarán actividades de despalme, nivelación del terreno y excavaciones que pudieran incidir o afectar la geomorfología (indicador SU1).

Factor agua; el impacto principal a este factor ocurrirá durante la etapa de construcción, debido a la excavación, nivelación, colocación de plantilla, armado y colado de la losa de fondo de la alcantarilla. Estas actividades implicarán la sustitución puntual del sustrato natural del cauce por una superficie de concreto reforzado, por lo que el impacto sobre el fondo será directo, permanente y localizado en la superficie ocupada por la obra. Los impactos ambientales esperados se concentrarán principalmente durante la etapa de preparación y construcción, e incluirán remoción puntual del material del lecho, generación de sedimentos, calidad del agua superficial y subterránea. La magnitud de estos impactos se considera compatibles y moderados ya que serán de carácter local, temporal en su mayoría, reversibles en las áreas de maniobra y mitigables mediante supervisión ambiental, control de sedimentos, manejo adecuado de residuos, delimitación del área de trabajo y limpieza del cauce. Asimismo, la afectación se limitará exclusivamente al tramo de intervención y no se modificará el ancho funcional del arroyo ni el régimen hidráulico del flujo, no se prevén procesos significativos de erosión regresiva, socavación intensa o sedimentación anómala aguas arriba o aguas abajo de la estructura (indicador AG1 a AG4).

En cuanto al factor flora, ésta resultará afectada y repercutirá en la fauna tras el derribo del arbolado, por lo que para el factor biológico (Bio 1 a Bio4) se detectan impactos con calificación de compatible (baja) y uno moderado, esto debido a que el sitio se encuentra muy impactado y únicamente se retirarán 13 árboles.

La percepción visual resultará también alterada, sin embargo, la calificación de los impactos en este factor es compatible ya que el sitio de proyecto es una zona considerada por el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Morelia como Habitacional mixto en zona de Integración metropolitana, por lo que se integrará paisajísticamente al entorno. Sobresale también en el resumen de la tabla V.15 que no se presentarán impactos negativos críticos.

De manera resumida para cada factor a continuación, se lista una interpretación:

Tabla V. 16.- Resumen de resultados

Atmósfera:	
Emisión de gases	Las fuentes de emisión de gases durante una construcción son los motores de combustión interna los cuales están compuestos por el 100% del CO generado en la reacción de combustión, óxidos de azufre, carbono y nitrógeno; compuestos de plomo, y partículas, además del 55% de HC inyectado al sistema y que no se quema.
	Incineración o quema de residuos o materiales por personal participante en las obras.
	Mal olor que despiden la basura orgánica mal manejada.
	Mal olor que despiden baños portátiles sin mantenimiento o mantenimiento inadecuado.
Partículas suspendidas	En la etapa de construcción la calidad del aire se podrá ver alterada de una manera adversa y directa, por polvos y partículas suspendidas en el aire, debido al movimiento de tierras, el transporte de materiales y a las obras propias de la construcción. Esta situación no es crítica para este proyecto en virtud de que prácticamente no habrá excavaciones, ni movimientos de tierra en grandes cantidades, además de que por comportamiento natural, entre más cercano esté un sitio de trabajo de los arroyos estará más saturado de agua razón por la cual la dispersión de partículas será muy reducida.
Ruido y vibraciones	Durante la construcción, en el sitio existirá generación de ruido y se producirán vibraciones debido al equipo de construcción. Estas acciones repercutirán solamente en el sitio de proyecto. Al exterior no se considera significativa la generación de ruido provocado por las actividades propias de la construcción. El impacto será localizado y moderado.
Suelo	
Características geomorfológicas	La limpieza, despalle, trazo y nivelación del terreno, así como las actividades de excavación implicará que se modifique la morfología del terreno y las modificaciones de su topografía incidirán primordialmente en el fondo del arroyo.
Procesos erosivos	La eliminación de arbolado, el despalle, las actividades de nivelación y de excavaciones por la maquinaria de construcción expondrá el suelo a una erosión acelerada por el agua. La cantidad de erosión producida dependerá de diversos factores, como son la pendiente, erosionabilidad del suelo y velocidad puntual del flujo.
Contaminación	Dadas las características del proyecto, se puede deducir que este factor tendrá una alteración parcial solo en caso de que existan vertidos de solventes o combustibles que le incidan directamente en el suelo expuesto e incluso en el arroyo.
	La concentración de personal incide en el riesgo de ocurrencia de defecación al aire y la posibilidad de realizar un mal manejo y disposición inadecuada de los residuos sólidos.
	El uso de maquinaria de construcción es un factor con altas probabilidades de contaminar el suelo y agua por fugas de combustible o lubricantes, al momento de estar operando o al dejarse estacionadas.
Compactación	Durante la etapa de construcción debido a la excavación colocación de plantilla, armado y colado de la losa de fondo de la alcantarilla, se compactará de forma temporal el área de maniobras.
Agua	
Remoción del material del lecho	Se realizará la remoción puntual del material del lecho durante las actividades de construcción del proyecto, en la superficie donde se construirá la alcantarilla.
Sedimentación	Derivado de las actividades de excavación y la remoción puntual del material del lecho se puede generar el arrastre de sedimentos en la superficie donde se construirá la alcantarilla.

Calidad del agua superficial	De ocurrir una fuga o derrame de combustible o lubricante se corre el riesgo de que los escurrimientos naturales trasladen la contaminación hacia el arroyo o se afecte directamente al mismo, por lo que es sumamente importante prever este tipo de incidentes.
Calidad del agua subterránea	Los cuerpos subterráneos son susceptibles de ser contaminados por inadecuada disposición de residuos, por infiltración o percolación de combustibles derramados accidentalmente y por defecación al aire libre.
Medio biótico	
Flora	Los daños sobre las especies de flora ocurrirán durante la etapa de preparación y solo podrán ocurrir al momento de retirar el arbolado existente dentro de la superficie a afectar.
Fauna terrestre y aviar	Al igual que la vegetación, los daños hacia la fauna ocurrirán principalmente durante las actividades de preparación al momento de retirar el arbolado existente ya que este puede servir de resguardo para fauna. El retiro de arbolado y las actividades de construcción ocasionan la pérdida del hábitat de las especies de fauna y en consecuencia el libre desplazamiento de la fauna, sin embargo, este impacto es compatible, debido a que el proyecto se encuentra en un área completamente impactada por las actividades de urbanización que se realizan como parte de las obras de la cuarta etapa del fraccionamiento Cañadas del bosque, aunque el predio ya había sido impactado por las actividades agropecuarias con anterioridad, por lo que ya se encuentra fragmentado y la poca vegetación presente no representa un sitio idóneo para refugio de especies de mediano y gran tamaño, por lo que habitan especies que comúnmente se localizan en áreas urbanizadas y con distribución amplia en todo el país. Además, se consideran los impactos directos a las especies que circulan en el área por riesgos de atropellamiento (abundancia).
Paisaje	
Armonía visual y naturalidad	El paisaje se verá impactado en la etapa de preparación y construcción, debido a la presencia de personal, material y equipo de construcción, con carácter de impacto temporal.
Naturalidad	La afectación al paisaje será desde la preparación y construcción, por los materiales removidos en la excavación y por la presencia de maquinaria pesada. Una vez concluida la construcción el impacto visual permanecerá, sin embargo, el proyecto se integrará al entorno urbano que prevalece en la zona.
Medio social	
Económico	En términos generales, los efectos de la construcción de las obras tienen incidencia directa sobre el empleo por la demanda de mano de obra calificada y no calificada y la generación de empleos directos o indirectos.

VI.2 Definir, clasificar y describir las acciones, medidas o estrategias a realizar para prevenir, mitigar, restaurar y/o compensar los impactos ambientales significativos

En el artículo 1° fracción X de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) enuncia el establecimiento de medidas de control y seguridad a fin de preservar y proteger el ambiente y propiciar el desarrollo sustentable y garantizar con ello el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se derivan.

Bajo la concepción de Desarrollo Sustentable que la propia Ley define, este apartado plantea las medidas de prevención y mitigación que se proponen a fin de evitar o mitigar los impactos derivados de la construcción del proyecto, las cuales serán incorporadas al Programa de Vigilancia Ambiental que permitirá evaluar y dar seguimiento a las medidas propuestas, mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social.

Las medidas de mitigación propuestas en el presente capítulo deberán ser consideradas desde el inicio del Proyecto. El promovente, junto con las empresas que participen en la obra, serán los responsables de conservar la calidad ambiental del sitio. Deberán conocer las leyes, reglamentos, normas oficiales

mexicanas y demás disposiciones oficiales en materia de protección ambiental con el fin de evitar al máximo los impactos adversos derivados de la ejecución de las obras.

A manera de prevención se deberán considerar las siguientes recomendaciones para evitar el deterioro de la zona durante las obras y actividades del Proyecto.

- Reducir la posibilidad de contaminar el aire, agua y suelo
- Evitar hacer quemas de cualquier tipo
- Evitar al máximo la destrucción de la vegetación en zonas contiguas al Proyecto
- Evitar maltrato o captura de cualquier especie faunística encontrada
- Disponer residuos sólidos y líquidos generados de una forma ambientalmente apropiada y en apego a la normatividad vigente aplicable
- Cualquier cambio que se realice en el Proyecto ejecutivo y a la ingeniería básica objeto del presente estudio deberá notificarse a las autoridades competentes para su conocimiento y en su caso asentarse en el estudio ambiental correspondiente para su autorización.
- La aplicación, cumplimiento y seguimiento de las medidas para la prevención y mitigación de impactos ambientales son responsabilidad del promovente, en su carácter de titular del permiso en materia de impacto ambiental, y de la autorización que resulte del presente estudio.

VI.3 Desglosar por componente ambiental de las medidas preventivas, de mitigación, restauración y/o compensación.

Los probables impactos derivan de acciones controlables con la aplicación de los instrumentos normativos vinculados al Proyecto.

Las medidas se clasificaron en 3 tipos, adaptadas al Proyecto de acuerdo con las definiciones de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales¹⁹.

Tabla VI. 1.- Tipología de las medidas

Medida	Tipo
<u>Medidas de compensación y restauración:</u> Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un Proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del Proyecto.	MRC
<u>Medidas de protección y prevención:</u> Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente (preventivas).	MPP
<u>Medidas de mitigación y corrección:</u> Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas	MMC

19 <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/criterios-de-evaluacion-de-impacto-ambiental>

Una vez definidos los tipos de medidas se agruparon de acuerdo con el impacto al que va dirigida la acción, por factor ambiental y etapa del Proyecto en la que será aplicada. A continuación, se muestra la relación de acciones propuestas, basadas en la normatividad vigente.

Tabla VI. 2.- Medidas propuestas

1.- Atmósfera / Etapa de preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Generación de gases	1.1	MPP	En ningún momento y en ningún área del Proyecto, se realizará la quema de cualquier tipo de material o residuo, tales como RME, basura orgánica e inorgánica, ya que esto contribuye al deterioro ambiental impactando directamente la calidad del aire, tal cual establece el artículo 145 de la Ley para la conservación y sustentabilidad ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo. Durante la etapa de preparación y construcción estará prohibido para todo el personal llevar a cabo la quema de cualquier residuo en toda el área del Proyecto, por lo que se realizará la vigilancia por medio del supervisor ambiental. Esta situación será informada al personal mediante una capacitación ambiental que se llevará a cabo antes de iniciar el Proyecto
	1.2	MPP	En ningún momento y en ningún área del Proyecto ingresará maquinaria en mal estado o con algún desperfecto. Para evitar la contaminación por emisiones de gases a la atmósfera proveniente de los vehículos y maquinaria, se deberá garantizar en todo momento que tengan un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentren en buen estado mediante un programa de mantenimiento Dar un mantenimiento adecuado y preventivo a la maquinaria de construcción es una de las estrategias más eficaces para reducir significativamente las emisiones contaminantes a la atmósfera NOTA. Un motor en óptimas condiciones realiza una combustión más completa, lo que disminuye la expulsión de gases de efecto invernadero y material particulado, así como las emisiones acústicas. ✓ Combustión eficiente: El mantenimiento regular (como el cambio de filtros de aire, combustible y aceite) asegura que la mezcla entre oxígeno y combustible sea la adecuada. Esto reduce drásticamente la emisión de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx) y partículas suspendidas (PM). ✓ Menor consumo de combustible: Un motor afinado, con inyectores limpios y calibrado correctamente exige menos esfuerzo y reduce el gasto de diésel, lo que se traduce en una menor huella de dióxido de carbono ✓ Detección de fugas: Revisar mangueras, sellos y sistemas hidráulicos evita la evaporación y el derrame de compuestos orgánicos volátiles y aceites que terminan contaminando el aire y el suelo. ✓ Sistemas de escape limpios: El mantenimiento y reemplazo oportuno de los filtros de partículas diésel (DPF) y convertidores catalíticos asegura que los gases tóxicos sean neutralizados antes de salir a la atmósfera. ✓ Menos fricción: La lubricación constante de piezas móviles disminuye el rechinido de componentes metálicos. ✓ Alineación de piezas: Revisar y ajustar piezas sueltas elimina las vibraciones mecánicas excesivas que son las principales generadoras de ruido. ✓ Silenciadores (escape): El mantenimiento o reemplazo de silenciadores en motores a combustión es el método más efectivo para controlar el ruido en la fuente de origen. Si durante la etapa de preparación y construcción la maquinaria presenta deficiencias, el contratista estará obligado a retirarlas reemplazándolas por otras en condiciones óptimas. El supervisor ambiental del Proyecto será el encargado de vigilar que toda la maquinaria que ingrese el Proyecto cuente con el mantenimiento adecuado y no presente fallas mediante el registro de bitácoras de mantenimiento, así mismo se vigilará que la maquinaria se envíe a mantenimiento fuera del área del Proyecto en caso de que requiera mantenimiento o en caso de observar algún desperfecto se enviará inmediatamente al taller.

1.- Atmósfera / Etapa de preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Partículas suspendidas	1.3	MPP	Todos los camiones de carga que transporten material a granel que arriban a la obra o se retiran de ésta, se verificará que estén debidamente cubiertos con lonas bien sujetas tal cual señala el artículo 34 de la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán (18-02-2022), de esta manera se evitarán derrames de materiales, polvos y otros aerotransportables en todo su recorrido. Durante la etapa de preparación y construcción se vigilará que todos los camiones cuenten con esta medida al salir del área del Proyecto.
Ruido y vibraciones	1.4	MPP	Para evitar emisiones de ruido por el uso del equipo o maquinaria que se encuentre en toda el área del Proyecto, se deberá garantizar que toda la maquinaria tenga un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentren en buen estado mediante un programa de mantenimiento. Ver Nota en medida número 1.2. Si las unidades o equipo referido presentan deficiencias, el contratista estará obligado a retirarlas del lugar reemplazándolas por otras en condiciones óptimas. El supervisor ambiental del Proyecto será el encargado de vigilar que toda la maquinaria que ingrese el Proyecto cuente con el mantenimiento adecuado y no presente fallas mediante el registro de bitácoras de mantenimiento, así mismo se vigilará que la maquinaria se envíe a mantenimiento fuera del área del Proyecto caso de que requiera mantenimiento o en caso de observar algún desperfecto.

Tabla VI. 3.- Medidas propuestas

2.- Suelo / Etapa de preparación y construcción			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Características geomorfológicas	2.1	MPP	Durante las actividades de trazo y nivelación del terreno se deberá de respetar el proyecto con el fin de evitar la afectación de sitios que se encuentren fuera del área del proyecto. Se deberán de respetar los límites de las áreas constructivas de acuerdo con el plano del anexo 5.2.

Tabla VI. 4.- Medidas propuestas

3.- Suelo / Etapa de preparación y construcción			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Procesos erosivos	3.1	MPP	Durante la construcción del proyecto se evitará excavar en sitios no previstos del cauce, es decir la exposición del suelo se realizará en el tramo de ejecución delimitado, con la finalidad de reducir arrastre de sedimentos.
	3.2	MRC	El material vegetal (procedente del retiro de arbolado) y el material de despalle (RME) se mantendrá almacenado en un sitio designado por el supervisor sin obstruir el libre tránsito de personas y automóviles, para destinarlo de acuerdo a sus características, ya sea como residuo, relleno o como sustrato en las áreas verdes.
Contaminación	3.3	MPP	Por ningún motivo se dejará abandonado ningún tipo de material vegetal (retiro de arbolado), despalle o de construcción (RME).

3.- Suelo / Etapa de preparación y construcción			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
	3.4	MPP	El material vegetal (procedente del retiro de arbolado) junto con el material de despalle (RME) se mantendrá almacenado en un sitio designado por el supervisor sin obstruir el libre tránsito de personas y automóviles, para destinarlo de acuerdo a sus características, ya sea como residuo, relleno dentro del predio o como sustrato en las áreas verdes.
	3.5	MPP	Para efectuar una gestión adecuada de los residuos sólidos, incluyendo en estos los residuos de construcción (RME), se deberán de contar con los trámites siguientes: - Registro como generador de Residuos de Manejo Especial - Autorización del plan de manejo de RME Y en caso aplicable el Registro como Gestor de Residuos de Manejo Especial. Lo anterior está señalado en 121 de la Ley para la conservación y sustentabilidad ambiental del Estado de Michoacán de Ocampo (05-07-2023) y la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán (18-02-2022). En caso de que ya se cuente con el registro y autorización señalados para la construcción del fraccionamiento, se deberán de integrar a éste los RME generados en la construcción de la alcantarilla.
	3.6	MPP	Se deberá de instrumentar el control de RME (material de excavación sobrante) como lo señala la legislación ambiental y de residuos estatal, mediante la implementación de una bitácora y manifiestos o recibos de entrega, transporte y recepción de residuos. La bitácora deberá de contener: - Nombre del residuo y cantidad generada; - Características de peligrosidad; - Área o proceso donde se generó; - Fechas de ingreso y salida del almacén; - Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; - 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; - Nombre del responsable técnico de la bitácora. Lo anterior está señalado en la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo (18-02-2022).
	3.7	MPP	Los residuos de manejo especial (RME) deberá ser dispuestos en el sitio señalado por la SECMA y el Ayuntamiento de Morelia.
	3.8	MPP	No mezclar residuos de diferentes tipos en sus depósitos. En los almacenes de residuos de manejo especial no se podrán resguardar residuos sólidos urbanos ni residuos peligrosos.
	3.9	MPP	En caso de derrame de aceite o de alguna otra sustancia contaminante sobre suelo natural durante las actividades de preparación y construcción se procederá a eliminar el área contaminada y se almacenará temporalmente para mandarlo a confinamiento por medio de una empresa autorizada por SEMARNAT. De forma paralela, deberá valorarse la aplicación de la NOM-138-SEMARNAT-2003 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

3.- Suelo / Etapa de preparación y construcción			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
	3.10	MPP	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el proyecto hará uso de la bodega o almacén existente dentro de las instalaciones de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, para el resguardo temporal de materiales, herramientas e insumos requeridos para la ejecución de la obra. Asimismo, se utilizará el patio existente destinado al resguardo de maquinaria y equipo de construcción. Ambas instalaciones cuentan con condiciones adecuadas para su operación, incluyendo superficies impermeables o protegidas que minimizan el riesgo de contaminación del suelo por derrames accidentales. Al tratarse de infraestructura preexistente, no será necesaria la habilitación o construcción de nuevas áreas temporales para estos fines, evitando con ello afectaciones adicionales al sitio del proyecto. Se vigilará que en el patio únicamente se resguarde la maquinaria, en ningún momento se hará mantenimiento
	3.11	MPP	Con el propósito de prevenir la contaminación del suelo y del agua, así como evitar la defecación al aire libre, durante las etapas de preparación del sitio y construcción se instalará un (1) sanitario portátil en un sitio accesible para el personal que labore en la obra. Considerando que se estima la participación de un promedio de siete trabajadores, dicha cantidad resulta suficiente para cubrir las necesidades del proyecto. El servicio será proporcionado por una empresa autorizada, la cual realizará la limpieza, mantenimiento y disposición adecuada de las aguas residuales. El sanitario permanecerá en condiciones óptimas de funcionamiento durante toda la ejecución de las obras y será retirado una vez concluidas las actividades constructivas. En caso de que se les permite a los trabajadores que participen en la construcción de la alcantarilla, hacer uso de los baños instalados en el área de bodegas y talleres de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa se podrá prescindir del sanitario portátil.
	3.12	MPP	En caso de rentar un baño portátil, la empresa arrendadora será la responsable de la limpieza del sanitario portátil por lo menos una vez por semana, y conducirá los residuos hacia el sitio que la autoridad competente le haya señalado en el momento de su registro y permiso de operación (Art. 134 Ley de Salud del Estado de Michoacán 22-07-2021). Por ningún motivo se permitirá el vertido de dichos residuos hacia el suelo o cuerpos de agua cercanos en caso de que así fuere será imputable a la empresa arrendadora quien deberá de llevar a cabo las técnicas de remediación pertinentes y la sanción respectiva por parte de la autoridad competente.
	3.13	MPP	Se instalarán contenedores de metal o plástico en las áreas de trabajo para almacenar en forma separada los residuos Orgánicos e Inorgánicos.
	3.14	MPP	Elegir adecuadamente los recipientes para que su tamaño sea congruente con el contenido, por ejemplo, para los orgánicos se podría usar una cubeta tapada en virtud de que su volumen de generación es generalmente mucho más reducido que los inorgánicos.
	3.15	MPP	Los contenedores deberán permanecer siempre tapados y correctamente identificados.
	3.16	MPP	Para evitar descomposición de los residuos orgánicos, malos olores y atracción de vectores o de fauna nociva, deberán retirarse estos residuos como máximo cada dos días, por el servicio público municipal o por un prestador de servicios autorizado.
	3.17	MPP	Solo en caso de generar residuos peligrosos por la construcción de la alcantarilla, el contratista o promovente deberá de registrarse como generador mediante el trámite SEMARNAT-07-017. Esta medida podrá ser exceptuada en caso de que el Promovente o contratista sea el mismo responsable del manejo de residuos peligrosos que ya se realiza en el área de bodegas y talleres de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, en donde ya se cuenta con un registro como generador de residuos peligrosos.

3.- Suelo / Etapa de preparación y construcción			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
			Por las características y dimensiones del proyecto, se prevé que, en caso de generarse residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el promovente o contratista sea clasificado como microgenerador, al estimarse una generación anual no mayor a 400 kg. Para su manejo se utilizará el almacén de residuos peligrosos existente dentro de las instalaciones y área de bodegas y talleres de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa, el cual se vigilará que se mantenga en condiciones que cumplan con lo establecido en el artículo 83 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, garantizando, entre otros aspectos: - El almacenamiento en recipientes compatibles con las características de peligrosidad de los residuos, debidamente identificados y cerrados, previniendo fugas, derrames, emisiones, incendios o cualquier otra condición de riesgo. - Que el área de almacenamiento cuente con condiciones que eviten la contaminación del suelo, agua o aire y garanticen la seguridad del personal. - El cumplimiento de las disposiciones establecidas en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables para el manejo de residuos peligrosos generados por microgeneradores. En caso de generación de residuos peligrosos, se deberá: - Manejar separadamente y no mezclar aquellos que sean incompatibles entre sí, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alternativo, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial. - Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo - Identificar, marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén. - La empresa no deberá de permitir que los mismos trabajadores, empleados, proveedores, prestadores de servicio mecánico, eléctrico, etc. retiren los residuos peligrosos que se generan. Estos deberán de ser retirados exclusivamente por empresas registradas ante la SEMARNAT para realizar el transporte de residuos peligrosos y deberán de acreditarlo plenamente mediante copias de sus autorizaciones. - Para el retiro de residuos peligrosos la empresa transportista deberá de realizar el manejo de los manifiestos como señala el artículo 86 del RLPGIR. - No mantener almacenados residuos peligrosos por más de seis meses.
Compactación	3.18	MPP	Se deberán de respetar los límites del proyecto. Las actividades de nivelación del terreno se deberán de realizar de acuerdo con lo proyectado y se deberá evitar afectar áreas aledañas o sitios que no se tienen contemplados.

Tabla VI. 5.- Medidas propuestas

4.- Agua / preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Calidad del agua superficial	4.1	MPP	Obtener el agua para la preparación y construcción de sitios autorizados mediante el suministro con pipas.
	4.2		Durante la preparación y construcción se deberá de evitar cualquier derrame de sustancias, caída y/o depósito de materiales hacia el suelo y el cauce del arroyo o defecación al aire libre.

4.- Agua / preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
	4.3		Se contratará el servicio para la instalación de 1 sanitario portátil durante la preparación y construcción. La empresa que se contrate se encargará de realizar la limpieza y retiro de los residuos que se generen. En caso de que se les permite a los trabajadores que participen en la construcción de la alcantarilla, hacer uso de los baños instalados en el área de bodegas y talleres de contratistas del fraccionamiento Cañadas del Bosque Cuarta Etapa se podrá prescindir del sanitario portátil.
Calidad del agua subterránea	4.4	MPP	Evitar contaminar el suelo natural y el cauce del arroyo con residuos de manejo especial y materiales y residuos peligrosos, tales como combustibles, lubricantes, aceites gastados, etc.

Tabla VI. 6.- Medidas propuestas

5.- Vegetación terrestre / Etapa de preparación			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Afectación a especies de flora	5.1	MPP	Previo al retiro de los 13 árboles requeridos para la ejecución del proyecto, el promovente deberá gestionar ante el Ayuntamiento de Morelia el dictamen técnico y la autorización correspondiente para el derribo, de conformidad con lo establecido en los artículos 49 y 51 del Reglamento Ambiental del Municipio de Morelia. El retiro del arbolado únicamente podrá realizarse una vez obtenida la autorización respectiva y deberá sujetarse a lo que establezca la autoridad municipal competente. Con ello se asegura que el aprovechamiento o retiro del arbolado se realice conforme a la normatividad aplicable y bajo los criterios de protección ambiental definidos por dicha autoridad.
	5.2	MPP	Se deberán de respetar los límites del proyecto y se deberá evitar afectar arbolado o vegetación aledaña al proyecto.
	5.3	MPP	Dar a conocer a todo el personal que queda estrictamente prohibido coleccionar, dañar o comercializar las especies vegetales dentro y fuera de las áreas de Proyecto. Esta situación será informada al personal mediante una capacitación ambiental que se llevará a cabo antes de iniciar el Proyecto. Y durante las actividades de preparación se realizará la vigilancia de cumplimiento de estas acciones por medio del supervisor ambiental del Proyecto.

Tabla VI. 7.- Medidas propuestas

6.- Fauna terrestre / Etapa de preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Abundancia	6.1	MPP	En caso de detectarse cualquier ejemplar de fauna terrestre previo o durante la preparación y construcción, se debe ahuyentar y permitir su desplazamiento de tal forma que encuentre refugio en las áreas con vegetación próximas al sitio.

6.- Fauna terrestre / Etapa de preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
			Durante la obra, en caso de que se encuentre algún componente de fauna silvestre, se evitará maltratarlo, cazarlo, o matarlo, debiéndose ahuyentar.
	6.2		En caso necesario deberá de ponerse en contacto con la Dirección de Medio Ambiente Municipal y/o con la Procuraduría Ambiental del Estado de Michoacán para solicitar orientación y apoyo.

Tabla VI. 8.- Medidas propuestas

7.- Paisaje / Etapa de preparación y construcción			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Armonía visual y Naturalidad	7.1	MPP	Se deberá de respetar el proyecto con la finalidad de mantener el escenario planteado.
			Se deberán de respetar los límites de las áreas constructivas.
			Una vez que se terminen los trabajos de construcción, por ningún motivo se dejarán en la zona ningún tipo de materiales, contenedores, empaques o residuos que impacten desfavorablemente el ambiente.
			La limpieza menor, o de acabado, es la que deberá realizarse una vez que estén terminadas las obras. En esta limpieza se extraerán los desperdicios y excedentes de la construcción y se retirarán del sitio hacia el sitio de disposición final correspondiente.
			Lo anterior está señalado claramente en el artículo 32 fracción I, 33 y 34 de la Ley para la prevención y gestión integral de residuos en el Estado de Michoacán de Ocampo (18-02-2022).

Tabla VI. 9.- Medidas propuestas

8.- Suelo / Etapa de operación y mantenimiento			
Impacto/desviación	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Procesos erosivos	8.1	MMC	Medidas de diseño. El proyecto contempla que la superficie de desplante se encuentre perfectamente estabilizada y la losa de fondo será recubierta de mampostería de piedra brasa, lo que proporciona un acabado rugoso, además se prevén elementos de mampostería, dentellones, lavaderos o elementos de disipación en la entrada y salida. Este diseño contribuirá a reducir la velocidad puntual del flujo y a evitar erosión localizada en las transiciones con el cauce natural.

Tabla VI. 10.- Medidas propuestas

9.- Agua / Etapa de Operación y mantenimiento			
Impacto	Medida		
	No.	Tipo	Descripción
Remoción del material del lecho	9.1	MPP	Se deberán de respetar los límites del proyecto. Las actividades de remoción del material del lecho se deberán de realizar de acuerdo con lo proyectado y se deberá evitar afectar áreas aledañas o sitios que no se tienen contemplados.
Sedimentación	9.2	MMC	Medidas de diseño. El proyecto contempla que la superficie de desplante se encuentre perfectamente estabilizada y la losa de fondo será recubierta de mampostería de piedra braza, lo que proporciona un acabado rugoso, además se prevén elementos de mampostería, dentellones, lavaderos o elementos de disipación en la entrada y salida. Este diseño contribuirá a reducir la velocidad puntual del flujo y a evitar la formación y arrastre de sedimentos.
	9.3	MMC	Se realizarán actividades de mantenimiento de la alcantarilla de forma periódica, mediante la limpieza de sedimentos y basura. Las actividades de mantenimiento se realizarán en conjunto con el mantenimiento de las vialidades y obras hidráulicas existentes del fraccionamiento y en tanto no se municipalice el mantenimiento estará a cargo de Corporativo Tres Marías. S.A.P.I.B. de C.V.

Tabla VI. 11.- Tabla 24 Impactos ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación propuestas (de la Guía para la MIA, sector hidráulico 2026)

Componente ambiental	Tabla 24. Impactos ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación propuestas.		
	Impacto Ambiental	Se genera/No se genera	Medida de Prevención, Mitigación y/o Compensación propuesta
Aire	Afectación a la calidad del aire debido a la generación de partículas suspendidas, emisión de gases y ruido.	Se genera	Se evitará realizar la quema de cualquier tipo de material o residuo. Se evitará el uso de maquinaria en mal estado o con algún desperfecto. Se vigilará que la maquinaria no presente fallas y en caso de que requiera mantenimiento o en caso de observar algún desperfecto se enviará inmediatamente al taller. Todos los camiones de carga que transporten material a granel que arriban a la obra o se retiran de ésta, se verificará que estén debidamente cubiertos con lonas bien sujetas
	Alteración del confort sonoro debido al aumento en los niveles de emisión de ruido.	Se genera	Se deberá garantizar que toda la maquinaria tenga un funcionamiento mecánico adecuado y que se encuentren en buen estado. El supervisor ambiental del Proyecto será el encargado de vigilar que toda la maquinaria que ingrese el Proyecto cuente con el mantenimiento adecuado y no presente fallas
Suelo	Modificación de las características físicoquímicas (estructura, textura y compactación) del suelo.	Se genera	Se deberá de respetar los límites del proyecto con el fin de evitar la afectación de sitios que se encuentren fuera del área del proyecto.
	Contaminación por disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Se genera	Se realizará el manejo adecuado de los residuos líquidos, residuos sólidos urbanos, de manejo especial y en caso de generar residuos peligrosos, conforme a la legislación y normatividad aplicable.
Hidrología superficial	Posible contaminación de corrientes superficiales por la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Se genera	Se realizará el manejo adecuado de los residuos líquidos, residuos sólidos urbanos, de manejo especial y en caso de generar residuos peligrosos, conforme a la legislación y normatividad aplicable. Se deberá de evitar cualquier derrame de sustancias, caída y/o depósito de materiales hacia el suelo y el cauce del arroyo o defecación al aire libre

Componente ambiental	Tabla 24. Impactos ambientales y Medidas de Prevención, Mitigación y/o Compensación propuestas.		
	Impacto Ambiental	Se genera/No se genera	Medida de Prevención, Mitigación y/o Compensación propuesta
	Alteración de las características fisicoquímicas del agua.	No se genera	---
	Modificación morfológica del cauce.	Se genera	El diseño de la alcantarilla se realizó con la finalidad estabilizar la superficie de desplante, así mismo se construirán elementos de disipación en la entrada y salida para a reducir la velocidad puntual del flujo y a evitar la formación y arrastre de sedimentos. No se modificará el ancho funcional del arroyo ni el régimen hidráulico del flujo, no se prevén procesos significativos de erosión regresiva, socavación intensa o sedimentación anómala aguas arriba o aguas abajo de la estructura.
	Modificación a patrones de escurrimiento.	No se genera	---
	Afectación del hábitat por la disminución del caudal del cuerpo de agua aguas abajo.	No se genera	---
Hidrología subterránea	Abatimiento de los niveles freáticos de los acuíferos por la sobreexplotación.	No se genera	---
	Afectación a la disponibilidad de agua subterránea.	No se genera	---
	Intrusión salina y contaminación de acuíferos receptores y acuíferos contiguos.	No se genera	---
Flora	Disminución de cobertura vegetal por desmonte y despalle.	No se genera	---
	Pérdida de la cubierta vegetal.	No se genera	---
	Disminución de la abundancia y diversidad de especies de flora.	Se genera	El retiro del arbolado únicamente podrá realizarse una vez obtenida la autorización respectiva y deberá sujetarse a lo que establezca la autoridad municipal competente. Se deberán de respetar los límites del proyecto y se deberá evitar afectar arbolado o vegetación aledaña al proyecto.
Fauna	Desplazamiento de fauna silvestre.	Se genera	En caso de detectarse cualquier ejemplar de fauna terrestre previo o durante la preparación y construcción, se debe ahuyentar y permitir su desplazamiento de tal forma que encuentre refugio en las áreas con vegetación próximas al sitio.
	Pérdida de hábitat (zonas de recursos y refugios) disponible para fauna silvestre.	Se genera	Se evitará el maltrato, caza o matar cualquier individuo de fauna silvestre, debiéndose ahuyentar.
	Alteración de la dinámica de comunidades de la fauna acuática.	No se genera	---
Paisaje	Modificación de la calidad paisajística.	Se genera	Respetar el proyecto con la finalidad de mantener el escenario planteado. Por ningún motivo se dejarán en la zona ningún tipo de materiales, contenedores, empaques o residuos que impacten desfavorablemente el ambiente.
Microclima	Aumento en la variación del microclima	No se genera	---

Nota: La descripción completa de las medidas de mitigación se encuentran en las tablas VI.2 a VI.10 de este apartado.

VI.4 Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) constituye el instrumento mediante el cual el promovente verifica y documenta el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación establecidas para el proyecto, con la finalidad de prevenir, reducir o controlar los impactos ambientales identificados durante el proceso de evaluación.

El programa comprende el conjunto de actividades de supervisión, inspección, seguimiento y verificación que permiten evaluar el desempeño ambiental del proyecto mediante indicadores de cumplimiento previamente definidos. Su elaboración se sustenta en la información contenida en la Manifestación de Impacto Ambiental, en la autorización que emita la autoridad competente y en las obligaciones establecidas en la legislación y normatividad ambiental aplicable.

El PVA se desarrolla considerando las actividades propias de las diferentes etapas del proyecto y los componentes ambientales susceptibles de ser afectados, por lo que integra las medidas ambientales específicas para cada uno de ellos, así como los mecanismos para verificar su correcta implementación y evaluar su eficacia.

Asimismo, este programa permite identificar oportunamente desviaciones o incumplimientos en la aplicación de las medidas ambientales propuestas y, cuando resulte necesario, establecer acciones correctivas o medidas adicionales que contribuyan a mantener la efectividad del manejo ambiental durante la ejecución del proyecto y asegurar el cumplimiento de los objetivos de protección ambiental planteados en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VI.4.1 Medidas de ubicación y de diseño

Desde la etapa de planeación, el proyecto fue diseñado con el objetivo de reducir al máximo las afectaciones al cauce del arroyo y a los componentes ambientales presentes en el sitio. La ubicación se definió considerando la menor intervención posible sobre el cauce, respetando su funcionamiento hidráulico y evitando modificaciones innecesarias fuera del área estrictamente requerida para la construcción.

El diseño del proyecto se desarrolló considerando criterios hidráulicos y ambientales que permiten mantener la continuidad del escurrimiento, reducir la intervención sobre el cauce y prevenir procesos de erosión o sedimentación asociados a la obra.

Asimismo, el proyecto se localiza dentro de un área que forma parte de la cuarta etapa del fraccionamiento Cañadas del Bosque previamente autorizado, en un entorno con un alto grado de urbanización y transformación antrópica. En este sentido, el diseño aprovecha la infraestructura existente y limita la ocupación de nuevas superficies, contribuyendo a minimizar la generación de impactos ambientales adicionales sobre el arroyo y su entorno.

El objetivo del PVA es verificar que la ejecución del proyecto se realice conforme a la ubicación, dimensiones y especificaciones de diseño autorizadas, evitando afectaciones fuera del área de

construcción y garantizando que las obras se desarrollen de acuerdo con los criterios técnicos considerados durante la evaluación ambiental.

Medidas sujetas a vigilancia

- Respetar los límites del polígono autorizado y del área de trabajo.
- Ejecutar las obras conforme al proyecto ejecutivo y planos autorizados.
- Evitar excavaciones, nivelaciones o movimientos de tierra fuera de las áreas previstas.
- Utilizar únicamente la infraestructura existente destinada al resguardo de maquinaria, materiales y residuos, evitando la construcción de instalaciones temporales adicionales.
- Verificar que la alcantarilla y las obras complementarias (losa de fondo, revestimiento de mampostería, dentellones, lavaderos y elementos disipadores) se construyan conforme al diseño autorizado.

VI.4.2 Procedimientos de construcción y operaciones (inclusive manejo de los desechos)

Las actividades de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto deberán ejecutarse conforme al proyecto ejecutivo autorizado, procurando en todo momento reducir la afectación a los componentes ambientales presentes en el área de influencia.

Durante la etapa de construcción, el supervisor ambiental verificará que las actividades se desarrollen exclusivamente dentro de los límites autorizados, evitando la ocupación innecesaria de áreas adicionales, el depósito de materiales sobre el cauce del arroyo y la afectación de la vegetación adyacente.

Las actividades constructivas deberán realizarse utilizando la infraestructura existente para el almacenamiento temporal de materiales, maquinaria y, en su caso, residuos peligrosos, evitando la instalación de nuevas áreas de apoyo que incrementen la superficie impactada.

El manejo de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y, en caso de generarse, residuos peligrosos, se efectuará conforme a la legislación ambiental aplicable y a las medidas de prevención establecidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Los residuos serán separados desde su generación, almacenados temporalmente en recipientes adecuados y entregados a los prestadores de servicios o sitios autorizados para su transporte y disposición final.

Durante la etapa de operación, las actividades se limitarán al mantenimiento preventivo del proyecto, entre las que se encuentran el retiro de sedimentos, basura y materiales que pudieran obstruir el flujo hidráulico de la alcantarilla, procurando conservar las condiciones de funcionamiento para las cuales fue diseñada la estructura.

VI.4.3 Programas de monitoreo

Considerando las características, dimensiones y ubicación del proyecto, no se considera necesaria la implementación de programas de monitoreo ambiental especializados, tales como monitoreo de calidad del aire, agua, ruido o biodiversidad, ya que los impactos identificados son de carácter local, temporales y

de baja magnitud, además de que las actividades constructivas tendrán una duración limitada (16 semanas).

En sustitución de dichos monitoreos, el Programa de Vigilancia Ambiental contempla actividades de supervisión ambiental durante la preparación y construcción del proyecto mediante recorridos periódicos de inspección, cuyo objetivo será verificar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Estas actividades incluirán la revisión del manejo de residuos, control de emisiones de polvo, mantenimiento de maquinaria, protección del cauce del arroyo, delimitación de las áreas de trabajo, protección de la vegetación remanente y atención de cualquier contingencia ambiental que pudiera presentarse durante la ejecución del proyecto.

Los resultados de las inspecciones serán registrados en bitácoras de supervisión y respaldados mediante evidencia fotográfica, lo que permitirá verificar el cumplimiento de las medidas ambientales y establecer oportunamente acciones correctivas cuando resulte necesario.

Indicadores de cumplimiento

El indicador de cumplimiento es una herramienta que proporciona la información necesaria para evidenciar la aplicación y ejecución de las medidas propuestas, lo cual permite verificar que se lleven a cabo. Los indicadores para el proyecto consisten en:

- Delimitación física del área de trabajo instalada y respetada durante toda la obra.
- No existencia de afectaciones fuera del polígono autorizado.
- Coincidencia entre la obra ejecutada y los planos del proyecto.
- Utilización exclusiva del almacén y patio existentes.
- Construcción conforme a las especificaciones del proyecto ejecutivo.

Método de verificación

El supervisor ambiental realizará recorridos periódicos durante las etapas de preparación del sitio y construcción para verificar el cumplimiento de los límites autorizados y constatar que las actividades se ejecuten conforme al proyecto. Asimismo, revisará visualmente que las características constructivas de la obra correspondan con las especificaciones establecidas en los planos y memoria de cálculo del proyecto.

Periodicidad

Preparación del sitio: inspecciones semanales.

Construcción: inspecciones semanales y adicionales cuando inicie una actividad diferente (excavación, cimentación y construcción).

Responsables

- Promovente.
- Contratista de la obra.
- Supervisor ambiental.

Evidencias de cumplimiento

- Bitácoras de supervisión ambiental.
- Reportes fotográficos georreferenciados.
- Croquis o planos de control de obra.
- Bitácora de obra.
- Registros de supervisión.
- Memoria fotográfica de las diferentes etapas constructivas.

VI.4.4 Planes de contingencia y respuesta de emergencia

Como parte de la identificación de riesgos para el proyecto, se revisó la información contenida en el Atlas de Riesgos 2023 del Instituto Municipal de Planeación de Morelia (IMPLAN)²⁰, identificándose que el sitio de construcción se localiza dentro de una zona clasificada con riesgo bajo de inundación, correspondiente a un escenario con periodo de retorno de dos años (figura VI.1).

Figura VI. 1.- Riesgo de inundación en el Área del proyecto



²⁰ <https://sigmorelia.gob.mx/?v=bGF0OjE5LjcyMDMyLGxvbjotMTAxLjA5ODcxLHo6MTMsbdDpjMTAyfGMxMDN8YzI0MDR8YzI0MDV8YzI0MDY=>

Es importante señalar que dicha condición constituye una característica preexistente del sitio y no es ocasionada por la construcción u operación del proyecto. El diseño de la alcantarilla que se construirá como parte del proyecto fue desarrollada considerando las condiciones hidráulicas del cauce, con la finalidad de mantener la continuidad del escurrimiento y no incrementar el nivel de riesgo existente.

En caso de presentarse un evento de inundación que impida temporalmente el tránsito sobre la vialidad, podrán utilizarse las vialidades alternas existentes dentro del desarrollo habitacional, hasta que las condiciones permitan restablecer la circulación de forma segura.

Asimismo, debido a las características estructurales de la alcantarilla y de sus obras complementarias, no se prevé que una inundación de la magnitud identificada en el Atlas de Riesgos ocasione daños significativos a la infraestructura. No obstante, una vez concluido cualquier evento extraordinario de lluvia o inundación, el promovente realizará una inspección visual de la obra para verificar el estado de la alcantarilla, de los elementos de protección hidráulica y del cauce. En caso de detectarse erosión, socavación, acumulación de sedimentos, daños estructurales o cualquier otra afectación que pudiera comprometer el funcionamiento de la obra, se llevarán a cabo las actividades de mantenimiento o reparación que resulten necesarias para restablecer sus condiciones de operación. El mantenimiento estará a cargo de Corporativo Tres Marías. S.A.P.I.B. de C.V. en tanto no se municipalice el fraccionamiento.

VI.4.5 Medidas socioeconómicas

Durante el desarrollo del proyecto se procurará mantener una adecuada comunicación entre el promovente, el contratista y el personal responsable de la obra, con el propósito de prevenir molestias a la población circundante y garantizar el desarrollo ordenado de las actividades constructivas.

Las actividades se realizarán respetando los horarios establecidos por la autoridad competente y procurando mantener libres los accesos existentes.

Siempre que resulte técnica y administrativamente viable, se privilegiará la contratación de mano de obra local y la adquisición de bienes y servicios disponibles en el municipio, contribuyendo de manera indirecta a la economía de la zona.

Durante la ejecución de las obras se promoverá entre el personal el cumplimiento de las disposiciones ambientales, de seguridad e higiene, mediante pláticas de inducción y supervisión por parte del responsable ambiental del proyecto.

VI.4.6 Compensación por pérdidas o daños

De acuerdo con la evaluación de impactos realizada para el presente proyecto, no se identifican pérdidas ambientales permanentes que requieran la implementación de medidas específicas de compensación ambiental adicionales a las medidas de prevención y mitigación propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

En el caso del retiro del arbolado estrictamente necesario para la ejecución de la obra, el promovente dará cumplimiento a lo que, en su caso, establezca el Ayuntamiento de Morelia mediante la autorización

correspondiente para el derribo, incluyendo las medidas de compensación o reposición que dicha autoridad determine procedentes.

En caso de presentarse daños ambientales derivados de eventos accidentales durante la ejecución del proyecto, el promovente implementará de manera inmediata las acciones correctivas y de restauración necesarias para restituir, en la medida de lo posible, las condiciones originales del sitio afectado y dará cumplimiento a las disposiciones que emitan las autoridades competentes.

CONSULTA PÚBLICA