MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

Manifestación de Impacto Ambiental

para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

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

Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. 2
I.1 Proyecto. 2
I.1.1 Nombre del proyecto. 3
I.1.2 Ubicación del proyecto comunidad, ejido, código postal, localidad, municipio o delegación y entidad federativa. 3
I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto. 3
I.1.4 Presentación de la documentación legal 3
I.2 Promovente. 4
I.2.1 Nombre o razón social 4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente. 4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal 4
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 4
I.3.1 Nombre o razón social 4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP 4
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio 4
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio 5

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

I.1 Proyecto.

El presente estudio para la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) forma parte del proyecto de Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya" para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincon Grande, Papaxtla y Tehitzila, Hidalgo.

Es importante aclarar que el proyecto que se somete a evaluación solo corresponde a la preparación del sitio por la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo sobre el río Zacatlamaya, el cual concierne a zona federal, es importante mencionar que a la par del presente estudio, también se somete a evaluación el Estudio Técnico Justificativo correspondiente por el CUSTF.

A continuación, se presenta el croquis de ubicación, el cual también puede consultarse en anexo en tamaño doble carta.

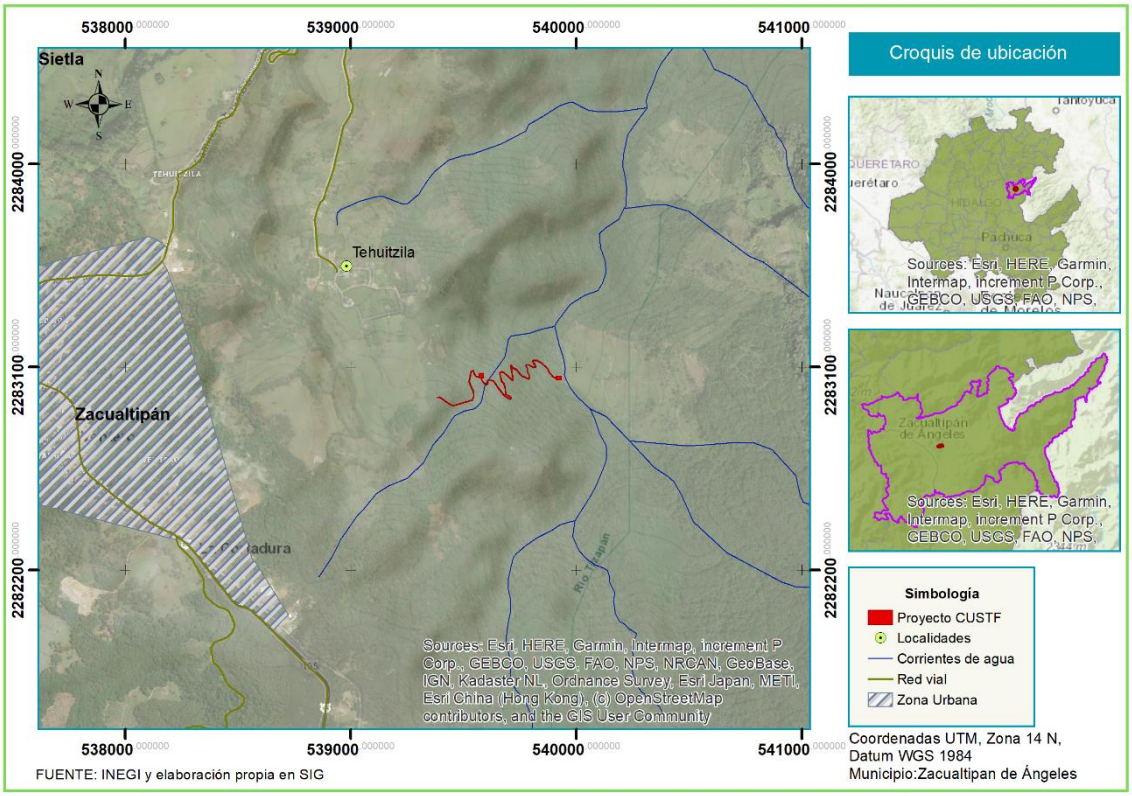


Figura I-1 Croquis de localización

I.1.1 Nombre del proyecto.

El nombre del proyecto es "**Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya", para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo".**

I.1.2 Ubicación del proyecto comunidad, ejido, código postal, localidad, municipio o delegación y entidad federativa.

El área del proyecto se encuentra ubicada en predio rustico denominado "Tochimal" código postal 43219, ubicado en términos de la comunidad de Tehuitzila, municipio de Zacualtipán de Ángeles, Estado de Hidalgo.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto.

El programa de trabajo para el proyecto en estudio contempla una duración de 07 meses para la etapa de preparación de sitio y construcción, y 20 años para la etapa de operación y mantenimiento. Las principales actividades que contempla cada etapa son las siguientes:

Tabla I.1 Programa del trabajo del proyecto.

Etapa	Actividad		Meses						
			1	2	3	4	5	6	7
Preparación de sitio	Levantamiento topográfico y delimitación								
	Rescate de flora y fauna								
	Desmonte								
	Despalme								
	Transporte y disposición de residuos								
Construcción	Planta de bombeo 01	Nivelación y excavación							
		Captación							
		Cárcamo de bombeo							
		Caseta de controles							
		Instalación de tubería							
		Cercado perimetral							
	Transporte y disposición de residuos								
Operación y mantenimiento	Operación de Planta de Bombeo								
	Mantenimiento de Planta de Bombeo								

I.1.4 Presentación de la documentación legal

La documentación legal para la realización del proyecto se puede consultar en anexo y corresponde a los siguientes documentos:

- Constitución de una servidumbre de paso para uso exclusivo del Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya" en favor del municipio

de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo., Libro CLXXVII, Instrumento número 9,690, folios números del 35,213 al 35,218.

- Contrato de Donación a Titulo gratuito, Libro CLXXVII, Instrumento número 9,691, folios números del 35,219 al 35,221.

I.2 Promovente.

I.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Infraestructura Pública y Desarrollo Urbano Sostenible.
Gobierno del Estado de Hidalgo.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.

RFC: GEH690116NV7

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

Ing. Rubén Llaguno Morales
Director General de Estudios y Proyectos
Secretaría de Infraestructura Pública y Desarrollo Urbano Sostenible
Gobierno del Estado de Hidalgo
Se anexan documentos de acreditación legal.

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal

Ex - Centro Minero, Col. Venta Prieta, Edificio No. 2-B. Pachuca de Soto, Hidalgo, [redacted] correo electrónico: ruben.llaguno@hidalgo.gob.mx.

I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Ing. Christopher Magloire Ortiz Vidal

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

[redacted]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

Ing. Christopher M. Ortiz Vidal

I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

I. Contenido

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. 7
II.1 Información del proyecto. 7
II.1.1 Naturaleza del proyecto. 7
II.1.2 Selección del sitio. 9
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización. 10
II.1.4 Inversión requerida. 11
II.1.5 Dimensiones del proyecto. 12
II.1.6 Uso actual de suelo 15
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos. 16
II.2 Características particulares del proyecto. 17
II.2.1 Programa general de trabajo. 20
II.2.2 Preparación del sitio. 21
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto. 26
II.2.4 Etapa de construcción. 26
II.2.5 Operación y mantenimiento Planta de bombeo 01. 30
II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto. 31
II.2.7 Etapa de abandono del sitio. 31
II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 31
II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. 32

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

II.1 Información del proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

El proyecto corresponde a una obra de infraestructura hidráulica de carácter social y de servicio público, destinada al abastecimiento de agua potable a cinco comunidades rurales y urbanas del municipio de Zacualtipán de Ángeles.

El proyecto Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya” para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipan de Ángeles, San Bernardo, Rincon Grande, Papaxtla y Tehitzila, Hidalgo, se constituye principalmente por la construcción de una línea de conducción de agua potable por bombeo y gravedad, para este proyecto será necesario desarrollar diferentes obras como lo son: un camino de acceso, 1 planta de bombeo, 1 planta de rebombeo, 2 líneas de bombeo, 1 tanque de regularización, 1 Caja de cambio de régimen, 1 sistema de cloración y el ramal eléctrico necesario para el suministro de energía eléctrica, sin embargo las obras a evaluar de competencia federal, motivo del presente estudio, corresponden al CUSTF por la apertura de un camino de acceso para la instalación de tubería para una línea de conducción y la construcción y operación de la planta de bombeo 01, la cual será desarrollada sobre una zona Federal, es importante aclarar que el resto de las obras a desarrollar del Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, son competencia de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo y el estudio correspondiente ya se encuentra en evaluación.

El objetivo principal de este proyecto es la construcción de una línea de conducción de agua potable por bombeo y gravedad en Zacualtipán de Ángeles para abastecer el déficit actual de agua en las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla, Tehuitzila y la Cabecera Municipal de Zacualtipán de Ángeles. Esta infraestructura permitirá asegurar un suministro continuo y de calidad a los 32,437 habitantes, mejorando así su calidad de vida y salud. Además, la línea de conducción contribuirá a garantizar la disponibilidad de agua para usos domésticos e industriales, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad de Zacualtipán.

El diseño y construcción de estas obras es un trabajo de ingeniería donde se busca la eficiencia y economía, permitiendo el abastecimiento de la demanda de agua actual y de la población de proyecto. Lo anterior en apego a la normatividad de la Comisión Nacional del Agua.

Para la realización del proyecto se hace necesaria la remoción de vegetación forestal correspondiente a Bosque Mesófilo de Montaña en una

superficie de 4,367.26 m^2, además de la construcción de una planta de bombeo sobre Zona Federal, por lo cual se somete a evaluación el presente estudio.

Objetivos Ambientales y de Justificación del Cambio de Uso de Suelo.

- Atender necesidades básicas de la población: Garantizar el acceso al agua potable de calidad para comunidades rurales y urbanas del municipio de Zacualtipán, considerando el suministro como un servicio prioritario de interés público que contribuye directamente a la salud y bienestar social.

- Optimizar la localización del trazo de la obra: Establecer la línea de conducción de agua potable a lo largo de 1,230.00 mL en una franja de 4,448.08 m^2, procurando que la afectación al Bosque Mesófilo de Montaña sea mínima y concentrada en áreas necesarias para la instalación, evitando aperturas adicionales de brechas o caminos. La superficie de CUSTF corresponde a 4,367.26 m^2.

- Minimizar la fragmentación y degradación de ecosistemas: Aprovechar los caminos de terracería ya existentes para la colocación de la infraestructura, reduciendo la pérdida de cobertura forestal y manteniendo la conectividad ecológica del bosque mesófilo.

- Equilibrar beneficios sociales y afectación ambiental: Justificar que la remoción de vegetación, aunque implica un cambio de uso de suelo forestal, es de carácter puntual, controlado y mitigable, frente a los beneficios permanentes que implica garantizar el derecho humano al agua.

- Cumplimiento normativo y medidas de compensación: Realizar el cambio de uso de suelo en apego a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y a la normatividad de la SEMARNAT, implementando acciones de compensación equivalentes o superiores a la superficie afectada mediante programas de reforestación, restauración y conservación en sitios previamente autorizados.

- Restauración y manejo post-construcción: Establecer un programa de restauración ecológica para recuperar áreas impactadas temporalmente durante la obra, promoviendo la regeneración de la cobertura vegetal y el mantenimiento de la biodiversidad del ecosistema del bosque mesófilo.

- Contribución al desarrollo regional sostenible: Asegurar que la obra hidráulica, aunque implica una afectación puntual al ecosistema, fomente el desarrollo sustentable regional al integrar medidas de prevención,

mitigación y compensación ambiental que garanticen la conservación a largo plazo del patrimonio natural.

II.1.2 Selección del sitio.

Criterios ambientales.

Los responsables del proyecto comprenden y entienden la importancia de la perspectiva ambiental en el proceso de desarrollo de la obra, lo que significa reconocer que existe una relación muy íntima en dos direcciones entre cada una de las acciones que comprenden las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) y cada atributo de los factores del medio físico: fisicoquímico, ecológico y socioeconómico.

Es importante mencionar que la construcción de la planta de bombeo 01 al encontrarse sobre zona federal y la apertura del camino de acceso que requiere el despalme y desmonte de vegetación forestal, se describen en el presente estudio para ser evaluadas por la secretaria.

El desarrollo del proyecto afectará vegetación forestal de Bosque Mesófilo de Montaña y zona federal en una superficie de 4,367.26 m^2, por lo que se contempla implementar acciones de protección y conservación de flora y fauna, mismas que se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P. Las acciones incluyen: un Programa de Vigilancia Ambiental, que considera el monitoreo de una serie de programas específicos, entre ellos se encuentran el Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.

Criterios técnicos y socioeconómicos.

Para la formulación del proyecto se tomaron en cuenta ciertos factores, tales como: tipo de material de las tuberías, diámetro, velocidad de flujo, pérdida de carga y la presión necesaria para abastecer a los usuarios.

El diseño se realizó en estricto apego a lo establecido por la Comisión Nacional del Agua, que es la Entidad Federal Normativa en materia de agua y cuyos lineamientos y normas en este rubro están plasmados en los libros MANUAL DE “CONDUCCIÓN” DE LA SUBDIRECCIÓN GENERAL TÉCNICA DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA y el MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO.

El abastecimiento del agua a un poblado se logra mediante el transporte de este importante líquido desde la fuente de abastecimiento hasta un sitio ubicado en el poblado para su posterior distribución.

Las obras de conducción forman parte de un sistema de agua potable que de acuerdo a su diseño tienen un impacto económico en la operación del mismo.

El objetivo principal de este proyecto es la construcción de una línea de conducción de agua potable por bombeo y gravedad en Zacualtipán de Ángeles para abastecer el déficit actual de agua en las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla, Tehuitzila y la Cabecera Municipal de Zacualtipán de Ángeles. Esta infraestructura permitirá asegurar un suministro continuo y de calidad a los 32,437 habitantes, mejorando así su calidad de vida y salud. Además, la línea de conducción contribuirá a garantizar la disponibilidad de agua para usos domésticos e industriales, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad de Zacualtipán.

El diseño y construcción de estas obras es un trabajo de ingeniería donde se busca la eficiencia y economía, permitiendo el abastecimiento de la demanda de agua actual y de la población de proyecto. Lo anterior en apego a la normatividad de la Comisión Nacional del Agua.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El área del proyecto se encuentra ubicada en predio rustico denominado “Tochimal” código postal 43219, ubicado en términos de la comunidad de Tehuitzila, municipio de Zacualtipán de Ángeles, Estado de Hidalgo.

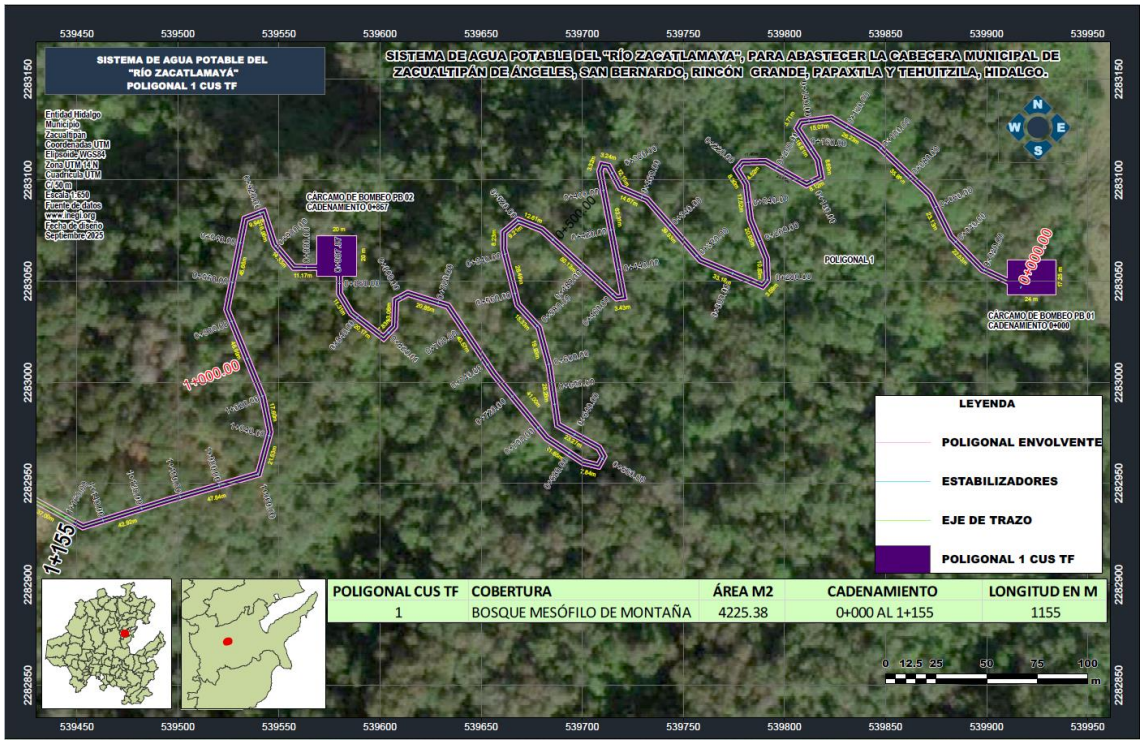


Figura II.1 Ubicación del proyecto.

En archivo anexo, se puede consultar el plano topográfico correspondiente al proyecto.

II.1.4 Inversión requerida.

Para obtener la inversión requerida se hicieron los cálculos de los números generadores y así poder obtener nuestro presupuesto final conforme a nuestros Precios Unitarios 2025 de la zona 2 obteniendo un monto de $43,957,669.26 (Cuarenta y tres millones novecientos ciento cincuenta y siete mil seiscientos sesenta y nueve pesos (26/100 M.N.)., sin embargo es el costo de la totalidad del proyecto, por lo que la inversión para el desarrollo de las obras de competencia federal se desglosan a continuación:

Tabla II.1 Inversión requerida.

PARTIDA	MONTO
1. CAPTACIÓN	$ 408,295.97
2. CASETA DE CONTROLES ELÉCTRICOS BOMBEO	$ 209,350.20
3. CERCADO PERIMETRAL BOMBEO	$ 155,332.62
4. CÁRCAMO DE BOMBEO PB1	$ 1,731,769.22
5. EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO BOMBEO PB01	$ 474,460.37
6. CAMINO DE ACCESO A OBRA	$ 16,936,270.05
Total	$ $19,915,478.43

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

El proyecto “Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”, se desarrollará en un predio con una superficie aproximada de 492,030 m^2, de la cual se afectarán 4,367.26 m^2.

Las dimensiones para el desarrollo del proyecto se describen en la siguiente tabla:

Tabla II.2 Superficies de afectación del proyecto.

POLIGONAL	COBERTURA	ÁREA M2	CADENAMIENTO
1	BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	4225.38	0+000 al 1+155
3	BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	141.88	1+177 al 1+230
TOTAL		4367.26	

La intervención del proyecto del Sistema de Agua Potable *Río Zacatlamaya* ocurre en el **Bosque Mesófilo de Montaña (BMM),** que es un ecosistema de **altísima biodiversidad y fragilidad**, por lo que los riesgos clave se mantienen y deben gestionarse con rigor:

Fragmentación fina del dosel.

La franja abre “claros lineales” que rompen la continuidad del dosel, elevan radiación y viento y favorecen el avance de vegetación secundaria; esto altera el microclima del sotobosque y puede afectar a anfibios, reptiles y aves insectívoras/nectarívoras dependientes de humedad y estructura vertical (Rzedowski, 2006; Williams-Linera, 2012; Ramírez-Bautista et al., 2014).

En la siguiente figura, se indica la ubicación de los polígonos en donde se realizará el CUSTF y la construcción de la Planta de bombeo 01.

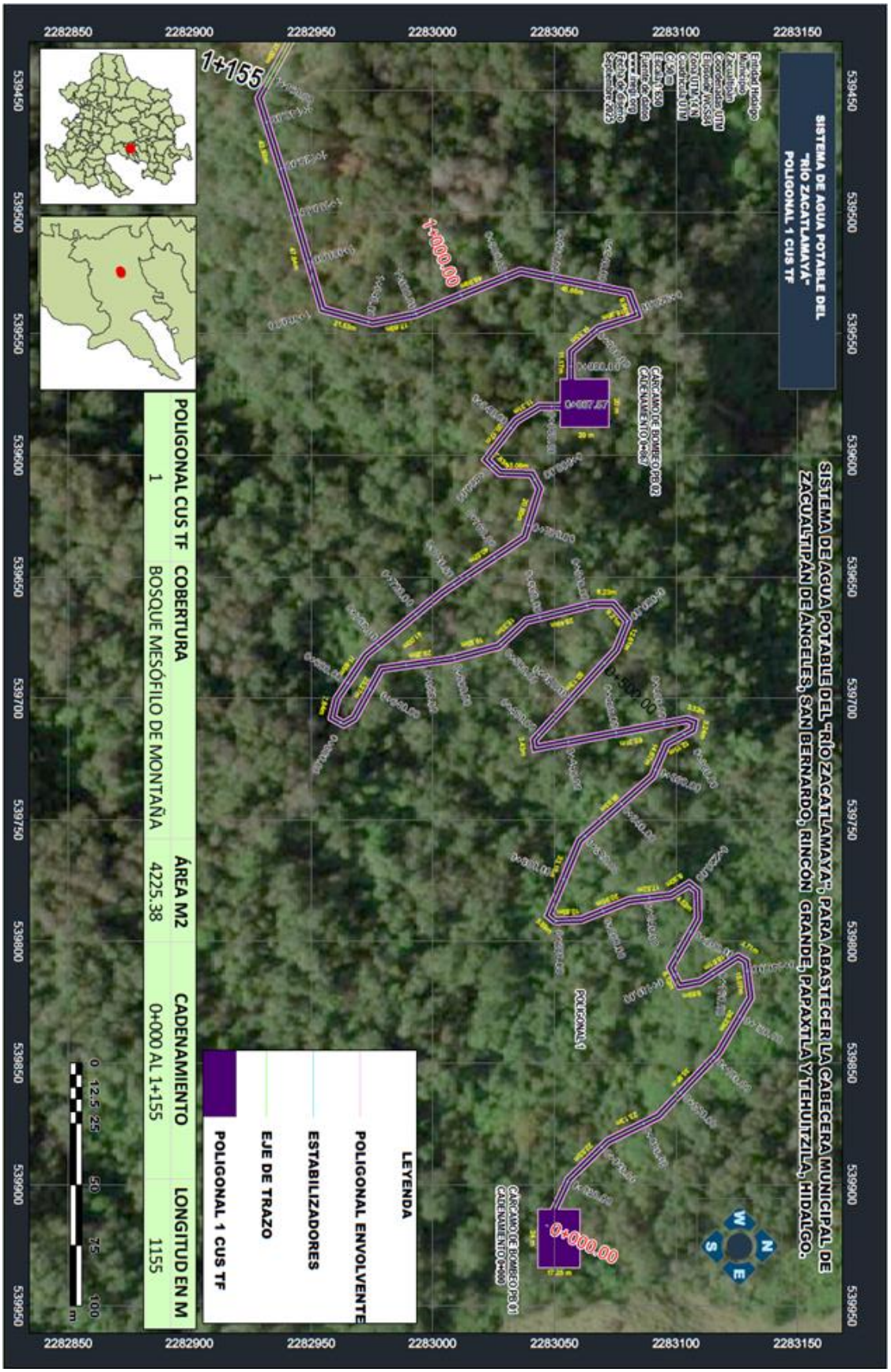


Figura II.2 Polígono 1 de CUS



Figura II.3 Polígono 2 de afectación.

II.1.6 Uso actual de suelo

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación, serie VII de INEGI, en el área donde se desarrollará el proyecto se encuentran usos de suelo de tipo: Bosque Mesófilo de Montaña. Lo anterior se puede observar en la siguiente figura:

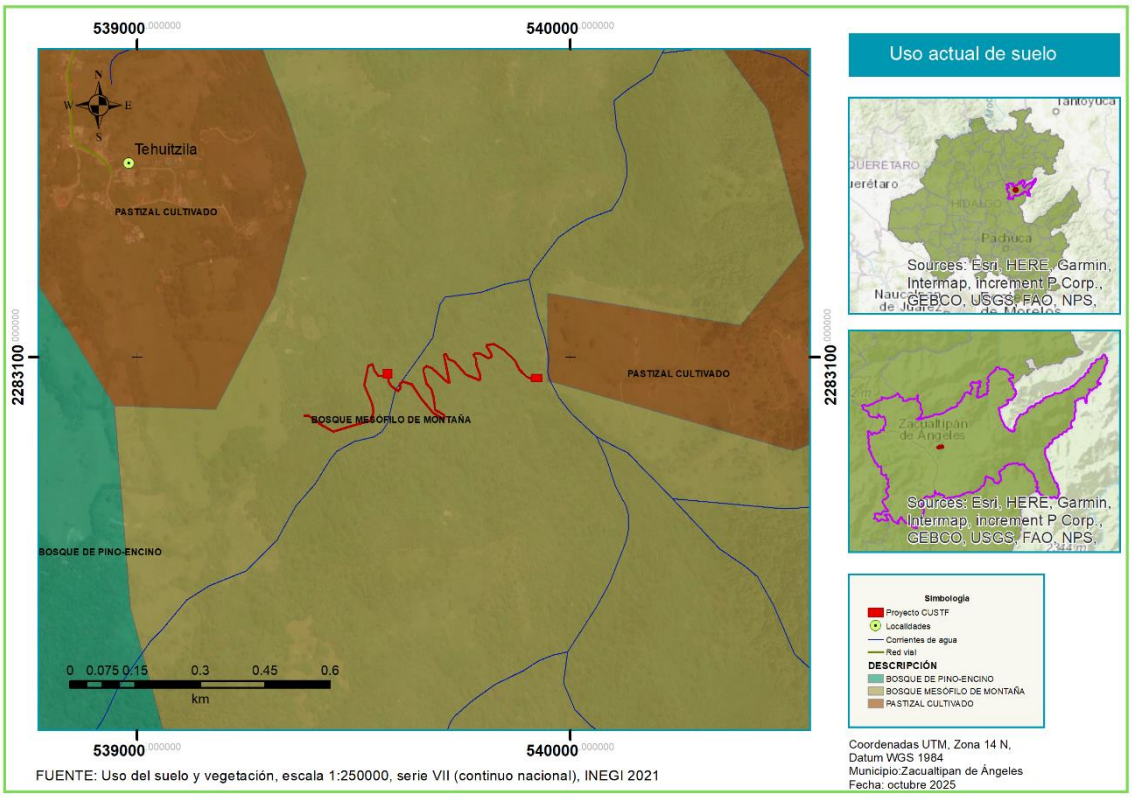


Figura II.4 Uso actual de suelo.

De acuerdo con la figura anterior, se puede observar que el proyecto se encuentra en un uso de suelo de Bosque Mesófilo de Montaña, y los usos colindantes más cercanos al proyecto, son de Pastizal cultivado.

Así también, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo y como se menciona en el capítulo III del presente estudio, el proyecto se encuentra dentro de la UGA 1775 la cual dentro de los usos de suelo tiene un uso incompatible para infraestructura, sin embargo dentro de los lineamientos de la UGA, se establece la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 227.76 ha para la creación de infraestructura, así también la aptitud de suelo presenta valores de 3/5 para infraestructura, por lo que se considera viable la realización del proyecto afectando solamente 4,367.26 m^2 de vegetación forestal, mientras que las obras complementarias del proyecto se desarrollarán sobre un camino prexistente.

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

El área del proyecto se encuentra cercana a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, por lo que los insumos necesarios servicios adicionales pueden adquirirse sin mayor problema.

La vía de acceso al proyecto es por la carretera Pachuca- Huejutla de Reyes, antes de llegar a la cabecera municipal, se ingresa por la calle Marcial Cabazos hacia un camino Inter parcelario que conecta con la localidad de Tehuitzila.

El agua requerida para llevar a cabo las diferentes actividades de la etapa de construcción y la necesaria para construir la planta de bombeo, será transportada en pipas desde las poblaciones más cercanas al área del proyecto.

Para resolver el requerimiento se servicios sanitarios, se instalarán letrinas portátiles, contratadas a una compañía dedicada a este tipo de servicio por parte de la constructora.

Se cuenta con la factibilidad para la introducción de energía eléctrica para el funcionamiento de la planta de bombeo.

Los residuos sólidos que generará dicho proyecto, como son residuos orgánicos (producto del despalme), sacos de material, pedacería de madera, acero, serán depositados en tambos debidamente identificados para poder después disponerlos en los lugares previamente autorizados por la autoridad correspondiente. De esta manera se requiere del servicio de limpia del municipio de Zacualtipán de Ángeles para la disposición de la basura o residuos sólidos no peligrosos.

En cuanto a los residuos peligrosos que puedan generarse como aceite lubricante gastado y sólidos impregnados provenientes de la maquinaria y equipo pesado, se solicitará que el mantenimiento a la maquinaria y equipo sea en talleres para tal fin, sin embargo, en caso de generarse, estos serán dispuestos de acuerdo a todo lo establecido por la reglamentación en materia de residuos peligrosos.

El proyecto contempla la instalación de un almacén temporal en un terreno privado del ayuntamiento municipal para resguardar el material, equipo y maquinaria necesario para la construcción y desarrollo del mismo.

De igual manera, se instalará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores y un almacén dentro de dicho campamento, con contenedores debidamente

marcados para los residuos generados durante las diversas etapas del proyecto, para posteriormente enviarlos a disposición final a un sitio autorizado.

También durante las etapas de preparación del sitio y construcciones requerirá de combustible para la maquinaria pesada. Como no se contempla un sitio de almacenamiento de combustible, este se comprará en la estación de servicio más cercana.

II.2 Características particulares del proyecto.

Para la realización del proyecto las actividades que competen al presente estudio son las siguientes:

Preparación del sitio.

Levantamiento topográfico y delimitación.

En esta etapa se realizará el levantamiento topográfico y delimitación del área sujeta a CUSTF, en donde Mediante equipo de topografía se obtienen las cotas y niveles existentes. Posteriormente con estacas y cintas de medición se establecen los puntos de la poligonal abierta en donde se realizará el desmonte y despalme.

Rescate de flora y fauna.

Previo al desmonte y despalme, se aplicará el Programa de rescate de Flora y Fauna del proyecto, siguiendo las indicaciones prescritas en él, con el fin de minimizar los impactos producidos a la biodiversidad.

Desmonte y despalme.

En el proyecto se afectará un área de 4,367.26 m^2, y consistirá en el despeje de la vegetación existente en el polígono delimitado para CUSTF, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños en la misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y a las bases de diseño en estricto apego a lo establecido por la Comisión Nacional del Agua.

La tala, roza y limpia se efectuará en áreas delimitadas para CUSTF, conforme lo disponga el proyecto. El desenraice se efectuará exclusivamente en la superficie que será ocupada de manera directa.

El despalme removerá el material superficial del terreno, con el objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con

depósitos de material no utilizable. Los despalmes se ejecutarán solamente en un espesor mínimo de 0.20 m.

Transporte y disposición de residuos

Durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte y despalme del terreno generarán residuos de tipo vegetal y orgánico; dichos residuos deberán ser utilizados como mejoradores de suelo a todo lo largo del trazo del proyecto, donde podría proyectarse un cinturón verde con la plantación extensiva de árboles nativos.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, fondo de las excavaciones, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

El material producto de corte, que no cumpla con las condiciones para usarse en los terraplenes, será dispuesto en el banco de tiro autorizado por las autoridades competentes, y será responsabilidad del contratista su transporte.

Construcción planta de bombeo 01.

Nivelación y excavación.

Para la construcción de la planta de bombeo 01, se realizará el trazo y nivelación de terreno de desplante y Excavación a mano y con equipo neumático de 0 a 2 m de profundidad en material tipo II y tipo III.

Captación.

Para esta partida se va a construir una cortina, un filtro, un vertedero y una caja de operación de válvulas, las cuales van a captar agua del Rio Tizapán, por lo que se realizará:

- Construcción de plantilla de concreto hidráulico de 5 cm de espesor
- Construcción de caja de operación de válvulas
- Mampostería para cortina
- Instalación de tubería de alimentación a cárcamo de bombeo la línea de conducción de 12”.

Cárcamo de bombeo y caseta de controles.

Para esta actividad se va a construir un cárcamo de bombeo en una superficie de 18.62 m^2 y una caseta de controles con una superficie de 28.24 m^2.

Para la construcción de caseta de controles eléctricos se construirá una plantilla de concreto hidráulico de 5 cm de espesor, cimientos de mampostería de piedra braza, firme de concreto hidráulico, cadenas de desplante armadas de concreto f’c 200 kg/cm2, muros de tabique, losa maciza de concreto f’c 200 kg/cm2, cancelería y acabados.

La construcción del cárcamo de bombeo será de concreto armado concreto f’c 250 kg/cm2.

Tubería.

En esta actividad, se realizará el suministro, instalación, junteo y pruebas de tubería lisa de acero soldada, tipo a.p.i., grado "b" o x-42.

Por último, se realizará la construcción del cercado perimetral.

Transporte y disposición de residuos.

Los residuos generados durante la fase constructiva están constituidos por escombros, los cuales podrían ser utilizados como rellenos en las partes bajas. Los residuos de tipo doméstico, generados en esta fase, se almacenarán en recipientes adecuados y se dispondrán de manera reglamentaria en el relleno sanitario o tiradero de la región. Los residuos peligrosos (aceites gastados producto del mantenimiento a equipo y maquinaria), sólidos impregnados, serán dispuestos de acorde a la legislación vigente., además, se contará con sanitarios móviles para uso de los trabajadores, cuyo mantenimiento correrá a cargo de la empresa que preste el servicio.

La empresa constructora será la responsable de su disposición final en lugares ex profesos para tal fin. Sin embargo, se tratará de aprovechar al máximo el material sobrante.

Operación y mantenimiento Planta de bombeo 01.

La obra de captación servirá principalmente para contener el agua del rio creando un embalse para poder suministrar el agua al sistema, la rejilla que esta al inicio será un retenedor para solidos suspendidos grandes como: ramas, hojas, basura, animales, basura, etc. de ahí se procede con el filtro de grava este ayudará principalmente a adsorber todas las partículas contaminantes del agua.

La caja de válvulas permitirá tener el control de ingreso del agua al cárcamo para operación y mantenimiento. El vertedero entrara en función para desviar las demasías.

El agua será conducida al cárcamo de bombeo 01 el cual contendrá el equipo electromecánico para dos bombas de 250 hp, una estará en funcionamiento y la otra para emergencia.

Las actividades de mantenimiento de las instalaciones se realizarán principalmente por la reparación de fugas y reposición de tramos dañados por afectaciones a la tubería, esto se propone realizar una vez cada año. Así también se deberá dar mantenimiento al equipo de la planta de bombeo.

II.2.1 Programa general de trabajo.

El programa de trabajo para el proyecto en estudio contempla una duración de 12 meses para la etapa de preparación de sitio y construcción, y 20 años para la etapa de operación y mantenimiento. Las principales actividades que contempla cada etapa son las siguientes:

Tabla II.3 Programa general de trabajo.

Etapa	Actividad		Meses											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación de sitio	Levantamiento topográfico y delimitación													
	Rescate de flora y fauna													
	Desmonte													
	Despalme													
	Transporte y disposición de residuos													
Construcción	Planta de bombeo 01	Nivelación y excavación												
		Captación												
		Cárcamo de bombeo												
		Caseta de controles												
		Instalación de tubería												
		Cercado perimetral												
	Transporte y disposición de residuos													
Operación y mantenimiento	Operación de Planta de Bombeo													
	Mantenimiento de Planta de Bombeo													

II.2.1.1 Estudios de campo y gabinete.

Durante el mes de septiembre del año 2025 se realizó visita de campo para la evaluación del área sujeta a CUSTF donde se desarrollará el proyecto, y se realizaron muestreos en el área del proyecto, así como en la microcuenca del proyecto, la información relativa a los muestreos en campo se puede consultar en el capítulo IV.

El trabajo de gabinete se realizó en los meses de agosto a octubre, desarrollando los capítulos del presente estudio.

En el capítulo IV, se especifican las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en el área del proyecto (AP) y en el Sistema Ambiental (SA), así como aquellas que presentan alguna categoría de riesgo.

La información de los muestreos de campo permitió conocer la estructura de la vegetación, la composición de especies, la diversidad de flora y fauna silvestres, así como conocer el estado de conservación. Se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri*.

El proyecto contempla implementar acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestres, mismas que se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P. Las acciones incluyen: un Programa de Vigilancia Ambiental, que considera el monitoreo de una serie de programas específicos, entre ellos se encuentran el Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.

II.2.2 Preparación del sitio.

Levantamiento topográfico y delimitación.

En esta etapa se realizará el levantamiento topográfico y delimitación del área sujeta a CUSTF, en donde Mediante equipo de topografía se obtienen las cotas y niveles existentes. Posteriormente con estacas y cintas de medición se establecen los puntos de la poligonal abierta en donde se realizará el desmonte y despalme.

Reconocimiento preliminar del terreno: Se realizará un recorrido a lo largo del trazo propuesto para identificar obstáculos naturales (rocas, vegetación secundaria, desniveles) y condiciones de pendiente y se marcarán los accesos provisionales para el ingreso de personal y equipo ligero.

Levantamiento topográfico: Se llevará a cabo con equipo de estación total, GPS diferencial y cintas métricas, se verificará la poligonal del proyecto y se establecerán cotas y niveles de referencia necesarios para mantener la alineación y pendiente de la conducción.

Colocación de estacas y señalamiento: Se instalarán estacas de madera o varillas metálicas pintadas, cada 10 a 20 metros, para marcar el eje de la tubería. En los puntos de cambio de dirección o pendientes críticas se colocarán referencias adicionales, mientras que en las áreas destinadas a cárcamos y tanques de rebombeo se delimitarán con cal, cinta plástica y estacas perimetrales.

Apertura mínima para visibilidad: Se realizará el deshierbe manual en franjas reducidas para facilitar la visibilidad del trazo y evitar desplazamientos de estacas. Esta actividad no implica desmonte total, únicamente limpieza puntual en sitios de trazo.

Actividades complementarias identificadas.

- Establecimiento de caminos de acceso menores para topografía y movimiento de personal, con dimensiones mínimas para evitar afectación adicional.
- Delimitación física del área de trabajo con cinta plástica o malla ligera, evitando que personal o equipo neumático exceda el ancho autorizado de 3 m.
- Bitácora ambiental y fotográfica inicial, que registre las condiciones del terreno previo al inicio de las obras, para fines de verificación y cumplimiento normativo.
- Señalamiento preventivo y medidas de seguridad, especialmente en zonas con pendientes mayores al 20 % para reducir riesgos de accidentes.

Rescate de flora y fauna.

Previo al desmonte y despalme, se aplicará el Programa de rescate de Flora y Fauna del proyecto, siguiendo las indicaciones prescritas en él, con el fin de minimizar los impactos producidos a la biodiversidad, las técnicas de rescate se especifican en cada programa.

Desmonte y despalme.

En el proyecto se afectará un área de 4,367.26 m^2, y consistirá en el despeje de la vegetación existente en el polígono delimitado para CUSTF, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños en la

misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y a las bases de diseño en estricto apego a lo establecido por la Comisión Nacional del Agua.

Delimitación del área: Se señalan con cinta plástica o estacas los bordes laterales de los 3.0 m de ancho, para evitar exceder la franja autorizada y se marcan los ejemplares arbóreos a conservar dentro de la franja, que deben protegerse durante la obra.

Limpieza de vegetación menor: Se cortan herbáceas, zacates y arbustos de talla baja que interfieran con el trazo de la tubería mediante el uso de machetes, azadones y herramientas manuales para minimizar la remoción innecesaria.

Retiro y acopio de material vegetal: El material producto del chapoleo se acopia en puntos definidos. En la medida de lo posible, los residuos vegetales se reutilizarán como **cobertura de suelos expuestos** o como **acolchado** en áreas aledañas, evitando su quema.

Protección de especies de interés: Si se identifican individuos de flora con valor ecológico o enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se evitará su derribo y se ajustará el trazo para conservarlos. Para el caso de ejemplares arbóreos menores dentro de la franja, se valorará su **trasplante** a zonas de restauración.

Control del área intervenida: Se limita estrictamente el tránsito de personal y equipo neumático al interior de los 3.0 m autorizados; se colocan señalamientos preventivos y cinta para marcar el área de trabajo.

Actividades complementarias.

- *Bitácora ambiental:* registro fotográfico y escrito de las especies eliminadas y de los individuos conservados.
- *Protección con barreras naturales:* ramas o residuos vegetales pueden usarse como cercado provisional para evitar erosión superficial.
- *Supervisión ambiental:* un responsable verificará que no se exceda el ancho de 3 m ni se afecte vegetación fuera de la franja autorizada.

Derribo de árboles.

En el área de Cambio de Uso de Suelo, dentro de la franja de **3.0 m de ancho**, será necesario el **derribo controlado de árboles** de especies arbóreas como **encinos (*Quercus*), pinos (*Pinus*), *Alnus*** y otras especies propias del Bosque Mesófilo de Montaña. Los individuos presentan diámetros promedio

entre 10 y 40 cm, por lo que su manejo requiere de técnicas cuidadosas y controladas. Incluye las siguientes actividades:

Marcaje y selección de individuos a derribar: Se realiza un recorrido para identificar los ejemplares que interfieren con el trazo, cada árbol a derribar se marca con pintura ecológica o cinta plástica y se registran los datos en la bitácora (especie, diámetro a la altura del pecho, ubicación aproximada).

Protección de árboles a conservar: Los individuos fuera de la franja de 3 m o con valor ecológico especial se señalan para evitar afectación y se colocan protecciones físicas (malla o tablones) en los troncos de árboles cercanos.

Derribo controlado: Se utilizan motosierras certificadas y herramientas manuales. El corte se realiza de forma dirigida, con cuñas y tirantes, para orientar la caída en dirección contraria a la línea de tubería y evitar daños colaterales dando prioridad a derribar los ejemplares en horas de baja velocidad de viento, para mayor seguridad.

Trozado y retiro de material: Los troncos y ramas se cortan en secciones manejables (1 a 2 m). El material leñoso se acopia temporalmente en sitios designados, evitando obstrucción de cauces o caminos. Se propone su aprovechamiento como **leña, postes o cercado** por parte de la comunidad, o su trituración para generar astilla y cobertura de suelo.

Manejo de residuos menores: Las ramas delgadas, hojas y restos vegetales se agrupan y se recomienda utilizarlos como **acolchado** en áreas de restauración para disminuir la erosión. Se prohíbe la quema a cielo abierto.

Actividades complementarias.

- *Supervisión ambiental:* un técnico forestal verificará que el derribo se limite al ancho autorizado de 3 m.
- *Registro fotográfico:* antes y después de cada jornada, para comprobar el cumplimiento de la autorización.
- *Medidas de seguridad:* uso de casco, guantes, lentes, botas con casquillo, chaleco y equipo de motosierras en condiciones óptimas.
- *Restauración posterior:* los tocones remanentes podrán ser tratados con sellador para prevenir plagas y, en las áreas no ocupadas por tubería, se recomienda reforestación

Para el caso del **derribo de árboles en áreas con pendientes pronunciadas** en las zonas donde la franja de 3 m de ancho atraviesa pendientes mayores al 45 % y hasta 60 %, con árboles de especies como *Quercus* (encinos), *Pinus* (pinos) y *Alnus*, la actividad de derribo debe considerar

la susceptibilidad a **erosión, deslizamientos y arrastre de material vegetal** siguiendo el siguiente protocolo:

Marcaje y planeación previa: Se identifican los árboles a derribar mediante levantamiento topográfico y marcaje con pintura, determinando la dirección de caída más segura, considerando pendiente, obstáculos naturales y cercanía de la tubería. Se colocan estacas y cinta de seguridad para restringir el acceso al área durante el derribo.

Preparación del terreno y anclaje: En pendientes pronunciadas, se habilitan pequeñas terrazas o descansos donde el personal pueda trabajar con estabilidad. Los árboles se aseguran con cuerdas o malacates anclados a puntos fijos para dirigir la caída y evitar rodamiento libre.

Derribo dirigido: Se realizan cortes con motosierra aplicando la técnica de *entalladura de dirección y corte de caída controlada.* El uso de cuerdas permite orientar el derribo hacia la franja de trabajo y reducir el impacto sobre árboles vecinos. Esta actividad se debe ejecutar en condiciones climáticas estables, evitando lluvias intensas que incrementen riesgos.

Trozado y control del material en pendiente: Los troncos se cortan en secciones cortas (1 m a 1.5 m) para limitar el riesgo de rodamiento y se colocan barreras temporales con troncos menores o sacos de tierra en la parte baja para detener fragmentos que pudieran deslizarse. El material aprovechable (troncos y ramas mayores) se acopia en zonas planas accesibles mediante arrastre controlado con cuerdas.

Manejo de residuos y control de erosión: Las ramas y el material fino se distribuyen sobre el suelo como cobertura para disminuir el impacto de las lluvias y favorecer la retención de humedad. En sitios críticos se recomienda construir *barreras vivas* con ramas entrelazadas siguiendo las curvas de nivel.

Deben tenerse en cuenta las siguientes acciones:

- Supervisión técnica forestal y ambiental para garantizar que no se exceda el ancho autorizado ni se generen rodaderos innecesarios.
- Bitácora de seguridad que registre condiciones de cada jornada.
- Revegetación compensatoria en microterrazas o sitios de mayor perturbación, una vez concluida la obra.
- Uso obligatorio de equipo de protección personal (EPP), como arnés de seguridad, cuerdas de sujeción, botas con suela antiderrapante, casco, guantes y chaleco reflectante.

Transporte y disposición de residuos

Durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de desmonte y despalme del terreno generarán residuos de tipo vegetal y orgánico; dichos residuos deberán ser utilizados como mejoradores de suelo a todo lo largo del trazo del proyecto, donde podría proyectarse un cinturón verde con la plantación extensiva de árboles nativos.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, fondo de las excavaciones, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

El material producto de corte, que no cumpla con las condiciones para usarse en los terraplenes, será dispuesto en el banco de tiro autorizado por las autoridades competentes, y será responsabilidad del contratista su transporte.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

El proyecto contempla la instalación de un almacén temporal durante el tiempo en el que se realice la obra en un terreno privado del ayuntamiento municipal para resguardar el material, equipo y maquinaria necesario para la construcción y desarrollo del mismo.

De igual manera, se instalará un sanitario portátil por cada 10 trabajadores y un almacén dentro de dicho campamento, con contenedores debidamente marcados para los residuos generados durante las diversas etapas del proyecto, para posteriormente enviarlos a disposición final a un sitio autorizado.

II.2.4 Etapa de construcción.

Construcción planta de bombeo 01.

Nivelación y excavación.

Para la construcción de la planta de bombeo 01, se realizará el trazo y nivelación de terreno de desplante y Excavación a mano y con equipo neumático de 0 a 2 m de profundidad en material tipo II y tipo III. Se realizará el afine de taludes y fondo, extracción de rezaga a borde, traspaleos.

Así también se realizará excavación con equipo neumático, material seco tipo III, se realizará barrenación, poblado, detonación, afine de taludes y fondo,

extracción de rezaga a mano a borde, traspaleos y acarreo libre, la excavación será de 0.00 a 2.00 m. de profundidad

Captación.

Para esta partida se va a construir una cortina, un filtro, un vertedero y una caja de operación de válvulas, las cuales van a captar agua del Rio Tizapán, por lo que se realizará:

- Bombeo de achique con bomba de 75 mm por 160 horas.
- Construcción de plantilla de concreto hidráulico f´c= 100 kg/cm2 de 5 cm de espesor.
- Cimbra de contacto acabado común en columnas y muros.
- Se utilizará acero de refuerzo en estructura diámetro # 3, f'y= 4,200 kg/cm2 y con alambrón # 2, f'y= 2,530 Kg/cm2.
- Se utilizará concreto hidráulico hecho en obra f'c= 250 kg/cm2 en estructura y losas t.m.a. 19 mm.
- Construcción de caja de operación de válvulas
- Mampostería para cortina con acabado común con piedra braza en muro de espesor menor de 0.61 a 1.00 m.
- Construcción de caja de válvulas tipo 3 de 1.40 x 1.20 m. medidas interiores para agua potable.
- Suministro, colocación y pruebas de válvula de compuerta bridada de bronce de vástago fijo con volante de 400 mm. (16")
- Suministro e instalación de piezas especiales de fierro fundido, hasta 300 mm. (12"), empaque de neopreno de 12", tornillo de 7/8" x 4".
- Suministro y colocación de marco y tapa de polietileno de media densidad alta resistencia para caja de válvulas de agua potable de 50 x 50 x 7.50 cm.
- Suministro e instalación de contramarco sencillo de 4" x 1.10 m.
- Cama de grava en zanja para tubería
- Instalación de tubería de alimentación a cárcamo de bombeo la línea de conducción de 12”.

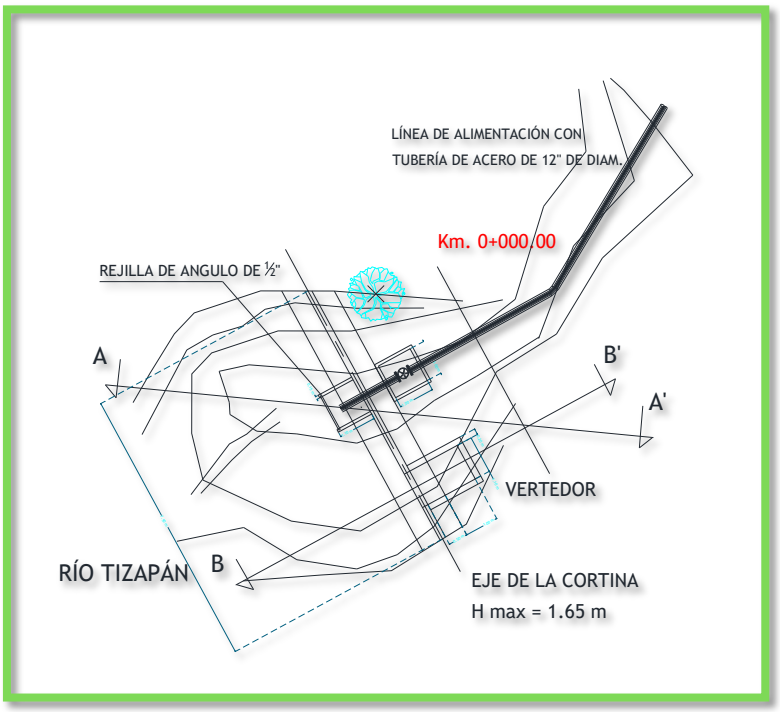


Figura II.5 Detalle de Cortina para obra de captación.

Cárcamo de bombeo y caseta de controles.

Para esta actividad se va a construir un cárcamo de bombeo en una superficie de 18.62 m^2 y una caseta de controles con una superficie de 28.24 m^2. Para la construcción de caseta de controles eléctricos se construirá una plantilla de concreto hidráulico de 5 cm de espesor, cimientos de mampostería de piedra braza, firme de concreto hidráulico, cadenas de desplante armadas de concreto f’c 200 kg/cm2, muros de tabique, losa maciza de concreto f’c 200 kg/cm2, cancelería y acabados.

En la caseta de controles se instalará un sistema de alumbrado, dos luminarias arbotantes, tablero de control marca square d qod4, registro eléctrico de 40 x 40 x 60 cm, instalación de bajada monofásica para acometida, coladera resumidero cuadrado de fo. fo. de 4" x 4", bajada de agua pluvial con tubo de pvc sanitario de 4".

La construcción del cárcamo de bombeo será de concreto armado concreto f’c 250 kg/cm2.

Primeramente, se realizará la excavación en zanja por medios mecánicos en material seco clase II de 0 a 8 m y en material seco clase III de 0 a 8 m.

Se colocará plantilla de concreto hidráulico hecho en obra f´c= 100 kg/cm2 de 10 cm. Y se utilizará concreto hidráulico hecho en obra f'c= 250 kg/cm2 en estructura y losas t.m.a. 19 mm.

Se realizará el suministro y colocación de escalera marina a base de fierro redondo de 5/8" de diámetro y cuadrado macizo de ½", de 0.60 m. de ancho y 1.50 m. de altura con peraltes a cada 25 cm., fijada con mortero cemento-arena 1:3; y suministro y colocación de tapa metálica para registro de cisterna de 72 x 72 cm.

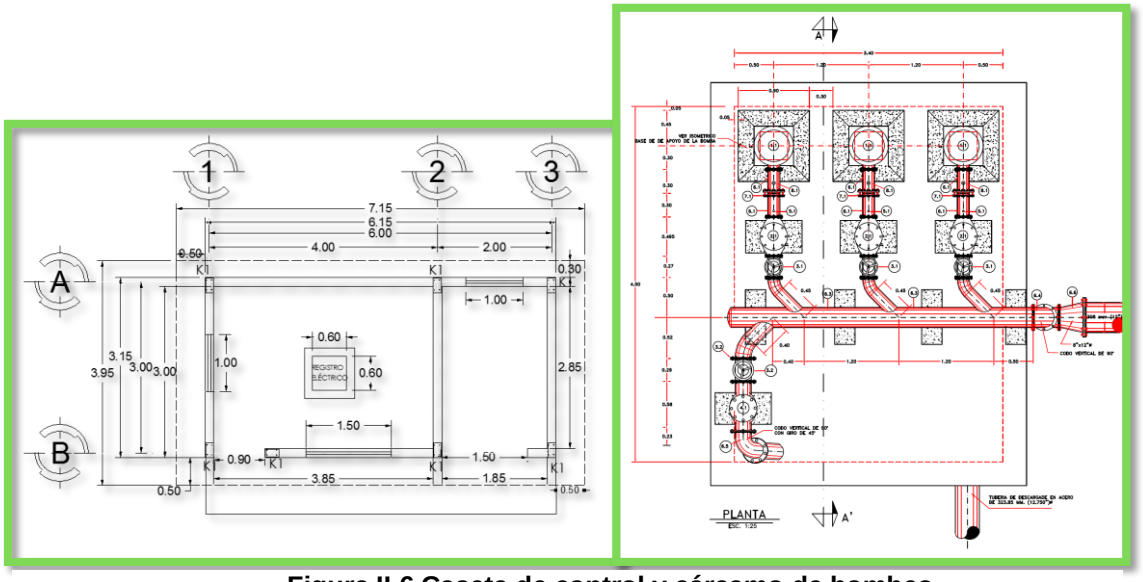


Figura II.6 Caseta de control y cárcamo de bombeo.

Tubería.

En esta actividad, se realizará el suministro, instalación, junteo y pruebas de tubería lisa de acero soldada, tipo a.p.i., grado "b" o x-42.

Por último, se realizará la construcción del cercado perimetral con cimientos de mampostería de piedra braza asentada con mortero cemento-arena 1:3; cadena de concreto hidráulico hecho en obra f`c= 150 kg/cm2, de 15 x 20 cm. reforzada con armex de 10 x 15 cm, muro de tabique rojo recocido medidas 5.5 x 12 x 24 cm, suministro y colocación de puerta a base de perfil tubular calibre 18 con tablero de lámina calibre 20 tipo caja en toda la puerta y por último se realizará un tendido de tezontle en área verde y/o permeable.

Transporte y disposición de residuos.

Los residuos generados durante la fase constructiva están constituidos por escombros, los cuales podrían ser utilizados como rellenos en las partes

bajas. Los residuos de tipo doméstico, generados en esta fase, se almacenarán en recipientes adecuados y se dispondrán de manera reglamentaria en el relleno sanitario o tiradero de la región. Los residuos peligrosos (aceites gastados producto del mantenimiento a equipo y maquinaria), sólidos impregnados, serán dispuestos de acorde a la legislación vigente., además, se contará con sanitarios móviles para uso de los trabajadores, cuyo mantenimiento correrá a cargo de la empresa que preste el servicio.

La empresa constructora será la responsable de su disposición final en lugares ex profesos para tal fin. Sin embargo, se tratará de aprovechar al máximo el material sobrante.

Residuos Sólidos Urbanos (RSU): Se deben mantener recipientes cerrados y rotulados para la separación en origen, establecer rutas internas de recolección para su traslado al área de acopio temporal, coordinar con el municipio la recolección periódica para su disposición final y capacitar al personal en la correcta separación de RSU.

Residuos de Manejo Especial: Se requiere clasificar los materiales de excavación (escombro, tierra, piedras) para su posible reutilización en rellenos o nivelaciones; segregar los residuos aprovechables (acero, madera, plásticos, sacos vacíos) y canalizarlos a centros de acopio o reciclaje, depositar los residuos no aprovechables en un sitio autorizado por la autoridad, establecer un área temporal de almacenamiento con medidas de contención (lonas, señalización) y llevar un control en bitácora sobre las cantidades generadas, tipo de residuo y destino final.

II.2.5 Operación y mantenimiento Planta de bombeo 01.

La obra de captación servirá principalmente para contener el agua del rio creando un embalse para poder suministrar el agua al sistema, la rejilla que esta al inicio será un retenedor para solidos suspendidos grandes como: ramas, hojas, basura, animales, basura, etc. de ahí se procede con el filtro de grava este ayudará principalmente a adsorber todas las partículas contaminantes del agua.

La caja de válvulas permitirá tener el control de ingreso del agua al cárcamo para operación y mantenimiento. El vertedero entrara en función para desviar las demasías.

El agua será conducida al cárcamo de bombeo 01 el cual contendrá el equipo electromecánico para dos bombas de 250 hp, una estará en funcionamiento y la otra para emergencia.

Las actividades de mantenimiento de las instalaciones se realizarán principalmente por la reparación de fugas y reposición de tramos dañados por afectaciones a la tubería, esto se propone realizar una vez cada año. Así también se deberá dar mantenimiento al equipo de la planta de bombeo, así como limpieza general por el crecimiento de maleza en la planta.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto.

Debido a la naturaleza del proyecto, para la etapa de operación no se consideran obras asociadas al proyecto de tipo edificios de áreas administrativas, de servicios, etc.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio.

En este tipo de obras la experiencia señala que no se da el caso de abandono, sino que por el contrario con mantenimiento periódico la infraestructura continúa siendo útil, por lo que no se están contemplando ningún tipo de programas de restitución para darle otro uso a la zona del proyecto.

II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

Los residuos sólidos urbanos que generará el proyecto serán basura (envolturas y residuos orgánicos) producto de los trabajadores, esta será almacenada en contenedores debidamente identificados para su posterior recolección por los servicios de limpia del municipio.

Los residuos de manejo especial tales como materiales pétreos; productos de las excavaciones y cortes, serán enviados a disposición final a bancos de tiro debidamente autorizados; el papel, plásticos, cartón, sacos de material, pedacería de madera y acero, serán depositados en contenedores debidamente identificados para posteriormente disponerlos conforme la legislación vigente.

De esta manera, se requiere del servicio de limpia del municipio de Zacualtipán de Ángeles para la adecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial generados durante la preparación de sitio y construcción del proyecto.

No se contempla la generación de residuos peligrosos. Los mantenimientos de maquinaría se realizarán en sitios ex profesos al área del proyecto, los cuales contarán con todos los lineamientos dispuestos en la NOM-052-SEMARNAT-2005. La disposición final será en lugares autorizados por la

SEMARNAT. En caso de generarse, estos deberán ser dispuestos de acorde a la legislación vigente.

II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

Por el tipo de obra, solo se requiere un sitio de disposición final de residuos, para lo cual el municipio cuenta con un relleno sanitario.

El sitio de disposición final se ubica a la altura de la Carretera Federal Pachuca – Huejutla km 105, en un predio denominado “La Orellana”, en la colonia La Cortadura, de la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles Hidalgo, entre las coordenadas geográficas 20°63’77’’ Latitud Norte y 98°63’70’’ Longitud Oeste, este predio es propiedad privada y el H. Ayuntamiento paga la renta mensual por el uso de disposición final de residuos sólidos urbanos, cuenta con una superficie total de 3.5 hectáreas.

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Manifestación de Impacto Ambiental

para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

IV VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO. 34
III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial 35
III.1.1 Ordenamiento Ecológico del Territorio 35
III.1.1 Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo. 43
III.2 Plan y/o Programas de Desarrollo Urbano 57
III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, estado de Hidalgo 57
III.2.2 Plan Municipal de Desarrollo de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, 2020-2024. Alineado al Plan Estatal de Desarrollo, Gobierno del Estado de Hidalgo 2022-2028. 62
III.3 Normas aplicables (Oficial Mexicana o Técnica Ecológica Estatal) 65
III.3.1. Normas Oficiales Mexicanas 65
III.3.1 Normas Técnicas Ecológicas Estatales. 67
III.4 Área Natural Protegida Estatal (ANP Federal, el proyecto será evaluado por la federación) 69
III.5 Reglamento Municipal y/o Bando de Policía y Buen Gobierno 70
III.5.1 Reglamento Interior de la Administración Pública para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Decreto número 004/2022 70
III.5.2 Bando de Policía y Gobierno para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo 71
III.6 Otros. Legislación Federal 73
III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 73
III.6.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente 73
III.6.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 77
III.6.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable 82
III.6.5 Ley General para la Vida Silvestre 83
III.6.6 Reglamento de la Ley General para la Vida Silvestre 86
III.6.7 Ley General de Cambio Climático 87
III.6.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 91
III.6.9 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 93

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Tomando como base la ubicación espacial y las características del proyecto descritas en el Capítulo II se presenta a continuación un análisis del vínculo existente entre el proyecto y los diferentes instrumentos de planeación existentes en la zona. Este capítulo tiene como finalidad establecer la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes que aplican en el área lo que permitirá definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental del proyecto.

El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados para la ejecución del proyecto, así como asegurar que no exista interferencia con algún otro plan, programa, ley o reglamento aplicable al proyecto.

Para la elaboración de este capítulo se emplean fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos, federal, estatal y municipal que tienen incidencia en el área de estudio del proyecto **“SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA”, PARA ABASTECER LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO,** que de acuerdo a la Guía de Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieren cambio de uso de suelo, la vinculación y análisis de congruencia con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y con la regulación sobre uso de suelo son los siguientes:

Tabla III- 1 Ordenamientos jurídicos aplicables a vincular.

ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES
◆ Ordenamiento Ecológico del Territorio ◆ Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo. ◆ Plan y/o programas de Desarrollo Urbano. Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, estado de Hidalgo. Plan Municipal de Desarrollo de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, 2020-2024. ◆ Normas aplicables (Oficial Mexicana o Técnica Ecológica Estatal). ◆ Áreas Naturales Protegidas. ◆ Reglamento Municipal. ◆ Bando de Policía y Buen Gobierno. ◆ Otros: - Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento.

ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento. - Ley General de vida silvestre y su reglamento. - Ley General para la Vida Silvestre y su regalamento. - Ley General de Cambio climático. - Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a la Guía de Manifestación de Impacto Ambiental - Obra Pública.

III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico Territorial

III.1.1 Ordenamiento Ecológico del Territorio

El programa de Ordenamiento Ecológico General del territorio (POEGT) es un instrumento de política pública, sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico (ROE), y se considera como instrumento estratégico por el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2007-2012. Su objetivo es reglamentar el uso de suelo y las actividades productivas, con la finalidad de alcanzar la protección del ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a raíz del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de estos. Asimismo, actúa en todo el país, dirige la planeación y ejecución de las políticas públicas, social y económica. Orienta hacia el establecimiento de una relación de equilibrio entre los recursos naturales, su aprovechamiento y la satisfacción de las necesidades de la sociedad en busca del desarrollo sustentable. El POEGT se integra por la regionalización ecológica, lineamientos y estrategias ecológicas y es aplicable a diferentes niveles: general, marinos, regionales y locales (POEGT, 2012).

Se realizó la vinculación del proyecto **“Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”,** con respecto al POEGT, en donde se observa que el proyecto incide en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 117, Región 18.32 denominada “Karst Huasteco Sur” (Figura III.1). En la Tabla III.2, se describen los atributos generales de la UAB 117 en la que incide el proyecto y en la Tabla 3 la vinculación con aquellas estrategias aplicables.

Tabla III- 2 Atributos Generales de la UAB 117 Región 18.32 “Karst Huasteco Sur”.

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Estrategias sectoriales
117 Karst Huasteco Sur	Preservación de flora y fauna	Forestal Minería	Agricultura Ganadería Poblacional	CFE Desarrollo Social PEMEX Turismo Pueblos indígenas	Restauración de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15 BIS, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44.

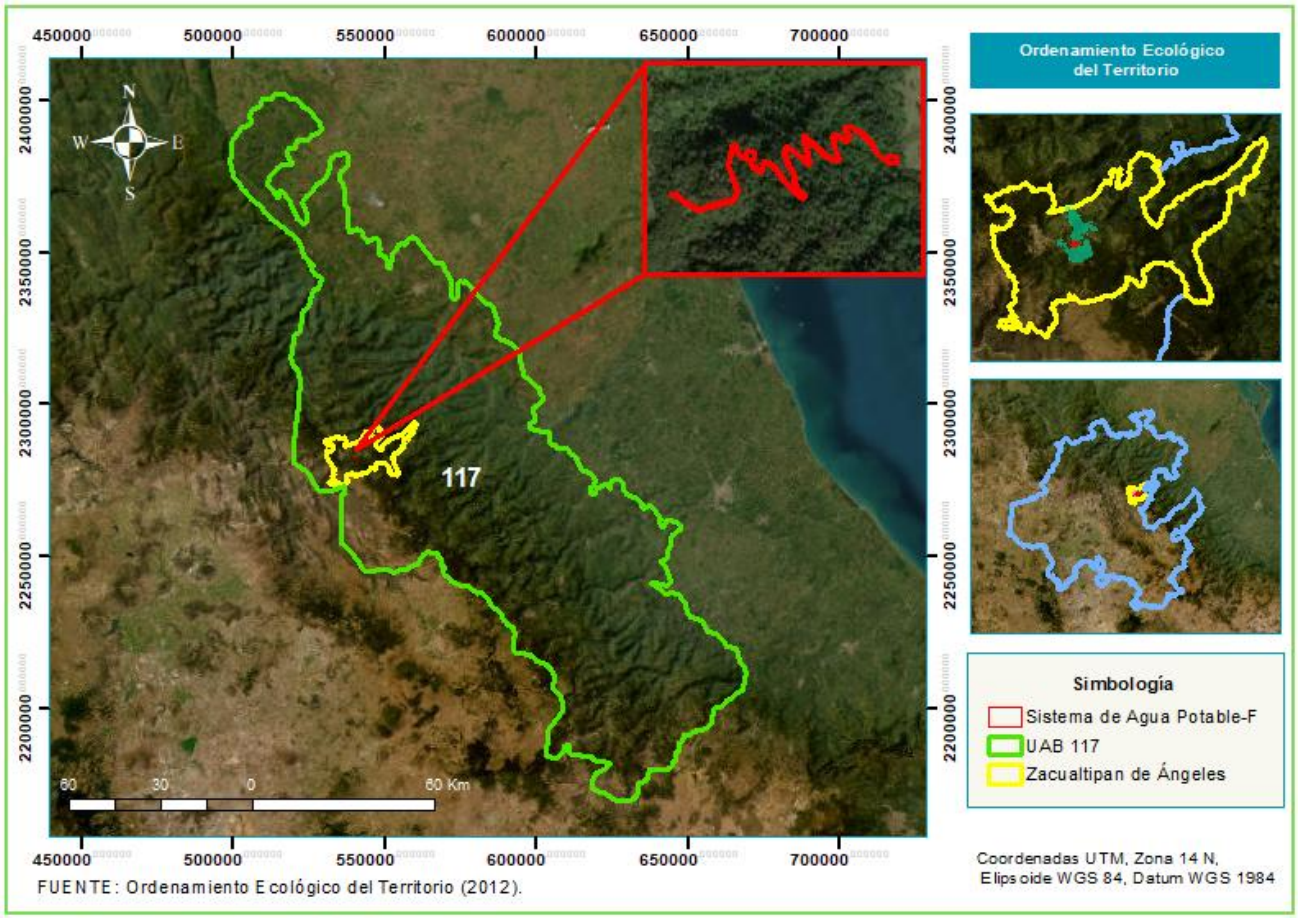


Figura III- 1 Ubicación del proyecto respecto al Ordenamiento Ecológico Territorial.

Tabla III- 3 Vinculación con las estrategias de la UAB 117 aplicables al proyecto.

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Es aplicable al proyecto. En este sentido, se realiza la manifestación de impacto ambiental, en donde se describen los factores bióticos y abióticos presentes

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	2. Recuperación de especies en riesgo.	en el área donde se desarrollará el proyecto. Se realizaron muestreos de campo y revisión bibliográfica según corresponde. En el capítulo IV, se especifican las especies de flora y fauna que encontraron en el área del proyecto (AP) y en el Sistema Ambiental (SA), así como aquellas que presentan alguna categoría de riesgo. La información de los muestreos de campo permitió conocer la estructura de la vegetación, la composición de especies, la diversidad de flora y fauna, así como conocer el estado de conservación. El proyecto contempla implementar acciones de protección y conservación de flora y fauna, mismas que se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P. Las acciones incluyen: un Programa de Vigilancia Ambiental, que considera el monitoreo de una serie de programas específicos, entre ellos se encuentran el Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Para el establecimiento del proyecto se requiere de la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo, sin embargo, no se contempla realizar ningún tipo de aprovechamiento de los ecosistemas. En atención a lo dispuesto por el artículo 3, fracción III de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), se respetará la integridad funcional y la capacidad de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No se vincula con el proyecto, debido que pese a que el uso de suelo y vegetación del área en donde se pretende desarrollar el proyecto es forestal, este no contempla actividades de aprovechamiento de los suelos agrícolas y pecuarios.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con el presente criterio.

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Este criterio no aplica al proyecto, porque para el establecimiento del sistema de agua potable no se pretende aprovechar de forma sustentable las materias primas, sino se trata de la remoción total de la vegetación en una superficie de 4448.08 m^2 respetando los ecosistemas adyacentes y la construcción y operación y mantenimiento de una planta de bombeo. Se considera ejecutar diversos programas que contribuyen a la preservación de los ecosistemas y los servicios que proveen, tales como Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El promovente considera la conservación y protección de los recursos naturales, y en consecuencia de los servicios ambientales que estos brindan. Dichas acciones se describen ampliamente en el Capítulo VI de la presente MIA-P, así como en los programas ambientales como: Programa de rescate y reubicación de flora. Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Programa de reforestación.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	El promovente considera la implementación de las medidas de prevención y mitigación para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua y otros componentes ambientales con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el proyecto. Se proponen diversos programas específicos (Capítulo VI de la presente MIA-P) que tienen como finalidad la preservación el ecosistema y de los servicios que proveen. Además, durante la remoción de la vegetación se respetará las áreas adyacentes al proyecto. Durante la ejecución del proyecto no habrá uso de agroquímicos, por lo que el presente criterio no es de observancia para el mismo.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El objetivo del proyecto no es la restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas; sin embargo, cumple con lo que establece este criterio al hacer las gestiones pertinentes para que los impactos que genere el proyecto sean mínimos, a través de la ejecución de los programas específicos: Programa de Reforestación

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
		Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre Programa de manejo integral de residuos Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.
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.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con el presente criterio.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con el presente criterio.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad en el sector de hidrocarburos.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con el presente criterio.
	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de nergía, incrementando la participación de energías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia.
	20. Mitigar el incremento en las emisiones de gases de efecto	El presente proyecto contempla el uso de luminaria LED y tecnologías limpias, lo cual contribuirá a la

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.	mitigación del incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	La presente estrategia no es de observancia del promovente. Corresponde a las autoridades locales o estatales competentes la planeación del ordenamiento territorial.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) –beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo ubano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	La presente estrategia no es de observancia para el promovente, sin embargo, con la implementación del presente proyecto, que se basa en la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo, este mejorará las condiciones de vivienda de los habitantes de la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo.
C) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	La implementación del presente proyecto garantizará que el recurso hídrico llegue a la población dentro de los parámetros normativos de calidad.
	29. Posicionar el tema del agua como un	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	recurso estratégico y de seguridad nacional.	potable y se basa en la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo y este no contempla actividades relacionadas con el presente criterio. Sin embargo, se vincula de manera indirecta a la presente estategia ya que el proyecto contribuye a reducir riesgos derivados de la escases del agua, mismos que pueden traducirse en conflictos sociales, afectaciones a la productividad y vulnerabilidad frente a fenómenos hidrometeorológicos extremos, al asegurar la disponibilidad del recurso bajo parámetros normativos de calidad, se fortalece la resiliencia de las comunidades y se promueve la cohesión social.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	Dado que el proyecto constituye la construcción de un sistema de agua potable, y se basa en la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo garantiza un uso planificado y responsable del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y evitando la explotación no regulada de fuentes locales. De manera económica, representa una inversión de menor costo a largo plazo, ya que disminuye gastos asociados a la atención de enfermedades por consumo de agua no apta, reduce la necesidad de sistemas individuales precarios, esto generará el impulso de condiciones necesarias de ciudades sustentables, así como incrementará el desarrollo regional, derivado de la calidad de vida que mejorará para los habitantes de la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo. Así mismo, evitará que los asentamientos humanos se expandan hacia áreas no aptas.
	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.	
E) Desarrollo Social	33. Aprovechar el desarrollo de capacidades para la anticipación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la probreza.	La presente estrategia no es de observancia para el promovente, sin embargo, con la implementación del presente proyecto, que se basa en la construcción de un sistema de agua potable y en la remoción total de la vegetación del km 0+000 al km 1+230, así como la construcción de una planta de bombeo, se coadyuvará indirectamente con la misma, ya que la culminación del mismo mojarará las condiciones de vivienda de los habitantes de la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo.
	34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a	

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	la dinámica de desarrollo rural.	
	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia.
	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 mejoroar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia.
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	En observancia de las estrategias en cita, durante la ejecución del proyecto se respetarán en todo momento los derechos humanos y laborales, se promoverá la contratación justa y equitativa de personal calificado de la región. Asimismo, a partir de la contratación de personal local se contribuirá al desarrollo económico.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No se vincula con el proyecto, puesto que el proyecto trata del establecimiento de un sistema de agua potable y este no contempla actividades relacionadas con la presente estrategia.
	40. Atender las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o	

Estrategias UAB 117		Vinculación con el Proyecto
	vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de la propiedad rural.	Corresponde a las autoridades locales y estatales integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos, por lo tanto, la presente estrategia no es vinculante con el proyecto.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	Dicha estrategia no es vinculante con el proyecto. Corresponde a las autoridades locales o estatales competentes la planeación del ordenamiento territorial.

Se concluye que, al realizar la vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto no se contrapone a ninguna de las estrategias establecidas para la UAB 117. No obstante, se alinea con las estrategias establecidas.

III.1.1 Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Hidalgo el día 25 de febrero de 2022, mismo que entró en vigor un día después de su publicación, es el instrumento técnico normativo para la aplicación de la política ecológica que procura alcanzar el desarrollo sustentable en el estado de Hidalgo. Este programa determina fichas por Unidad de Gestión Ambiental (UGA) de la 0001 a la 2373.67 con lineamientos generales para el desarrollo de las actividades productivas, el uso y restauración de los recursos naturales.

Con base en el análisis de este instrumento, se determinó que el proyecto denominado **“Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón**

Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”, en su caracterización federal se localiza en la **Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. 1775**, la cual presenta las siguientes características:

Tabla III- 4 Políticas ambientales y asignación de usos de suelo para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo en la UGA, 1775

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
DATOS	**UGA 1775**
POLÍTICA AMBIENTAL	Protección
REGIÓN	Sierra
SUPERFICIE	1,138.8 ha
RIESGOS AMBIENTALES	CAI 0/5, DES 4/5, ERO 3/5, HEL 3/5, HUN 0/5, INU 1/5, SEQ 2/5, TOR 5/5
APTITUD SECTORIAL	AC 0/5, AG 0/5, AH 0/5, CO 5/5, FO 5/5, GA 0/5, ID 0/5, IF 3/5, MI 4/5, PE 2/5, PF 5/5, TU 3/5
USO DE SUELO	**Boque mesófilo de montaña (1,138.8 ha)**
LINEAMIENTOS	Los terrenos forestales (1138.8ha) se gestionan para el desarrollo de los sectores de: Conservación, Forestal no maderable, Minería no metálica, con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 227.76 ha para la creación de infraestructura para esos sectores y los necesarios para la prevención y manejo de incendios forestales y control de plagas forestales.

FUENTE: Ordenamiento ecológico territorial del estado de Hidalgo.

Grado de aptitud	Significado	Grado de riesgo	Significado
0/5	No apto	0/5	Sin riesgo
1/5	Aptitud muy baja	1/5	Riesgo muy bajo
2/5	Aptitud baja	2/5	Riesgo bajo
3/5	Aptitud media	3/5	Riesgo medio
4/5	Aptitud alta	4/5	Riesgo alto
5/5	Aptitud muy alta	5/5	Riesgo muy alto

Tabla III- 5 Agua, relevancia ambiental y usos de suelo de la UGA 1775.

AGUA		
Nombre del acuífero: 1306 Calabozo	Disponibilidad de Agua Subterránea: 9.24 hm^3/año	
Recarga de acuífero: Alta	Volumen de extracción: 0.25 hm^3/año	
RELEVANCIA AMBIENTAL		
Terrenos forestales: 1,138.8 ha	Captura de carbono: 0 ton/año	Grado de conservación: Bajo

Terrenos preferentemente forestales: 0 ha	Valor de Conservación: Muy Alto	Fragilidad ecológica: Alta
USOS DE SUELO		
Usos condicionados: Conservación, Forestal no maderable, Minería no metálica,		
Usos incompatibles: Acuícola, Agrícola de riego, Agrícola de temporal, Asentamientos humanos, Energía eólica, Energía fotovoltaica, Forestal maderable, Ganadería, Industrial, Infraestructura, Minería metálica, Turismo de naturaleza, Turismo convencional.		

El uso actual del paisaje con respecto a su aptitud sectorial en el área del proyecto para la UGA 1775, el uso de suelo de tipo infraestructura, asentamientos humanos, entre otros, se encuentran como usos incompatibles, y para usos de conservación, forestal maderable y minería no metálica se encuentran condicionados.

En la siguiente tabla se muestran la asignación de criterios y estrategias ecológicas aplicables para las UGA 1775.

Tabla III- 6 Criterios de regulación y estrategias ecológicas.

UGA	CRITERIOS DE REGULACIÓN ECOLÓGICA	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS
1775	**CC06, FF01, FF02, FF03, FF04, FF05, FF06, FF07, FF08, FF09, FF10,** FN01, FN02, FN03, FN04, FN05, FN06, FN07, FN08, FN09, FN10, FN11, FN12, FN13, FN14, FN15, FN16, FN17, FN18, FN19, FN20, FN21, FN22, FN23, FN24, FN25, MN01, MN02, MN03, MN04, MN05, MN06, MN07, MN08, MN09, MN10, MN11, MN12, MN13, MN14, MN15, MN16, MN17, MN18, MN19, MN20, MN21, MN22, MN23, MN24, MN25, MN26, MN27, MN28.	**E050, E051, E058, E059, E060, E061, E062, E063, E064, E066, E068, E070, E071, E072, E073, E074, E075, E076, E077, E078, E079, E080, E081, E082, E083,** E084, E085, E088, E089, E090, **E091, E092, E093,** E098, **E101, E102, E107, E108, E109, E110, E111, E112, E113, E116, E117,** E175, E181, E226, E227, E228, E229, E230, E212.

FUENTE: Ordenamiento ecológico territorial del estado de Hidalgo.

Lo resaltado en negritas indica aquellos criterios y estrategias que le aplican al proyecto.

La política ambiental de la UGA 1775 en la que se ubica la parte del proyecto en evaluación (del km 0+000 al km 1+230) es de Protección, que se describe a continuación:

Protección: se asigna a áreas con elevada biodiversidad e importantes bienes y servicios ambientales. Se necesita reorientar la actividad productiva con un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, garantizando la continuidad de los ecosistemas y reduciendo o anulando la presión sobre de ellos. Se fomenta en ciertas áreas la actividad forestal para la extracción de productos maderables y no maderables.

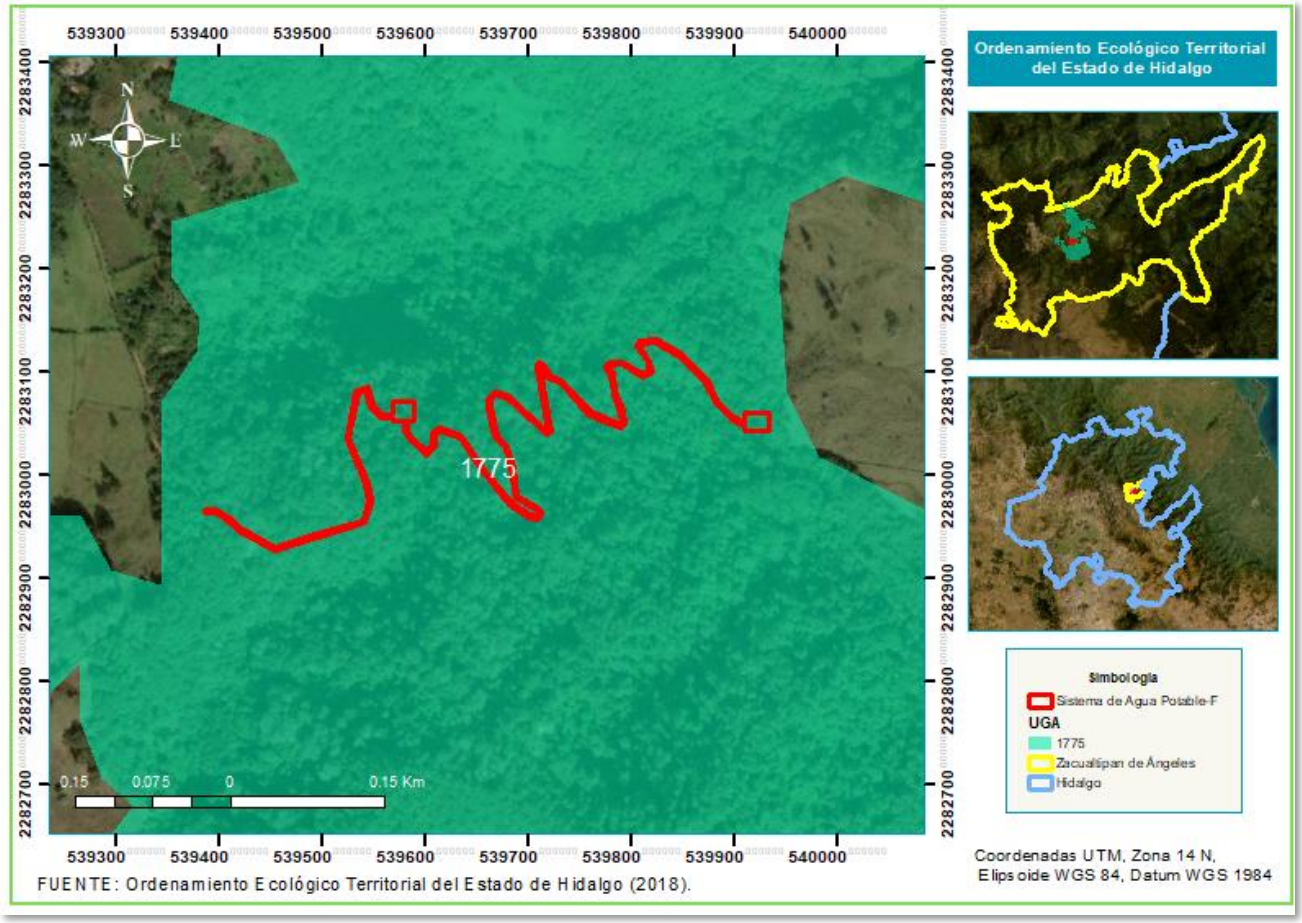


Figura III- 2 Ubicación del proyecto respecto al POET del Estado de Hidalgo.

Tabla III- 7 Vinculación con los criterios de regulación ecológica de Cambio Climático aplicables para el proyecto.

No.	CAMBIO CLIMÁTICO (CC)	VINCULACIÓN
CC06	Para atender los efectos más probables del cambio climático sobre el sector forestal, para el año de 2050 se deberán realizar las siguientes acciones, enunciativas más no limitativas, de adaptación: Se realizarán inversiones para la investigación que permita el cultivo de especies no maderables; Se realizarán un extensionismo efectivo que permita la implementación de cultivos de especies no maderables y que éstos constituyan el mayor volumen producido; Se realizarán o se favorecerán las inversiones para la instalación de plantas de elaboración de productos a partir de las especies no maderables.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, la cual será removida en la etapa del preparación del sitio, además, se contempla la construcción y operación y mantenimiento de una planta de bombeo, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, que incluyen desmonte y despalme, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las

No.	CAMBIO CLIMÁTICO (CC)	VINCULACIÓN
		cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).

Tabla III- 8 Análisis de los criterios de regulación ecológica Flora Fauna y Manejo de ecosistemas (FF) aplicables para el proyecto.

No.	FLORA, FAUNA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS (FF)	VINCULACIÓN
1	No se deberá destruir, dañar o perturbar a la vida silvestre; solo los propietarios de los predios en donde se distribuye la vida silvestre, así como las personas que comparten su hábitat podrán tener derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, siempre y cuando cuenten con los permisos correspondientes.	Es aplicable al proyecto. En este sentido, se realiza la manifestación de impacto ambiental, en donde se describen los factores bióticos y abióticos presentes en el área donde se desarrollará el proyecto. Se realizaron muestreos de campo y revisión bibliográfica según corresponde. En el capítulo IV, se especifican las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en el área del proyecto (AP) y en el Sistema Ambiental (SA), así como aquellas que presentan alguna categoría de riesgo. La información de los muestreos de campo permitió conocer la estructura de la vegetación, la composición de especies, la diversidad de flora y fauna silvestres, así como conocer el estado de conservación. Se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri.* El proyecto contempla implementar acciones de protección y conservación de flora y fauna silvestres, mismas que se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P. Las acciones incluyen: un Programa de Vigilancia Ambiental, que considera el monitoreo de una serie de programas específicos, entre ellos se encuentran el Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.
2	Las empresas y personas que desarrollen cualquier actividad deberán promover en los predios donde actúan la conservación y protección de las especies silvestres. No podrán cazar,	El promovente considera la implementación de las medidas de prevención y mitigación para la conservación y protección de la flora, fauna,

No.	FLORA, FAUNA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS (FF)	VINCULACIÓN
	capturar, retener o reubicar las especies silvestres. Solo la autoridad correspondiente podrá aplicar medidas para el control y erradicación de ejemplares y poblaciones perjudiciales, incluyendo a los ferales, a través de medios adecuados para no afectar a otros ejemplares, poblaciones, especies y a su hábitat.	suelo, agua y otros componentes ambientales con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el proyecto. Se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri.* Se proponen diversos programas específicos (Capítulo VI de la presente MIA-P) que tienen como finalidad la preservación el ecosistema y de los servicios que proveen. Además, durante la remoción de la vegetación se respetará las áreas adyacentes al proyecto. Durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas de prevención como lo es la educación ambiental mediante platicas de concientización y dando a conocer que se encuentra estrictamente prohibido por el Promovente y la Ley General de Vida Silvestre, la caza, captura y comercialización de especies de flora y fauna silvestres. De igual manera, se encuentra prohibida la plantación de especies exóticas, invasoras y que no correspondan a especies nativas de la región, en el área del proyecto. El proyecto, contempla la implementación de un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna silvestre y Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, los cuales serán ejecutados por personal técnico especializado; biólogos, ingenieros forestales, licenciados en recursos naturales, etc.
3	No se podrá realizar la caza deportiva, captura, comercialización, transformación, transporte, importación y exportación de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre, salvo que se cuenten con los permisos correspondientes.	
4	Las actividades agrícolas, ganaderos o forestales, minimizarán sus impactos negativos sobre la vida silvestre y su hábitat, particularmente sobre las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT2010, pero en caso de no haberlo evitado, repararán o compensarán el daño, mediante restauración del hábitat in situ por reforestación y/o instalación de criaderos para reintroducción, y repoblación de vida silvestre.	Este criterio no aplica al proyecto, debido al giro del proyecto, ya que, no se pretende aprovechar suelo para actividades agrícolas, ganaderas o forestales. Sin embargo, se considera ejecutar diversos programas que contribuyen a la preservación de los ecosistemas y los servicios que proveen tales como Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico. Particularmente, en el sitio del proyecto se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta

No.	FLORA, FAUNA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS (FF)	VINCULACIÓN
		a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri.* Por lo que la ejecución de los programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna, así como el de rescate y reubicación de flora silvestre se realizará siguiendo cada una de las acciones establecidas en estos.
5	No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas y/o invasoras.	En cumplimiento al presente criterio, a la LGEEPA y a la Ley General de Vida Silvestre, se encuentra prohibida la plantación de especies exóticas, invasoras y de todas aquellas que no correspondan a especies nativas de la región, en el área del proyecto.
6	La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats. La realización de cualquier obra pública o privada, así como de aquellas actividades que puedan afectar la protección, recuperación y restablecimiento de los elementos naturales en áreas de refugio para proteger especies migratorias, deberá establecer medidas de manejo, conservación y protección a este tipo de hábitats.	El promovente considera la implementación de las medidas de prevención y mitigación para la conservación y protección de la flora, fauna, suelo, agua y otros componentes ambientales con la finalidad de atenuar, minimizar o compensar los impactos causados por el proyecto. Se proponen diversos programas específicos (Capítulo VI de la presente MIA-P) que tienen como finalidad la preservación el ecosistema y de los servicios que proveen. Además, se dará prioridad al cuidado y conservación de refugios de fauna silvestre que lleguen a ser detectados en el área de CUSTF. El proyecto, contempla la implementación de un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicacióon de Fauna silvestre y Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, los cuales serán ejecutados por personal técnico especializado; biólogos, ingenieros forestales, licenciados en recursos naturales, etc.
7	Cuando las empresas y personas que desarrollen cualquier actividad generen destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, se deberá ejecutar a la brevedad posible, actividades de restauración, recuperación, reintroducción, y repoblación de vida silvestre, preferentemente en el mismo sitio, o en alguna cercana que requiera restauración.	Es aplicable al proyecto. En este sentido, se realiza la manifestación de impacto ambiental, en donde se describen los factores bióticos y abióticos presentes en el área donde se desarrollará el proyecto. Se realizaron muestreos de campo y revisión bibliográfica según corresponde. En el capítulo IV, se especifican las especies de flora y fauna que encontraron en el área del proyecto (AP) y en el Sistema Ambiental (SA), así como aquellas que presentan alguna categoría de riesgo. El proyecto contempla implementar acciones de protección y conservación de flora y fauna,

No.	FLORA, FAUNA Y MANEJO DE ECOSISTEMAS (FF)	VINCULACIÓN
		mismas que se especifican en el Capítulo VI de la presente MIA-P. Las acciones incluyen: un Programa de Vigilancia Ambiental, que considera el monitoreo de una serie de programas específicos, entre ellos se encuentran el Programa de Reforestación, Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, Programa de manejo integral de residuos, Programa de rescate y conservación de suelo orgánico.
8	No se permite cercar para evitar el paso de ejemplares de la fauna silvestre nativa. Sólo la autoridad podrá aprobar el establecimiento de cercos y otros métodos como medida de manejo para ejemplares y poblaciones de especies nativas, cuando así se requiera para proyectos de recuperación y actividades de reproducción, repoblación, reintroducción, traslocación o preliberación.	El presente criterio no aplica, ya que, el proyecto no contempla implementar cerca a lo largo del trazo, sin embargo, sí para los cárcamos de agua que no derivan en efecto barrera.
9	El aprovechamiento extractivo sobre especies silvestres se deberá considerar que las tasas extraídas son menores a la de renovación natural de las poblaciones sujetas a aprovechamiento, en el caso de ejemplares de especies silvestres en vida libre, o bien que son producto de reproducción controlada, en el caso de ejemplares de la vida silvestre en confinamiento.	El presente criterio no aplica, ya que el proyecto no contempla la extracción de especies silvestres para su aprovechamiento.
10	La colecta y captura de ejemplares de especies en riesgo solo podrá darse cuando sea para actividades de restauración, repoblamiento, reintroducción e investigación científica.	El proyecto, contempla la implementación de un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna silvestre y Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre, los cuales serán ejecutados por personal técnico especializado; biólogos, ingenieros forestales, licenciados en recursos naturales, etc.

Tabla III- 9 Estrategias y acciones aplicables en las que incide el proyecto y su vinculación con el mismo.

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
SECTOR CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA BIODIVERSIDAD			
E050	Aumento en la protección de la biodiversidad.	Monitoreo de Flora y Fauna	Se ejecutarán Programas de Rescate y reubicación de flora así como e de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna.
E051	Aumento en la protección de la biodiversidad.	Protección del suelo.	Se llevarán a cabo medidas de protección de suelo enlistadas en

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
			el capítulo VI de la presenta MIA-P.
E058	Delimitación de áreas impactadas para 51strategi con especies nativas.	Establecer límites de zonas dañadas para así restaurarlas mediante la incorporación de especies nativas para evitar alterar el equilibrio del hábitat.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E059	Investigación ecológica, identificar las zonas con algún grado de degradación ambiental propensas a fragmentarse para así elaborar estrategias para el tipo de ecosistema a fragmentar y así evitarlo.	Promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector que atiende los problemas y necesidades ambientales.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E060			
E061	Identificación de las zonas de recarga.	Identificar, controlar y proteger las zonas de recarga y sus posibles daños fenerados por las actividades antrópicas.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E062	Ubicar todos los cuerpos de agua contaminados.	Utilizar sistemas de información geográfica o tecnología para llevar el control sobre los cuerpos contaminados.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E063	Mantenimiento de pozos de agua.	Obtener los recursos para proteger los pozos.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E064	Uso eficiente en el uso del agua en las actividades productivas como la agricultura.	Uso eficiente y sustentable de agua en el Distrito de Riego, así como un uso sustentable del recurso agua en cuencas y acuíferos, que den como resultado tener ahorros de agua que se pueden destinar a otros usos como el público urbano o el equilibrio del acuífero o cuenca.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto, sin embargo, se fomentará el uso racional del recurso.
E066	Incentivar como turismo de aventura o para la investigación ciéntifica.	Recuperar los bienes y servicios ambientales que representan los recursos naturales, así como fomentar el aprovechamiento sustentable que evite el deterioro de dichos recursos.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
E068	Asegura el mantenimiento de la diversidad biológica y los procesos ecológicos y evolutivos.	Atraer especialistas, investigadores o tesis en temas ambientales para generar propuestas de conservación.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E070	Proteger especies en peligro de extinción.	Identificar las especies clave en los ecosistemas y proponer formas eficientes de protegerlas con personal capacitado y conocimiento científico.	No aplica la presente estrategia, debido a que en la zona del proyecto no se presentan especies en peligro de extinción.
E071	Promover zonas protirias de conservación	Establecer zonas que por su grado o necesidad de conservación facilitan el flujo de poblaciones entre las áreas bien conservadas que están en riesgo de aislarse.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto. Sin embargo, se fomentará la conservación del área.
E072	Ubicar y proponer corredores biológicos.		
E073	Identificar los sitios para el pago por servicios ambientales hidrológicos.	Proponer esquemas sustentables a los usuarios del suelo de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico).	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E074	Identificar los sitios para el pago por servicios ambientales para la conservación de la biodiversidad.		
E075	Identificar los sitios para el pago de servicios ambientales por captura de carbono.		
E076	Identificar las zonas específicas en donde se encuentren especies prioritarias.	Generar programas o planes de conservación para la recuperación de las especies de flora y fauna.	No aplica la presente estrategia, debido a que en la zona del proyecto no se presentan especies prioritarias. Sin mebargo se promoverá su conservación.

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
E077	Uso de bancos de Germoplasma.	Conservar la variabilidad genética de las especies de fauna y flora, proponiendo la generación de bancos de germoplasma.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E078	Establecer zonas prioritarias de fauna.	Proteger la fauna de la depredación exótica y la antropogénica mediante la regulación y la especificación de especies clave del ecosistema.	No aplica la presente estrategia, debido a la naturaleza del proyecto.
E079	Determinar las especies que están en riesgo.	Identificar las especies de fauna que se encuentren en alguna categoría de riesgo para así determinar estrategias de protección y/o conservación.	Con en la visita a sitio se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri,* sin embargo, el proyecto considera la implementación de un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre con el objetivo de evitar daños directos a la fauna nativa.
E080	Proponer Unidades de Manejo Ambiental (UMAS)	Incentivar a los ejidatarios para crear UMAS de fauna y ranchos cinegéticos, explicándoles los beneficios de la creación de estos.	No aplica la presente Estrategia, ya que el proyecto no considera la creación de UMAS de fauna silvestre.
E081	Promover la conservación de fauna	Conservar los sitios prioritarios de fauna para la biodiversidad mediante su delimitación, así como su correcta identificación y ubicación.	El proyecto considera le implementación de un Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre. Durante el desarrollo del proyecto, se realizarán recorridos para la prospección del sitio en donde se podrán ubicar, señalar y delimitar aquellos sitios con importancia ecológica, como lo son, madrigueras, nidos, bebederos, etc.
E082	Reforestación y conservación de zonas de recarga	Solicitar apoyo técnico y material para la reforestación en las dependencias correspondientes.	El proyecto considera la ejecución de un Programa de Reforestación, el cual, será llevado a cabo de la mano del municipio, para destinar áreas perturbadas que necesiten ser restauradas. Además, los

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
			individuos que se necesiten ser adquiridos, serán comprados en sitios autorizados para manejo de flora silvestre, como lo son las UMAS.
E083	Control y regulación de zonas de recarga.	Monitorear industrias, empresas o sectores poblacionales para el cumplimiento de normativo en zonas de recarga	Dado que el proyecto constituye la construcción de un sistema de agua potable, garantiza un uso planificado y responsable del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y evitando la explotación no regulada de fuentes locales, teniendo como objetivo abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papxtla y Tehuitzila e el estado de Hidalgo.
E091	Impedir la tala indiscriminada de áreas forestales.	Organizar a la población local para resguardo y vigilancia forestal	Corresponde a las autoridades locales y estatales organizar a la población local para el resguardo y vigilancia forestal.
E092	Promover la reforestación con especies nativas	Mitigar la erosión mediante aplicación de medidas de restauración.	El presente proyecto considera la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación, así como Programas específicos; Programa de rescate, reubicación de flora silvestre, Programa de conservación de suelo orgánicos y programa de reforestación, con la finalidad de mitigar los impactos ocasionados por el proyecto al factor suelo.
E093	Talleres y capacitación para la recuperación de suelos.		
E101	Monitoreo de la calidad del aire.	Disminuir el impacto generado por las actividades antrópicas que contribuyen al cambio climático, principalmente las que originan emisión de gases con efecto de invernadero.	El presente proyecto considera la implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación; como lo son mantenimientos preventivos y correctivos del equipo y maquinaria utilizado, además, de la verificación de vehículos automotores, con la finalidad de no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones de gases de efecto invernadero.
E102	Reforestación de zonas degradadas o con pérdida de la cubierta vegetal		

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
			Además, se implementará un Programa de reforestación, el cual se planea ejecutar en áreas impactadas dentro del sistema ambiental.
E107	Remoción de los contaminantes presentes en los cuerpos de agua contaminados	Solicitar métodos, técnicas y equipo para la remoción de los contaminantes en instituciones o asociaciones especializadas en el tema.	La presente estrategia no aplica ya que no se considera la descarga de agua residual y de sustancias contaminantes en bienes nacionales, ni al suelo desnudo. Es importante mencionar que se ejecutará un programa de Manejo integral de Residuos el cual, plantea la gestión integral de los residuos, su correcta clasificación, segregación, transporte y disposición, con la finalidad de reducir los impactos que implica el desarrollo del proyecto, así como prevenir alguna catástrofe o contaminación a los factores agua, suelo y atmosfera.
E108	Uso de bioindicadores	Monitoreo del nivel de contaminantes en cuerpos de agua mediante bioindicadores	
E109	Uso de medición directa	Monitoreo del nivel de contaminantes en cuerpos de agua mediante medición directa.	
E110	Uso y manejo del agua.	Promover la gestión coordinada y planificada del agua, el suelo y los recursos relacionados a fin de optimizar los beneficios económicos y el bienestar social sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas.	Dado que el proyecto constituye la construcción de un sistema de agua potable, garantiza un uso planificado y responsable del recurso hídrico, reduciendo pérdidas y evitando la explotación no regulada de fuentes locales. De manera económica, representa una inversión de menor costo a largo plazo, ya que disminuye gastos asociados a la atención de enfermedades por consumo de agua no apta, reduce la necesidad de sistemas individuales precarios, esto generará el impulso de condiciones necesarias de ciudades sustentables, así como incrementará el desarrollo regional, derivado de la calidad de vida que mejorará para los habitantes de la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo. Así mismo, evitará que los asentamientos humanos se expandan hacia áreas no aptas.
E112	No usar agua de corrientes contaminadas.	Limitar el uso de agua con niveles de contaminación por encima de los límites máximos permisibles.	
E113	Promover el seguimiento de los ríos contaminados.	Medición de los niveles de contaminación en cuerpos de agua con base en las normas oficiales.	

CLAVE	ESTRATEGIA ESPECIFICA	ACCIONES PARA ESTRATEGIA ESPECIFICA	VINCULACIÓN
E116	Concientización de la población de la importancia de cuencas hidrológicas	Talleres de concientización a la población que habita en cuenca alta sobre la importancia de no contaminar o desviar afluentes de agua y su repercusión en cuenca baja.	Es competencia de la autoridad local y estatal la implementación de la presente estrategia, sin embargo, se implementarán platicas de educación ambiental a los trabajadores que ejecuten el proyecto con el objetivo de cuidar y preservar el recurso hídrico.
E117	Establecimiento de zonas que protejan el cauce	Establecer zonas de vegetación de ribera en todos los bordes de los cauces cuyas principales funciones son retener nutrientes y otras sustancias procedentes de terrenos agrícolas o de escorrentías de la infraestructura.	La presente estrategia no aplica debido a que no se considera la descarga de aguas provenientes de terrenos agrícolas o de escorrentías de infraestructura.

De acuerdo con la política ambiental de la UGA 1775 que, presenta como uso incompatible la implementación infraestructura, sin embargo, uno de los lineamientos de esta UGA menciona “con la posibilidad de realizar cambios de uso de suelo en una superficie máxima de 227.76 ha para la creación de infraestructura” y, como se mencionó anteriormente, el sitio de implementación del proyecto se encuentra sobre un camino existente, y solo del km 0+000 al km 1+230, resultando una superficie de 4448.08 m^2, se realizarán actividades de Cambio de Uso de Suelo, por lo que se podría establecer momo viable bajo el cumplimiento estricto a los criterios ecológicos dictados para ese fin, el presente proyecto **“Sistema de agua potable Río Zacatlamaya, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”,** consiste en la habilitación de una línea eléctrica y la construcción de una línea de conducción de agua potable por bombeo y gravedad en el municipio de Zacualtipán de Ángeles para abastecer el déficit actual de agua y energía eléctrica en la cabecera municipal, esta infraestructura permitirá asegurar un suministro continuo y de calidad a la población, mejorando así su calidad de vida y salud. Además, la línea de conducción contribuirá a garantizar la disponibilidad de agua para usos domésticos e industriales, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad, que del km 1+230 al 5+016.4 será construida en terrenos particulares sin uso actual aparente y sobre una vereda preexistente, sin embargo, del km 0+000 al 1+230 con 3 m de ancho, se realizará Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, por lo cual se presenta este documento para su Evaluación. Es importante mencionar que se acatarán las disposiciones normativas que apliquen a las actividades realizadas.

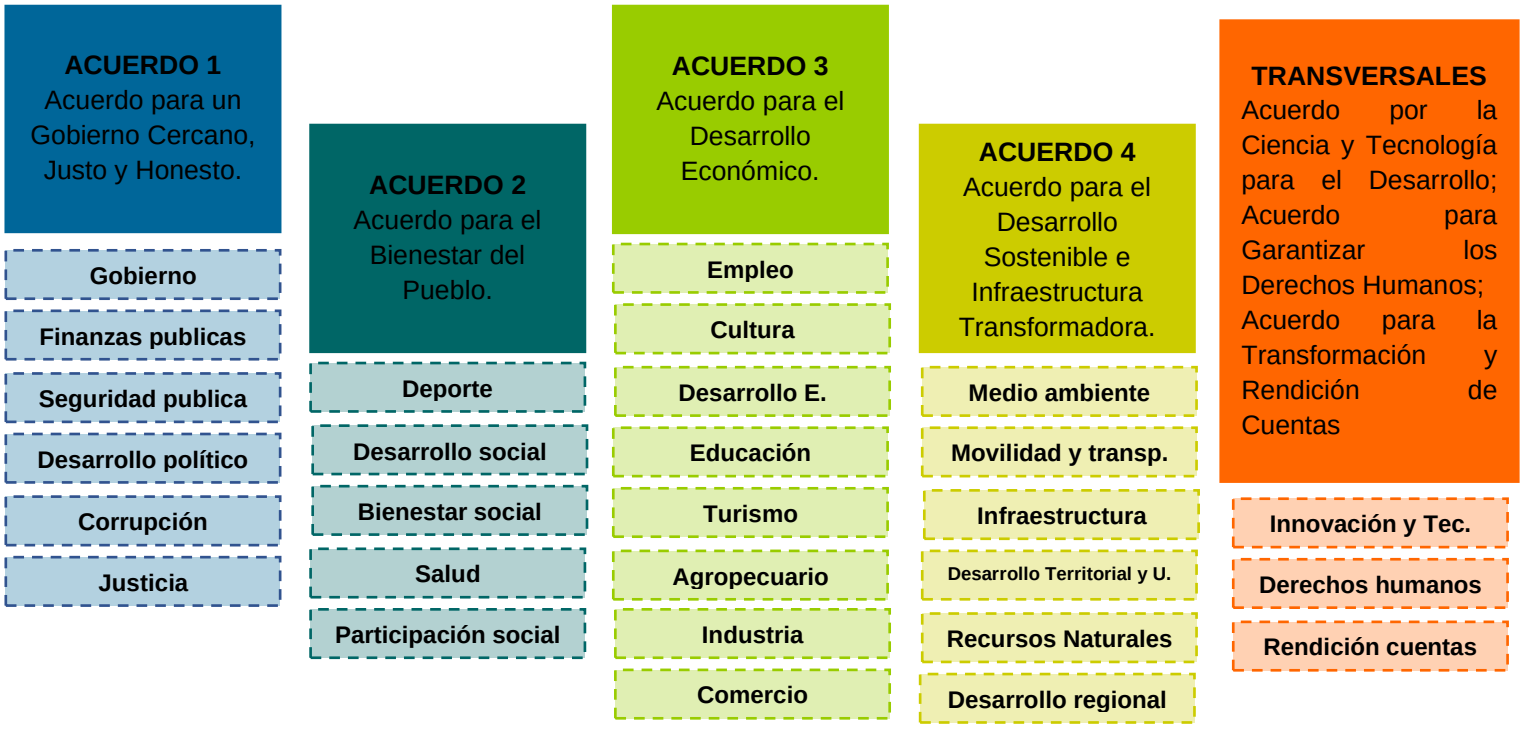
Es por ello por lo que, mediante la puesta en marcha de todas las medidas tendientes a minimizar el impacto generado y aunado a las medidas que dicte la subsecretaría, se logrará realizar el proyecto con el mayor apego a la legislación ambiental aplicable.

III.2 Plan y/o Programas de Desarrollo Urbano

III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, estado de Hidalgo

El Plan Estatal de Desarrollo de Hidalgo tiene como prioridad destacan los derechos humanos de las y los mexicanos, la consulta a los pueblos indígenas, la obligación de la rectoría del Estado en la planeación, así como los principios de desarrollo orientados a democratizar la acción pública, entre otros elementos. En adición es importante subrayar que para la entidad destaca el Sistema Estatal de Planeación Democrática como el mecanismo que democratiza el desarrollo. Finalmente se subraya que este desarrollo estará firmemente asentado bajo los principios de honestidad, austeridad, legalidad, humanidad y responsabilidad, retomando el proyecto de nación para consolidar la Cuarta Transformación en Hidalgo.

El proyecto se enmarca en el Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, donde se han definido como grandes vertientes para la transformación **cuatro Acuerdos Generales y tres Acuerdos Transversales**. El término de ACUERDO se refiere al compromiso que el gobierno asume con cada hidalguense, al traducir las demandas y aspiraciones del pueblo en objetivos, estrategias y líneas de acción de gobierno.





Es de destacar que en el caso de infraestructura la mayor demanda fue en temas de vialidades, así como del suministro del agua.

Cabe subrayar que, para el caso de Bienestar Social, este incluye las propuestas enfocadas en apoyos o transferencias directas a la población, mientras que la categoría de Desarrollo Social se enfoca a programas integrales, con énfasis hacia la población más necesitada.

Se realizo un análisis de las doce diversas regiones que conforman nuestra entidad, asegurando con ello un marco diagnóstico a partir del cual la planeación considere las diversas realidades que definen a Hidalgo. La zona del proyecto se ubica en la Región Zacualtipán, tal y como se puede observar en la imagen siguiente.

REGIÓN ZACUALTIPÁN	
CONFORMACIÓN, LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN	
Región integrada por once municipios: Atotonilco el Grande, Eloxochitlán, Juárez Hidalgo, San Agustín Metzquititlán, Metztitlán, Molango de Escamilla, Tepehuacán de Guerrero, Tianguistengo, Tlahuiltepa, Xochicoatlán, Zacualtipán de Ángeles, Localizada en el Eje Neovolcánico al noroeste de la entidad, con una extensión territorial de 3643.8 km², dentro de las longitudes -98.625 y -99.216 oeste y latitudes 20.238 y 21.219 norte	
FACTORES SOCIALES	
Población	A 2020 presenta 177, 443 habitantes, representando el 5.8% con respecto al estado, la estructura por edades es compuesta por 51.6% en mujeres y 48.4% de hombres
Pueblos indígenas	En la región se encuentran pueblos históricos y comunidades indígenas Otomí-Tepehua en donde habitan 75 mil 046 personas representando el 7.0% del total estatal.
Pobreza	En la región el 45.24% de la población se encuentra en condiciones de pobreza equivalente a 109,978 habitantes, siendo Tepehuacán de Guerrero el de mayor porcentaje 81.58%, Tianguistengo 79.22% y Tlahuiltepa 71.17%. En pobreza extrema el valor asciende a 12.69%, valor que oscila en 22,515 personas, concentrándose en Tepehuacán de Guerrero y Tianguistengo.
FACTORES ECONÓMICOS	
Trabajo	La PEA está integrada por 77,862 personas, 5.2% del total estatal. De las cuales 76,452 son parte de la población ocupada, distribuyéndose en 32.2% son mujeres y 67.8% son hombres; representando el 5.2% a nivel estatal.
Producción	Para 2019, el PIB per cápita ascendió a 22,047 (pesos constantes a precios de 2013), distribuye principalmente en: Zacualtipán de Ángeles, Atotonilco el Grande y Xochicoatlán (pesos constantes a precios de 2013)
Turismo	En 2019, el PIB turístico alcanzó 907,712,977 (millones de pesos a precios de 2013)
FACTORES AMBIENTALES Y TERRITORIALES	
Residuos sólidos urbanos (RSU)	Todos los municipios cuentan con servicio público de recolección a excepción de Tlahuiltepa, en total se reportan 84.3 t de residuos diarios generados en la región, el 4.3% del total estatal.
Aguas residuales	Se encuentran 12 plantas de tratamiento de las cuales 7 están en operación en los municipios de Eloxochitlán, Zacualtipán de Ángeles y Tepehuacán de Guerrero.
Áreas protegidas	Se cuenta con 10.179 ha de suelo de conservación en 3 ANP dentro de Metztitlán, Eloxochitlán, Atotonilco el Grande, Zacualtipán y San Agustín Metzquititlán.
FACTORES INSTITUCIONALES Y DE GOBERNANZA	
Incidencia delictiva	Al año 2021 se sumaron 1,813 delitos: 232 por lesiones (12.8%), 27 por robo de vehículos (1.5%) y 40 por robo a casa habitación (2.2%). Asimismo, se registraron 129 por violencia familiar, 24 homicidios, 35 actos por violación 8 por extorsión y 1 secuestros.
Marco legal e institucional con incidencia territorial	Se han elaborado dos Programas de desarrollo urbano subregional. 1. Zacualtipán-Molango e incluye 8 de 11 municipios y 2. Mineral del Monte, que solo incluye a Atotonilco el Grande, quedan excluidos las entidades de Tlahuiltepa y Tepehuacán de Guerrero, en materia ecológica se presenta un Ordenamiento Ecológico a nivel estatal. En instrumentos de riesgo solo Atotonilco el Grande y Xochicoatlán cuentan Atlas de Riesgo con fechas 2015 y 2020
Corrupción	De once municipios solo Atotonilco el Grande considera Programa anticorrupción. En Auditorías aplicadas por organismos estatales y federales, resaltan en número Molango, (9) Tepehuacán (9) y Xochicoatlán (10)

Figura III- 3 Región Zacualtipán

VIII. VISIÓN AL 2028 CON PERSPECTIVA AL 2040.

El Gobierno, está obligado a atender las necesidades de las y los más vulnerables. No se puede hablar de bienestar sin concretar políticas, programas y acciones para disminuir los graves rezagos sociales en que viven muchas y muchos. Así, hoy más que nunca por el bien de todos, primero los pobres.

Procurar vivienda, alimentación, servicios básicos de agua potable, drenaje y electrificación, es una importante responsabilidad, además del fomento al arraigo a la tierra, la cultura y tradiciones.

EL RETO PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE E INFRAESTRUCTURA TRANSFORMADORA

El reto de la infraestructura transformadora requiere una mirada de corto, mediano y largo plazo. Programas para mejorar la imagen urbana, vialidades funcionales para la movilidad, espacios destinados para las actividades productivas, sociales y de esparcimiento. Infraestructura hospitalaria, educativa, comercial. Caminos rurales, sistemas de agua potable, drenaje, electrificación y vivienda, tratamiento de desechos sólidos y tratamiento de aguas residuales.

4. Acuerdo para el Desarrollo Sostenible e Infraestructura Transformadora

4.1. Infraestructura para el desarrollo social y sostenible.

Incrementar la cobertura y calidad de los servicios básicos y de comunicación para el mejoramiento de la calidad de vida de la población hidalguense.

4.1.2. Fomentar el manejo integral del agua para las diversas actividades y usos en la entidad.

4.1.2.1. Fomentar el manejo integral del agua a través de la construcción, mantenimiento, actualización y gestión de represas, ollas y tanques con geomembrana, así como otras prácticas, infraestructura y tecnologías para la captación de agua pluvial en las zonas urbanas y rurales.
4.1.2.2. Implementar sistemas de regulación y control en el suministro del agua para las diversas actividades y usos en la entidad.
4.1.2.3. Incrementar la cobertura y ampliar el acceso al agua potable en la vivienda, con la participación de todas y todos.
4.1.2.4. Generar y mantener la infraestructura hídrica de la entidad con un enfoque regional y visión de largo plazo.

4.2. Planeación territorial y urbana.

Promover una política de ordenamiento territorial y desarrollo urbano en beneficio de las y los habitantes de Hidalgo, considerando con responsabilidad las necesidades y oportunidades que los recursos naturales ofrecen.

4.2.1. Transformar la planeación y gestión ecológica, territorial y urbana de Hidalgo.

4.2.1.3. Garantizar el buen manejo de los usos de suelo a través de dictámenes de impacto urbano, ambiental y vial entre otros medios para una nueva gestión territorial y urbana con firme apego a la norma.
4.2.1.4. Ejecutar obras de mitigación de acuerdo a los resultados de los dictámenes de impacto urbano, ambiental y vial.
4.2.1.5. Mejorar la imagen del paisaje urbano, así como la limpieza del entorno público, con acciones diversas que incluyan el ordenamiento de los materiales publicitarios, así como de comunicación.

4.3. Movilidad accesible, sostenible e incluyente

Fomentar la movilidad urbana sostenible, para mejorar la calidad de vida de las y los hidalguenses.

4.3.2. Impulsar los sistemas integrados de transporte público masivo.

4.3.2.4. Aprovechar la conectividad de la entidad respecto de los diversos polos de desarrollo, parques industriales, zonas económicas y equipamientos de infraestructura de transporte, incluyendo casos en que estos se ubiquen al exterior de la entidad y que las oportunidades de desarrollo lo justifiquen

4.4. Cuidado del medio ambiente.

Impulsar la gestión del medio ambiente para el bienestar de las generaciones actuales y futuras, además de proteger, restaurar y aprovechar de manera sostenible los recursos naturales que brindan los ecosistemas del estado.

4.4.1. Formular e implementar una estrategia estatal para la transformación de la gestión ambiental.

4.4.1.2. Fortalecer la inspección y vigilancia ambiental mediante el incremento de las capacidades institucionales para contribuir a la reducción de los impactos ambientales sobre los ecosistemas.
4.4.1.4. Aplicar lineamientos y disposiciones normativas para regular la emisión de contaminantes de fuentes móviles

4.4.3. Impulsar la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial con un enfoque de economía corresponsable.
4.4.3.1. Formular e instrumentar un Programa Estatal de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.
4.4.3.2. Contribuir al fortalecimiento de la infraestructura y equipamiento para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
4.4.3.3. Promover y consolidar la coordinación intersectorial para la realización de campañas de educación, sensibilización y participación social corresponsable con el fin de valorizar los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Indicador 4.4.b			
Nombre	**Subíndice de Medio Ambiente del Índice de Competitividad Estatal**		
Descripción	Mide la capacidad de los estados para relacionarse de manera sostenible y responsable con los recursos naturales y su entorno. Contempla información sobre la disponibilidad y administración del agua, el uso eficiente de los recursos, así como el impacto de la contaminación en la salud de los habitantes. Estos elementos inciden directamente sobre la calidad de vida en cada entidad.		
Datos Técnicos			
	Dato Actual 2021	**Meta 2028**	**Meta 2040**
	2 Posición- Alta	2 Posición-Alta	1 Posición -Muy Alta
Periodicidad	Anual	**ODS**	
Fuente	Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. https://imco.org.mx/indice-de-competitividad-estatal-2022/#:~:text=El%20ICE%20est%C3%A1%20compuesto%20por,ICE%202010%2C%20con%20competitividad%20baja.		

Figura III- 4 Objetivos estratégicos del Plan Estatal de Desarrollo

III.2.2 Plan Municipal de Desarrollo de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, 2020-2024. Alineado al Plan Estatal de Desarrollo, Gobierno del Estado de Hidalgo 2022-2028.

El Plan Municipal de Desarrollo, es un instrumento vital en la gestión mismo que se encuentra alineado a los acuerdos estatales y políticas públicas de nuestro Estado Mexicano, contemplando directrices vinculadas a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, que guían las acciones del quehacer gubernamental de quienes trabajan para servir a los Zacualtipenses, mejorando las condiciones de salud, educación, empleo, vivienda y de los espacios públicos en estricto apego a principios de transparencia, honradez y respeto al medio ambiente.

El Plan Municipal de Desarrollo (PMD) es el documento que orienta los trabajos de gestión del Gobierno local y permite identificar los principales objetivos y acciones que se llevarán a cabo durante el periodo de gobierno.

Con la presente administración encabezada por el Gobernador Constitucional del Estado de Hidalgo, se ha elaborado un nuevo Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, que presenta la visión de desarrollo en la entidad. Motivo por el cual, Plan Municipal fue actualizado de acuerdo con los lineamientos metodológicos para la Actualización de los Planes Municipales de Desarrollo,

alineado a las políticas públicas de orden federal y estatal, así como a los elementos de formulación de los programas de desarrollo social

En el Plan se establecen la visión, misión, acuerdos, ejes, los programas de gobierno, las metas, las líneas de acción y demás elementos que permiten orientar los esfuerzos de las diferentes dependencias y áreas de la Administración municipal. De igual manera, se presentan estrategias específicas para mejorar la calidad de vida de la población, el aprovechamiento eficiente de los recursos humanos, naturales, culturales, físicos, ambientales, administrativos y financieros de los cuales dispone el municipio, en el entendido de que el ámbito local es el escenario inmediato, y por tanto imprescindible, en el que se perciben las decisiones que impactan a la población.

El Plan Municipal de Desarrollo fue construido con una visión basada en una planeación con enfoque en los diversos rubros que integran la administración pública, a fin de ejecutar acciones encaminadas de acuerdo a las demandas, necesidades y planteamientos de sus habitantes, mismas que permitirán realizar una medición y evaluación puntual de cada uno de los resultados obtenidos y que contribuirán al crecimiento y desarrollo del municipio para el bienestar de las personas y las familias de los Zacualtipenses.

A continuación, se presenta la estructura de los acuerdos que integran el Plan Municipal de Desarrollo 2022-2024:

ACUERDO 1. ZACUALTIPÁN CON TRANSPARENCIA PARA UN BUEN GOBIERNO, CERCANO Y HONESTO.
• GOBIERNO • TRANSPARENCIA • RENDICIÓN DE CUENTAS

ACUERDO.2 ZACUALTIPÁN TRABAJANDO POR TU SEGURIDAD Y LA DE TU FAMILIA
• ANTICORRUPCIÓN • JUSTICIA

ACUERDO 3. ZACUALTIPÁN CON DERECHO AL BIENESTAR SOCIAL, CON INCLUSIÓN Y EQUIDAD
• DEPORTE • DESARROLLO SOCIAL • BIENESTAR SOCIAL • SALUD • EDUCACIÓN

ACUERDO 4. ZACUALTIPÁN CON DESARROLLO ECONÓMICO, PROSPERIDAD E INNOVACIÓN
• EMPLEO • CULTURA • DESARROLLO ECONÓMICO

- TURISMO
- SECTOR AGROPECUARIO
- INDUSTRIA
- COMERCIO

ACUERDO 5. ZACUALTIPÁN CON DESARROLLO SOSTENIBLE E INFRAESTRUCTURA TRANSFORMADORA
• MEDIO AMBIENTE • INFRAESTRUCTURA • DESARROLLO TERRITORIAL Y URBANO

ACUERDO 5. Zacualtipán con desarrollo sostenible e infraestructura transformadora

5.1 INFRAESTRUCTURA Y MEDIO AMBIENTE

Proporcionar mejor calidad de vida a partir de las condiciones de vivienda y servicios públicos a las y los habitantes del municipio, contribuyendo a su vez con el manejo de la recolección de residuos sólidos urbanos y el control de incendios forestales.

5.1.1 Aumentar y garantizar la inversión destinada anualmente para mejorar la cobertura en infraestructura y servicios básicos en el Municipio.

Líneas de acción

5.1.1.1 Mejorar el servicio de luz, agua y drenaje del municipio a las localidades marginadas.
5.1.1.2 Generar proyectos de mejora comunitaria, ante las necesidades de carreteras, creación de pozos, solicitudes de energía eléctrica.
5.1.1.3 Crear canales de comunicación para detectar los problemas de servicios públicos con las comunidades más marginadas, con la finalidad de atender sus necesidades de luz, agua, drenaje y necesidades de infraestructura básica necesarias para el desarrollo humano.

5.1.2. Promover programas y proyectos que contribuyan al desarrollo ambiental sostenible, que permitan conservar el equilibrio ecológico en el territorio municipal.

Líneas de acción

5.1.2.1 Crear estrategias de mayor vigilancia con las empresas para el control y desecho de los residuos químicos en el medio ambiente.
5.1.2.2 En época de incendios, crear un plan de acción para controlarlos, así como para el resguardo de la población que pudiera verse afectada.

5.1.2.3 Rescate de las áreas verdes y la reforestación, involucrando la participación ciudadana para el diseño de programas.
5.1.2.4 Incrementar la educación, capacitación y cultura ambiental para la sustentabilidad y el cuidado de los recursos naturales.
5.1.2.5 Aprovechar sustentablemente los recursos naturales, promoviendo las áreas naturales protegidas.

De acuerdo con la vinculación realizada al Plan Estatal de Desarrollo 2022-2028, estado de Hidalgo y al Plan Municipal de Desarrollo de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, 2020-2024, se puede concluir que el proyecto “Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”, está enmarcado con los objetivos y estrategias que se plantean en cada uno de los planes antes descritos.

III.3 Normas aplicables (Oficial Mexicana o Técnica Ecológica Estatal)

III.3.1. Normas Oficiales Mexicanas

Tabla III- 10 Vinculación con la NOM-041-SEMARNAT-2015.

NOM-041-SEMARNAT-2015, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA COMO COMBUSTIBLE. Fecha de publicación: 10/06/2015	
Artículos	**Vinculación**
4.1 Especificaciones de los límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de los establecidos en el punto 4.2 de esta Norma Oficial Mexicana.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se utilizarán vehículos, los cuales utilizan gasolina, respectivamente, produciendo contaminantes (COx, NOx) como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina y partículas suspendidas en forma de humo los motores que utilizan gasolina, por lo que todos los vehículos empleados, deberán de cumplir con lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-2015. Los vehículos deberán tener un mantenimiento que permita asegurar que estén en buenas condiciones y menguar a exposición de polvos, gases y partículas a la atmósfera. El mantenimiento de los vehículos empleados en la obra será responsabilidad de la empresa contratista y se deberá de realizar en lugares ex profesos al proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NOM-041-SEMARNAT-2015.

Tabla III- 11 Vinculación con la NOM-045-SEMARNAT-2017.

NOM-045-SEMARNAT-2017, PROTECCIÓN AMBIENTAL-VEHÍCULOS EN CIRCULACIÓN QUE USAN DIÉSEL COMO COMBUSTIBLE. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE OPACIDAD, PROCEDIMIENTO DE PRUEBA Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN. Ultima actualización: 08/03/2018	
Artículos	**Vinculación**
4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3 856 kilogramos, es el establecido en la tabla 1. **4.2** Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor a diésel, en función del año-modelo del vehículo y con peso bruto vehicular mayor a 3 857 kilogramos, son los establecidos en la tabla 2	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada que utilizan diésel, produciendo partículas suspendidas en forma de humo, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada, empleados en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en las NOM-045-SEMARNAT-2017. Para tal efecto los vehículos deberán tener un mantenimiento que permita asegurar que estén en buenas condiciones y menguar a exposición de polvos, gases y partículas a la atmósfera. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra será responsabilidad de la empresa contratista y se deberá de realizar en lugares ex profesos al proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NOM-045-SEMARNAT-2017.

Tabla III- 12 Vinculación con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORÍAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO. Fecha de publicación: 30/12/2010, modificación del Anexo Normativo III.: 04/03/2020	
Artículos	**Vinculación**
5.1. La lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Mamíferos, Invertebrados, Peces, Plantas y Reptiles. **5.2.** La lista se publica como Anexo Normativo II de la presente Norma Oficial Mexicana, observando lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.	La aplicación de la Norma se realizó durante la visita de campo al área del proyecto, ya que fue necesario llevar a cabo una identificación de las especies vegetales presentes, y una vez identificadas, se prosiguió a realizar un cotejamiento con la NOM-059-SEMARNAT-2010, para poder determinar o excluir especies florísticas y faunísticas. En la zona del proyecto, se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri.* Sin embargo, se aplicarán las acciones contenidas en los Programas de rescate y reubicación de flora y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna para asegurar la total protección y sobrevivencia de estas especies.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla III- 13 Vinculación con la NOM-080-SEMARNAT-1994.

NOM-080-SEMARNAT-1994, QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE RUIDO PROVENIENTE DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES, MOTOCICLETAS Y TRICICLOS MOTORIZADOS EN CIRCULACIÓN, Y SU MÉTODO DE MEDICIÓN. Fecha de publicación: 13/01/1995; fecha de última actualización: 23/04/2003	
Artículos	**Vinculación**
5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso vehicular y son mostrados en la tabla 1.	Los vehículos empleados durante la etapa constructiva del proyecto deberán de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado; esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Tabla III- 14 Vinculación con la NOM-161-SEMARNAT-2011.

NOM-161-SEMARNAT-2011, 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. Fecha de publicación:01/02/2013; Fecha de última actualización:05/11/2014.	
Artículos	**Vinculación**
6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial.	Los residuos de manejo especial que se generen durante las etapas de preparación del sitio y construcción, serán separados, recolectados y almacenados de manera temporal en contenedores debidamente identificados, para su posterior envío a disposición final a través de empresas autorizadas para este fin.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NOM-161-SEMARNAT-2011.

El desarrollo del proyecto **“Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”,** se ajustará a lo dispuesto en la Normas Oficiales Mexicanas que le apliquen**.**

III.3.1 Normas Técnicas Ecológicas Estatales.

Tabla III- 15 Vinculación con la NTEE-COEDE-003/2000.

NTEE-COEDE-003/2000. QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA Y GAS LICUADO DE PETRÓLEO COMO COMBUSTIBLE. Fecha de publicación:10/07/2000.	
Artículos	**Vinculación**
4.1.2 Los niveles máximos permisibles de emisión de gases provenientes del escape de los automóviles y camiones comerciales en circulación, en función del año modelo, son los establecidos en la Tabla 1 de esta Norma Técnica Ecológica.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se utilizarán vehículos los cuales utilizan gasolina produciendo contaminantes (COx, NOx) como resultado de la combustión interna de los motores y partículas suspendidas en forma de humo, por lo que todos los vehículos, empleados en la obra

NTEE-COEDE-003/2000. QUE ESTABLECE LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EMISIÓN DE GASES CONTAMINANTES PROVENIENTES DEL ESCAPE DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA Y GAS LICUADO DE PETRÓLEO COMO COMBUSTIBLE. Fecha de publicación:10/07/2000.	
Artículos	**Vinculación**
4.1.3 Los niveles máximos permisibles de emisión de gases por el escape de los vehículos de usos múltiples o utilitarios, camiones ligeros, camiones medianos y camiones pesados en circulación en función de año-modelo, son los establecidos en la Tabla 2 de esta Norma Técnica Oficial.	deberán de cumplir con lo estipulado en las NTEE-COEDE-003/2000. Para tal efecto los vehículos deberán tener un mantenimiento que permita asegurar que estén en buenas condiciones y menguar la exposición de polvos, gases y partículas a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NTEE-COEDE-003/2000.

Tabla III- 16 Vinculación con la NTEE-COEDE-004/2000.

NTEE-COEDE-004/2000. ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES, PROVENIENTES DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN CIRCULACIÓN QUE USAN GASOLINA, GAS LICUADO DE PETRÓLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS. Fecha de publicación:10/07/2000.	
Artículos	**Vinculación**
5.1. Los métodos para medir las emisiones provenientes de los vehículos automotores en· circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, son los que a continuación se especifican;	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se utilizarán vehículos los cuales utilizan gasolina produciendo contaminantes (COx, NOx) como resultado de la combustión interna de los motores y partículas suspendidas en forma de humo, por lo que todos los vehículos, empleados en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en las NTEE-COEDE-004/2000. Para tal efecto los vehículos deberán tener un mantenimiento que permita asegurar que estén en buenas condiciones y menguar la exposición de polvos, gases y partículas a la atmósfera.

Fuente: Elaboración propia, con base en la NTEE-COEDE-004/2000.

Por todo lo anterior, se determina que el proyecto no se contrapone con las Normas aplicables (Oficial Mexicana o Técnica Ecológica Estatal), considerando que las actividades que se llevaran a cabo para su desarrollo presentan una responsabilidad y concordancia directa con lo establecido en las mismas.

III.4 Área Natural Protegida Estatal (ANP Federal, el proyecto será evaluado por la federación)

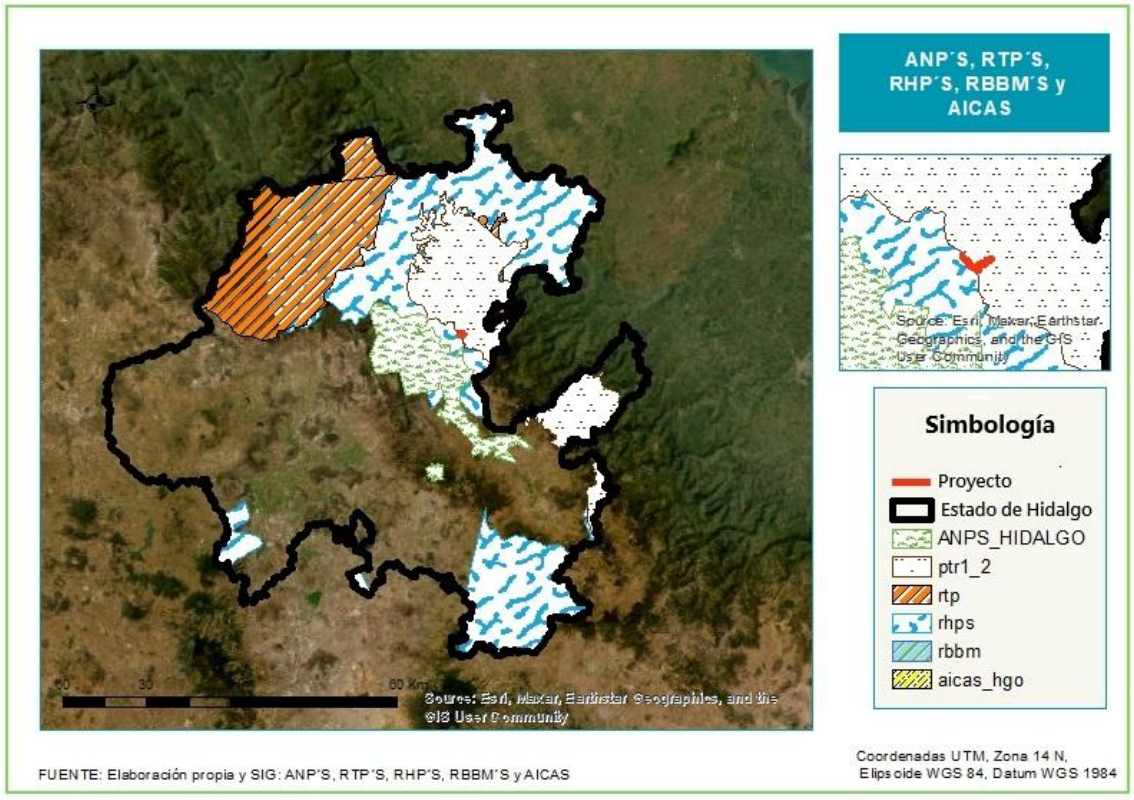


Figura III- 5 Ubicación del predio del proyecto, donde se observa que no se encuentra en áreas naturales protegidas (ANP).

No aplica, ya que el proyecto: “Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”, no se encuentra situado en un área Natural Protegida, ni Área de Importancia para la Conservación de las Aves, únicamente se encuentra dentro de la Región Terrestre Prioritaria **Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental** y de la Región Hidrológica Prioritaria **Confluencia de las Huastecas**.

III.5 Reglamento Municipal y/o Bando de Policía y Buen Gobierno

III.5.1 Reglamento Interior de la Administración Pública para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Decreto número 004/2022

Tabla III- 17 Vinculación con el Reglamento Interior de la Administración Pública para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Decreto número 004/2022.

REGLAMENTO INTERIOR DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PARA EL MUNICIPIO DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, HIDALGO. Fecha: 23 de mayo de 2022	
Artículos	**Vinculación**
CAPÍTULO XIII. DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS **Artículo 47.** El titular de la Dirección además de las atribuciones comunes a los Directores, tendrá las siguientes facultades y obligaciones; I. Vigilar que la planeación, programación, presupuestación, adjudicación, contratación, ejecución, conservación, mantenimiento, demolición, gasto y control de las obras públicas que deba realizar el Ayuntamiento y que los servicios relacionados con las mismas se realicen en términos de la Ley Obras Públicas Ley de Obras Públicas del Estado de Hidalgo y no se contrapongan a los ordenamientos constitucionales que rigen a los municipios; III. Intervenir en el ámbito de su competencia, en las obras que el Municipio realice por sí, con participación del Estado o la Federación o en coordinación o asociación con otros municipios; IX. Coordinarse con la Dirección de Desarrollo Urbano, Sistema de Agua y Alcantarillado	Se deberá contar con las licencias o permisos que solicite la Secretaría de Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, para poder llevar a cabo la implementación del proyecto “Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”.
CAPÍTULO XIV. DIRECCIÓN DE DESARROLLO URBANO, SISTEMA DE AGUA Y ALCANTARILLADO. **Artículo 48.** La Dirección de Desarrollo Urbano es la responsable de vigilar y supervisar la observancia y cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias aplicables en materia de edificación, ordenamiento urbano y construcciones, así como ejecutar acciones de servicio de agua y alcantarillado en el Municipio.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).
Artículo 49. El Titular de la Dirección de Desarrollo Urbano, Sistema de Agua y Alcantarillado independientemente de las atribuciones comunes a los Directores, tendrá las siguientes facultades y obligaciones: XII. Recibir y operar las obras relativos al agua potable drenaje y alcantarillado en su jurisdicción; XIII. Elaborar de manera precisa y congruente los registros de suministro de agua que se proporcione a las colonias y comunidades que conforman el municipio;	
CAPÍTULO XVII. DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA **Artículo 55.** La Dirección de Ecología tiene por objeto planificar, organizar, dirigir y coordinar, proyectos y programas de actividades que tiendan a restaurar el medio ambiente,	

REGLAMENTO INTERIOR DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PARA EL MUNICIPIO DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, HIDALGO. Fecha: 23 de mayo de 2022	
Artículos	**Vinculación**
además de realizar los procedimientos de ejecución ambiental y aplicar la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.	
Artículo 56. Para el buen funcionamiento el Titular de la Dirección de Ecología, independientemente de las obligaciones comunes de los Directores, tendrá las siguientes facultades y obligaciones: VI. Proponer planes necesarios para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación o deterioro; IX. Adoptar las medidas para la conservación, desarrollo y aprovechamiento de los recursos naturales en forma racional; XXVII. Imponer y verificar el cumplimiento de las medidas correctivas o de urgente aplicación que resulten necesarias para cumplir con la normativa ambiental de competencia municipal, así como para prevenir algún posible desequilibrio ecológico, daño al ambiente, o caso de contaminación con repercusiones graves para los ecosistemas, sus componentes o para la salud pública; XXVIII. Ordenar, en cualquier momento, las medidas de seguridad que procedan para evitar algún daño al ambiente, o para corregir las irregularidades encontradas en las visitas de verificación o inspección; XXX. Trabajar en coordinación con la Direcciones de Obras Públicas y Desarrollo Urbano, Sistema de Agua y Alcantarillado para la expedición de constancias de conformidad a la legislación aplicable.	En cumplimiento al presente artículo, se tiene contemplado la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación, para minimizar el impacto generado por la realización del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento Interior de la Administración Pública para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo. Decreto número 004/2022.

III.5.2 Bando de Policía y Gobierno para el Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo

Tabla III- 18 Vinculación con el Bando de Policía y Gobierno para el municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo.

BANDO DE POLICÍA Y GOBIERNO PARA EL MUNICIPIO DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, HIDALGO. Fecha: 12 de marzo de 2018	
Artículos	**Vinculación**
TÍTULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES **CAPÍTULO II. DEL MUNICIPIO** **Artículo 5.** Es fin esencial del Municipio de Zacuáltipan de Ángeles, Hidalgo, lograr el bienestar de sus habitantes, las Autoridades Municipales deben sujetar sus acciopnes a las siguientes disposiciones:	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una

BANDO DE POLICÍA Y GOBIERNO PARA EL MUNICIPIO DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, HIDALGO. Fecha: 12 de marzo de 2018	
Artículos	**Vinculación**
V. Satisfacer las necesidades colectivas de los vecinos y habitantes del Municipio, mediante la adecuada presentación de los servicios públicos municipales; XII. Coadyuvar a la preservación de la ecología, la protección y mejoramiento del medio ambiente del Municipio, a través de acciones propias, delegadas o propuestas;	longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).
TÍTULO TERCERO DE LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO **CAPÍTULO II. DERECHOS Y OBLIGACIONES DE LOS HABITANTES** **Artículo 17.** Los habitantes del Municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, tienen los siguientes derechos y obligaciones: A. DERECHOS: I. Recibir servicios públicos en forma regular, uniforme y suficiente, conforme a los reglamentos aplicables; II. Obtener atención oportuna y respetuosa de parte de los servidores públicos municipales;	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). El proyecto consiste en la habilitación de una línea eléctrica y la construcción de una línea de conducción de agua potable por bombeo y gravedad en el municipio de Zacualtipán de Ángeles para abastecer el déficit actual de agua y energía eléctrica en la cabecera municipal, esta infraestructura permitirá asegurar un suministro continuo y de calidad a la población, mejorando así su calidad de vida y salud. Además, la línea de conducción contribuirá a garantizar la disponibilidad de agua para usos domésticos e industriales, promoviendo el desarrollo sostenible y el bienestar de la comunidad.
TÍTULO QUINTO. DE LAS OBRAS Y DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES **CAPÍTULO I. DE LAS OBRAS PÚBLICAS** **Artículo 82.** Se considera obra pública todo trabajo que tenga por objeto construir, instalar, ampliar, restaurar, conservar, demoler o modificar bienes inmuebles, de infraestructura o servicios públicos, que por su naturaleza estén relacionados con la producción, distribución o el bienestar social de la población del Municipio.	
Artículo 85. Las obras públicas podrán realizarse por contrato, por administración directa o por convenio con el comité ciudadano de obra, en las modalidades que resulten aplicables en su caso, del financiamiento y, en los términos y de conformidad a la Ley de Obras Públicas del Estado, su Reglamento, el Reglamento Municipal correspondiente y demás normas aplicables.	
CAPÍTULO II. DISPOSICIONES GENERALES DE LOS SERVICIOS PÚBLICOS **Artículo 87.** Se entiende por servicio público; la actividad destinada a satisfacer una necesidad colectiva de carácter material, económico o cultural mediante	

BANDO DE POLICÍA Y GOBIERNO PARA EL MUNICIPIO DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, HIDALGO. Fecha: 12 de marzo de 2018	
Artículos	**Vinculación**
prestaciones concretas e individualizadas, sujetos a un régimen jurídico que les imponga adecuación, regularidad y uniformidad.	
Artículo 88. El Municipio tiene a su cargo la prestación, explotación, administración y conservación de los servicios públicos Municipales, considerándose enunciativa y no limitativamente, los siguientes: I. Agua potable, drenaje, alcantarillado, saneamiento y aguas residuales;	
Artículo 89. Los servicios públicos se realizarán con la mayor calidad y cobertura posibles, considerando los recursos con los que cuenta el Ayuntamiento.	

Fuente: Elaboración propia, con base en el Bando de Policía y Gobierno para el municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo.

III.6 Otros. Legislación Federal

III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Tabla III- 19 Vinculación con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS Fecha de creación: 05/02/1917; fecha de última reforma: 15/04/2025	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 4 párrafo 5. 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.	El presente artículo, cita: “[…] El Estado garantizará el respeto a este derecho […]” Por lo que se presenta este estudio de Manifestación de Impacto Ambiental, con el fin de que la SEMARNAT pueda evaluarlo y en su caso emitir las recomendaciones que considere pertinentes al mismo, lo anterior para minimizar los efectos que podrían ser causados por el desarrollo de las actividades descritas en este documento y se pueda garantizar un medio ambiente sano a la población.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

III.6.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer diversas bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y

bienestar . Dentro de la presente Ley se contemplan diversos instrumentos de Política Ambiental, entre los que se encuentra la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental. Al respecto, el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-20.

Tabla III- 20 Vinculación con la Ley General del Equilibrio Ecológico para la Protección al Ambiente.

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO PARA LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Fecha de creación: 28/01/1988; fecha de última actualización:01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 28, Párrafo 1. La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico […], que pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: […] 1. Obras hidráulicas … […]	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, además se contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de bombeo por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).
Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, además se contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de bombeo, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). Además, cumple con el precepto en cita, ya que para obtener la autorización en materia de impacto

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO PARA LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Fecha de creación: 28/01/1988; fecha de última actualización:01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
	ambiental, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular, en la que se ha incluido una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por el desarrollo del PROYECTO, así como las estrategias ambientales definidas como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 121. No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad feeral, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los entros de población.	Durante el desarrollo de las actividades inherentes al proyecto, se contempla la instalación y operación de sanitarios portátiles, para lo cual se contrataré a una empresa debidamente autorizada para su recolección y disposición final.
Artículo 134. Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios. II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	El desarrollo del proyecto dará cumplimiento puntual de los principios de prevención y control de la contaminación del suelo. Los residuos que se generen serán manejados conforme lo establece el Programa de Manejo Integral de Residuos, el cual incluye las acciones que permitirán realizar la correcta segregación, manejo y disposición final de los residuos peligrosos, de manejo especial, residuos sólidos y residuos líquidos.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

III.6.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental 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 impacto ambiental a nivel federal, en ese sentido, el proyecto se vincula con los siguientes artículos véase en la tabla III-21.

Tabla III- 21 Vinculación con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

REGLAMENTO DE LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Fecha de creación: 30/05/2000; fecha de última actualización: 31/10/2014	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 5, Párrafo 1. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: […] *A) Hidráulicas* *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;* […]	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, además se contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de bombeo, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).
Artículo 9º. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, además se contempla la construcción, operación y mantenimiento de una planta de bombeo, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI).
Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	En cumplimiento del presente artículo se presenta esta MIA-P para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

REGLAMENTO DE LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Fecha de creación: 30/05/2000; fecha de última actualización: 31/10/2014	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 47. La ejecución de la obra o la realización de la actividad de que se trate deberá sujetarse a los previsto en la resolución respectiva, en las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan en las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	El promovente realizará el proyecto de conformidad con los términos y condiciones establecidos en la resolución respectiva que en su caso emita la autoridad evaluadora.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

III.6.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Al respecto, el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-22.

Tabla III- 22 Vinculación con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 05/06/2018; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 2. Son bjetivos generales de esta Ley: **I.** Conservar y restaurar el patrimonio natural, contribuir al desarrollo social, económico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables; **IV.** Promover la provisión de bienes y servicios ambientales, así como proteger y acrecentar la	El Proyecto buscará en todo momento la conservación de la vegetación forestal, y en caso de requerir el derribo de una fracción de vegetación esta se realizará con las autorizaciones federales correspondientes y con las medidas de mitigación y compensación necesarias tales como el ***Programa de reforestación*** en el cual se tendrá como objetivo promover la provisión de bienes y servicios ambientales, protegiendo de tal manera la biodiversidad y los ecosistemas forestales.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 05/06/2018; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
biodiversidad de los ecosistemas forestales mediante el manejo integral del territorio.	
Artículo 53. La Secretaría emitirá Normas Oficiales Mexicanas en materia forestal y de suelos, en los términos establecidos en la Ley Federal de Metrología y Normalización, que tengan por objeto: **I.** Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en cuencas, regiones, ecosistemas o zonas, en aprovechamiento de recursos forestales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos; **II.** Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la conservación, protección, producción, aprovechamiento o restauración de los recursos forestales y de sus ecosistemas; **III.** Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la permanencia de las masas forestales, al aumento de su productividad a través del mejoramiento de las prácticas silvícolas y al desarrollo forestal sustentable; **IV.** Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación forestal y ambiental que ocasionen; **V.** Regular los procesos de aprovechamiento, almacenamiento, transporte, transformación y comercialización de los recursos forestales, así como la prestación de los servicios forestales; **VI.** Fomentar actividades de producción primaria, transformación y comercialización forestal en un marco de competencia, eficiencia y sustentabilidad; **VII.** Establecer la relación de productos cuya utilización deba prohibirse en las actividades forestales; **VIII.** Prevenir o mitigar la erosión del suelo, así como lo relativo a la conservación o restauración de este; **IX.** Regular los sistemas, métodos, servicios y mecanismos relativos a la prevención, combate y control de incendios forestales, y al uso del fuego en terrenos forestales o preferentemente forestales, y **X.** Los demás que la presente Ley señale y las que resulten necesarias.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). La Promovente se da por enterada de que la secretaría emitirá Normas Oficiales Mexicanas en materia forestal y de suelos, en los términos establecidos en la Ley Federal de Metrología y Normalización, a las cuales, dará cumplimiento cabalmente.
Artículo 54. Las autorizaciones, avisos, informes y otros actos previstos en esta ley, sólo se otorgarán a los propietarios poseedores de los terrenos que legalmente tengan derecho a ellos […]	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande,

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 05/06/2018; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
	Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). La Promovente presentará la documentación que legalmente acredite la propiedad y posesión de terrenos (privada, ejidal y/o agraria).
Artículo 55. Las solicitudes para obtener las autorizaciones, avisos, informes y otros documentos señalados en la Secretaría mediante el uso de tecnología de la información con que cuenten para este fin […]	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). La Promovente presentará ante la dependencia ambiental de forma presencial la solicitud para obtener la autorización del CUSTF y el pago correspondiente al Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental.
Artículo 56. Los originales o copias certificadas de instrumentos jurídicos y actas de asamblea que sean presentados ante la Secretaría para el trámite de autorizaciones y avisos a que hace referencia esta Ley y su Reglamento, una vez cotejados, quedarán a disposición de los interesados en la oficina en que se haya realizado el trámite.	La Promovente se da por enterada de que deberá presentar el original o una copia certificada de la documentación de los instrumentos jurídicos y/o actas de asamblea correspondientes para el trámite de autorizaciones y avisos.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 05/06/2018; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 59. La ejecución, desarrollo y cumplimiento de los programas de majeo forestal y los estudios técnicos justificativos estarán a cargo del titular de la autorización respectiva, así como del prestador de servicios forestales, quien será responsable solidario con el titular en los hechos que afirme y los actos que avale y las omisiones en que se incurra.	Se ratifica que la ejecución, desarrollo y cumplimiento del Estudio Técnico Justificativo estará a cargo de la Promovente, así como de un prestador de servicios Forestales.
Artículo 61. Cuando una autorización u otros actos previstos en la ley puedan afectar los derechos colectivos, de alguna comunidad indígena o afromexicana, la Secretaría en coordinación con otras instancias competentes, deberá verificar que por parte de los interesados se han establecido los procedimientos para consultas de manera previsa, libre informada y culturalmente adecuada en los términos de esta Ley su Reglamento […]	Al momento de elaborar el ETJ correspondiente, se llevará a cabo el análisis a través de la información vectorial del Atlas de Pueblos indígenas del INPI, mediale el cual se determinará si existen o no, problaciones indígenas que puedan presentar incidencia con la ubicación del proyecto.
Artículo 61 BIS. Cuando pretendan llevarse a cabo actividades previstas en esta Ley, a realizarse total o parcialmente en áreas naturales protyegidas de competencia de la Federación, la Comisión o Secretaría, según correspondan, solicitarán previo a la resolución, la opinión técnica correspondiente a la CONANP, la cuál deberá ser tomada en cuenta.	El proyecto en evaluación considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230 cuenta con vegetación forestal, por lo que se presenta este documento para su evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). Sin embargo, no se encuentra total o parcialmente dentro de un Área Natural Protegida.

LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 05/06/2018; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 68. Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción […]	El promovente presentará previó a la ejecución del proyecto el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para solicitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto que considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230, con una superficie para el CUSTF de 4448.08 m^2. Es importante mencionar que, durante las actividades de Preparación del sitio se implementarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, las cuales incluyen actividades de reforestación con flora nativa, (Ver Capítulo VI). Dicho estudio incluirá toda la información correspondiente con el objeto de demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.	
Artículo 98. Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El promovente presentará en caso de que se requiera escrito o dictamen el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para solicitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales del proyecto que considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230, con una superficie para el CUSTF de 4448.08 m^2. En este sentido, encaso que sea necesario con fin de dar cumplimiento al presente artículo, el promovente efectuará el pago correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental y por el monto que la autoridad ambiental determine.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.6.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos: de esta manera, el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-23.

Tabla III- 23 Vinculación con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 09/12/2020; Fecha de última reforma: 09/12/2020	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 139. Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: I. Nombre o denominación o razón social, así como domicilio, número telefónico y correo electrónico del solicitante; II. Lugar y fecha; III. Datos de ubicación del predio o Conjunto de predios, y IV. Superficie forestal solicitada para el Cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar identificada conforme a la Clasificación del Uso de Suelo y Vegetación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. … […]	El promovente presentará previo a la ejecución de actividades el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para solicitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la MIA-P del proyecto que considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230, con una superficie para el CUSTF de 4448.08 m^2. El Estudio Técnico Justificativo y la MIA-P incluirán toda la información correspondiente con el objeto de demostrar que no se compromete la biodiversidad, no se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.
Artículo 144. La Secretaría o la ASEA determinarán el monto económico de Compensación ambiental correspondiente, de conformidad con lo establecido en el artículo 152 de este Reglamento y notificará al solicitante para que realice el Depósito respectivo ante el Fondo, en un plazo que no exceda de treinta días hábiles siguientes a que surta efectos dicha notificación. Una vez que el solicitante haya comprobado que realizó el Depósito a que se refiere el párrafo anterior, mediante copia simple de la ficha de	El promovente presentará previo al comienzo de actividades el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para solicitar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la MIA-p del proyecto que considera la construcción de un Sistema de Agua Potable para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles y las localidades de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, esta red se proyecta en una longitud de 5016.4 m, sin embargo, actualmente solo del km 0+000 al km 1+230, con una superficie para el CUSTF de 4448.08 m^2.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE Fecha de creación 09/12/2020; Fecha de última reforma: 09/12/2020	
Artículos	**Vinculación**
depósito o del comprobante de transferencia electrónica, la Secretaría o la ASEA, expedirán la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales dentro de los diez días hábiles siguientes. Transcurrido este plazo sin que se expida la autorización, esta se entenderá concedida. La solicitud de autorización será negada en caso de que el interesado no acredite ante la Secretaría o la ASEA haber realizado el Depósito en los términos previstos en el presente artículo.”	En su caso se tramitará la autorización del cambio de utilización de terrenos forestales y efectuará el pago correspondiente ante el Fondo Forestal Mexicano por concepto de compensación ambiental en los términos del presente artículo.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

III.6.5 Ley General para la Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativas a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Al respecto, el PROYECTO se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-24.

Tabla III- 24 Vinculación con la Ley General para la Vida Silvestre.

LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 03/07/2000; Fecha de última reforma: 16/07/2025	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación […].	Se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción de la vida silvestre ni en perjuicio de los intereses de la Nación. Por el contrario, y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación tanto de Fauna como de Flora para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
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 demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, asuman las	El presente proyecto llevará a cabo acciones de manejo de vida silvestre mediante los Programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna, rescate y reubicación de flora silvestre y de reforestación, para ello, se llevará a cabo el manejo de individuos por personal especializado, evitando

LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 03/07/2000; Fecha de última reforma: 16/07/2025	
Artículos	**Vinculación**
siguientes facultades, en el ámbito de su jurisdicción territorial: I. Autorizar, registrar y supervisar técnicamente el establecimiento de Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre; II. Atender los asuntos relativos al manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales; III. Aplicar las medidas de sanidad relativas a la vida silvestre; IV. Aplicar las medidas relativas al hábitat crítico y a las áreas de refugio para proteger las especies acuáticas reguladas en la presente Ley […].	de tal manera prejuicios ante los organismos, brindando un trato digno y respetuoso, en caso de haber inconsistencias se aplicarán las medidas de remediación y control correspondientes.
Artículo 27 BIS. No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	El proyecto no contempla la liberación o introducción de especies exóticas a los hábitats y ecosistemas naturales. Durante las actividades constructivas se implementarán pláticas de concientización ambiental al personal de la obra sobre la importancia de la conservación de fauna silvestre, así como, de la prohibición de liberación de especies exóticas en ambientales naturales.
Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características. **Artículo. 37.** El reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas sobre la materia establecerán las medidas necesarias para efecto de lo establecido en el presente capítulo.	En la visita a sitio se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri,* sin embargo, se realizarán las siguientes acciones contenidas en los Programas de rescate y reubicación de flora y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna: Previo al inicio de los trabajos, todos los ejemplares de fauna silvestre que se encuentren en la zona serán ahuyentados y reubicados en sitios con características similares al ecosistema en donde fueron localizados; dichas actividades serán realizadas por personal experto y/o capacitado para

LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 03/07/2000; Fecha de última reforma: 16/07/2025	
Artículos	**Vinculación**
	tal fin, con el objeto de evitar al máximo la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, considerando las características de las diferentes especies y los métodos más eficaces. Esto, siguiendo las bases y metodologías, así como disposiciones y técnicas establecidas en el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el cual se consideran acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna de lento desplazamiento y fosoriales de individuos incluidos en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de importancia ecológica, con la finalidad de disminuir el impacto sobre la diversidad y abundancia de las especies de fauna.
Artículo 58 . Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: A) En peligro de extinción, aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros. B) Amenazadas, aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. C) Sujetas a protección especial, aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.	Se realizarán actividades de rescate y reubicación de las especies mediante los programas propuestos en el capítulo VI de esta MIA-P y sus anexos. En la visita a sitio se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri,* sin embargo, se realizarán las siguientes acciones contenidas en los Programas de rescate y reubicación de flora y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna: **Programa de rescate y reubicación de flora silvestre:** Incluye acciones de rescate y reubicación de flora. Estará enfocado en la protección y conservación de especies nativas y en caso de localizar alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica. De esta forma, se pretende disminuir el impacto sobre la diversidad y abundancia de las especies de flora. **Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna:** Considera acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de fauna de lento desplazamiento y fosoriales, de individuos incluidos en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicos y de importancia ecológica. Con estas acciones se disminuir el impacto sobre la

LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 03/07/2000; Fecha de última reforma: 16/07/2025	
Artículos	**Vinculación**
	diversidad y abundancia de las especies de fauna en el sistema ambiental.
Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona que cause daños a la vida silvestre o su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley o en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, estará obligada a repararlos en los términos del Código Civil para el Distrito Federal en materia del Fuero Común y para toda la República en materia del Fuero Federal, así como en lo particularmente previsto por la presente Ley y el reglamento. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.	El proyecto contempla estrategias ambientales cuyas acciones están orientadas a la protección y conservación de las especies de fauna en riesgo, tal y como se señala en el capítulo VI de la presente MIA-P. Llevará a cabo acciones de manejo de vida silvestre mediante los Programas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna, rescate y reubicación de flora silvestre y de reforestación. Además, las acciones necesarias para la implementación de este proyecto se limitarán al área del proyecto, por lo que no se causarán daños de manera directa o indirectamente a la vida silvestre o a su hábitat.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General para la Vida Silvestre.

III.6.6 Reglamento de la Ley General para la Vida Silvestre

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre en México constituye el marco jurídico complementario que establece los procedimientos, lineamientos y disposiciones administrativas necesarias para la aplicación de la Ley. Su finalidad es garantizar la conservación, aprovechamiento sustentable, manejo y protección de la vida silvestre y su hábitat**,** regulando actividades como la investigación, el aprovechamiento extractivo, la reintroducción de especies, el manejo en confinamiento, así como la prevención de riesgos y la atención de especies en peligro. De esta forma, el Reglamento precisa las atribuciones de las autoridades competentes y ofrece certeza normativa a los distintos sectores que interactúan con la biodiversidad del país. La vinculación con el presente Reglamento se presenta en la Tabla III-25.

Tabla III- 25 Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Vida Silvestre.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 09/05/2014; Fecha de última reforma: 30/11/2006	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 12. Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con el hábitat, especies, partes o derivados de vida silvestre y que	Para llevar a cabo el monitoreo tanto de flora como de fauna se presentarán los permisos correspondientes, así como también para el manejo

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA VIDA SILVESTRE Fecha de creación 09/05/2014; Fecha de última reforma: 30/11/2006	
Artículos	**Vinculación**
conforme a la Ley requieran licencia, permiso o autorización de la Secretaría, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la Secretaría […].	de los individuos, con las técnicas y metodologías que se implementarán en el Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna y el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre.
Artículo 56. La importación, exportación y reexportación de material biológico de especies incluidas en los apéndices de CITES, se sujetará a lo señalado en dicha Convención.	Con el fin de conservar la diversidad biológica y contribuir a su utilización sostenible, durante el desarrollo del proyecto se implementará el Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, en el que se contempla prohibir la utilización y venta de cualquiera especie que se encuentra dentro del área del Proyecto y en la zona de influencia.
Artículo 78 Las medidas de manejo, control y remediación de los ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo con el orden de prelación que se indica: […].	Se aplicarán acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de Fauna, las cuales estarán incluidas en un Programa, junto con medidas de manejo y control de ejemplares. Además, se impartirán pláticas de concientización a trabajadores, por medio de estrategias de Educación Ambiental.
Artículo 79. Para la atención de los asuntos relativos al manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, la Secretaría podrá establecer por sí misma o autorizar, a solicitud de los interesados, las medidas correspondientes en los predios, zonas o regiones en los cuales se requiera una solución con el fin de evitar o minimizar efectos negativos para el ambiente, otras especies o la población humana. Dentro de las UMA, la Secretaría podrá autorizar las medidas propuestas o dictar las que considere necesarias, de conformidad con el presente Capítulo.	

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley General para la Vida Silvestre

III.6.7 Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del

equilibrio ecológico, al respecto, el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-26.

Tabla III- 26 Vinculación con la Ley General de Cambio Climático.

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Fecha de creación 06/06/2012; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 2. Artículo 2o. Esta Ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad; […].	Estos artículos son aplicables con el proyecto, toda vez que se ajustará a la política nacional y estatal en materia de cambio climático, así como a las Normas Oficiales Mexicanas e instrumentos jurídicos en materia de emisiones a la atmósfera durante el desarrollo del proyecto, buscará implementar las mejores técnicas y prácticas existentes con el fin de prevenir y reducir los posibles efectos adversos que, por la ejecución del proyecto pudieran contribuir al cambio climático. En particular, para el desarrollo del proyecto se prevé la implementación de las siguientes medidas y programas ambientales que se refiere en el capítulo VI de la presente MIA-P y se anexan a la misma los siguientes programas: Programa de rescate y reubicación de flora silvestre, el cual considera acciones de rescate y reubicación de flora. El programa estará enfocado a la protección y conservación de especies nativas, en caso de localizar alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las endémicas y las de importancias ecológica. De esta forma, se pretende disminuir el impacto sobre la diversidad y abundancia de las especies de flora. Se realizarán actividades de rescate y reubicación de las especies mediante los programas propuestos en el capítulo VI de esta MIA-P y sus anexos. En la visita a sitio se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría “sujeta a protección especial” el helecho arborescente *Cyathea fulva* y la rana leopardo *Lithobates berlandieri,* sin embargo, se realizarán las contenidas en estos programas. • Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna. Este programa considera acciones de ahuyentamiento, rescate y

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Fecha de creación 06/06/2012; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
	reubicación de individuos de fauna de lento desplazamiento y fosoriales, de individuos incluidos en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, endémicos y de importancia ecológica. Estas actividades están dirigidas a la protección y conservación de los individuos. De esta manera, se pretende disminuir el impacto sobre la diversidad y abundancia de las especies de fauna. • Programa de rescate y conservación de suelos, donde se consideran acciones para preservar y aprovechar la capa del fértil del terreno, mediante su extracción, almacenamiento y posterior reincorporación en áreas destinadas a revegetación, restauración etc., con el fin de mantener la productividad biológica del suelo, favorecer la cobertura vegetal y contribuir a la conservación de los servicios ambientales. • Programa de manejo integral de residuos, el cual incluye acciones para el manejo de residuos peligrosos, acciones para el manejo de residuos especiales, acciones para el manejo de residuos sólidos y acciones para el manejo de residuos líquidos. • Programa de reforestación, cuyas acciones estarán encaminadas a restituir y fortalecer la cobertura vegetal en áreas impactadas o degradadas, mediante la plantación y cuidado de especies nativas o adaptadas, con el propósito de recuperar la biodiversidad, proteger el suelo y los cuerpos de agua, mejorar la calidad del aire, generar hábitats para la fauna y contribuir a la mitigación del cambio climático, asegurando la integración ecológica y social de las zonas intervenidas. Estos programas formarán parte del Programa de vigilancia ambiental, con el objetivo de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales previstos a generar por las actividades de desmonte y despalme del proyecto. Además de asegurar el cumplimiento de las leyes, reglamentos,

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Fecha de creación 06/06/2012; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
	ordenamientos y normas ambientales vigentes aplicables al desarrollo del proyecto.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono; […].	De conformidad con lo establecido en el Artículo 7 fracción I de la Ley General de Cambio Climático, corresponde a la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la formulación y conducción de la política nacional de cambio climático. No obstante, el proyecto se ajustará a los principios que refiere el artículo en mención, considerando lo siguiente: Durante el desarrollo del proyecto se respetará la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas en los que incide, tal y como se describe a lo largo de la presente MIA-P. El proyecto se ajusta a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio y el Programa de Ordenamiento Ecológico y Territorial del Estado de Hidalgo, y a lo largo del presente capítulo se evidencia el cumplimiento con los instrumentos de política ambiental y normativa aplicable al proyecto, de esta manera coadyuvará en la instrumentación de una política nacional de cambio climático. Asimismo, en la ejecución del proyecto se aplicará una serie de acciones y medidas ambientales diseñadas para evitar y minimizar los impactos ambientales negativos que pudiera generar al ambiente. En cumplimiento a los principios en cita, el proyecto se vincula con la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento, y se somete a evaluación a través de la presentación de la MIA-P de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA, así como su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental. En la MIA-P se han descrito los efectos que pudieran generarse por las obras y actividades a desarrollar, y se ha propuesto una serie de medidas, acciones y programas ambientales para prevenir y mitigar posibles daños al ambiente.

LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO Fecha de creación 06/06/2012; Fecha de última reforma: 01/04/2024	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 27. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos: I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático; II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos; III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático; IV. Identificar la vulnerabilidad y capacidad de adaptación y transformación de los sistemas ecológicos, físicos y sociales […].	De acuerdo con lo establecido en el Artículo 28 de la presente Ley, corresponde a la Federación a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como al Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, la elaboración de la Política Nacional de Adaptación. No obstante, en el diseño del proyecto se han considerado los escenarios actuales y futuros de cambio climático. También, se han propuesto una serie de medidas integradas en el capítulo VI de la MIA-P, con el fin de minimizar los riesgos y daños del proyecto, así como prevenir, minimizar y en su caso compensar los impactos ambientales previstos en su desarrollo.
Artículo 31. La política nacional de mitigación de Cambio Climático deberá incluir, a través de los instrumentos de planeación, política y los instrumentos económicos previstos en la presente ley, un diagnóstico, planificación, medición, monitoreo, reporte, verificación y evaluación de las emisiones nacionales. Esta política deberá establecer planes, programas, acciones, instrumentos económicos, de política y regulatorios para el logro gradual de metas de reducción de emisiones específicas, por sectores y tomando como referencia los escenarios de línea base y líneas de base por sector que se establezcan en los instrumentos previstos por la presente Ley, considerando las contribuciones determinadas a nivel nacional para el cumplimiento de los objetivos del Acuerdo de París, el acceso a recursos financieros, la transferencia de tecnología y el desarrollo de capacidades, así como cualquier otro tratado internacional suscrito por el Estado mexicano en materia de cambio climático.	Durante el desarrollo del proyecto se implementarán una serie de medidas integradas en el capítulo VI de la presente MIA-P con el fin de preservar el ecosistema en el que incide y su biodiversidad. Entre las medidas incluidas para mitigar las emisiones a la atmósfera se encuentra el control de emisiones, dispersión de partículas y de ruido. Por lo antes expuesto, el proyecto coadyuvará al cumplimiento de la política nacional de mitigación del cambio climático.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General de Cambio Climático.

III.6.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiental y la gestión ambiental. Su vinculación se presenta en la Tabla III-27.

Tabla III- 27 Vinculación con la Ley de Federal Responsabilidad Ambiental.

Ley de Responsabilidad Ambiental Fecha de creación 07/06/2013; Fecha de última reforma: 20/05/2021	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 6. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	El Promovente elabora el presente Manifiesto de Impacto Ambiental para su evaluación y debida resolución por parte de la SEMARNAT. Además, este proyecto ha sido vinculado con todos los instrumentos jurídicos pertinentes que eviten daños al medio ambiente, que promuevan su preservación y aprovechamiento sustentable.
Artículo 7. A efecto de otorgar certidumbre e inducir a los agentes económicos a asumir los costor de los daños ocasionados al ambiente, la Secretaría deberá emitir paulatinamente normas oficiales mexicanas, que tengan por ojeto establecer caso por caso y atendiendo la Ley de la materia, las cantidades mínimas de deterioro, pérdida, cambio, menoscabo, afectación, modificación y contaminación, necesarias para considerarlos como adversos y dañosos. Para ello, se garantizará que dichas cantidades sean significativas y se consideren, entre otros criterios, el da la capacidad de regeneración de los elementos naturales.	El Promovente elabora la presente MIA-P para su evaluación y debida resolución por parte de la SEMARNAT. Además, este proyecto ha sido vinculado con todos los instrumentos jurídicos pertinentes que eviten daños al medio ambiente, que promuevan su preservación y aprovechamiento sustentable.
Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	El proyecto ha sido diseñado con el fin de que su ejecución no cause daños irreparables al medio ambiente. En caso de que no se cumpla con lo establecido tanto en el presente Manifiesto como lo que en su momento estipule la Secretaría, el Promovente deberá hacerse responsable de los daños que pueda ocasionar y de la compensación de estos. Asimismo, En el presente estudio, se proponen las medidas de prevención y mitigación de los impactos

Ley de Responsabilidad Ambiental Fecha de creación 07/06/2013; Fecha de última reforma: 20/05/2021	
Artículos	**Vinculación**
	ambientales que se ocasionen a raíz de la implementación del Proyecto. De igual forma, se cumplirán aquellas que designe la Autoridad competente.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

III.6.9 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho a toda persona a medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación, así como el establecimiento de diversas bases, al respecto el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-28.

Tabla III- 28 Vinculación con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Fecha de creación 08/10/2003; Fecha de última reforma: 08/05/2023	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.	Durante el proyecto, los residuos generados por las actividades serán clasificados y desechados conforme a la legislación vigente.
Artículo 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por: 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; 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	Se contempla la aplicación de medidas y acciones para el manejo integral de los residuos, que implica la recolección, almacenamiento y disposición final adecuada, según sea el caso. De igual manera se considera solicitar al municipio el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos y de una empresa autorizada ppara la recolección de los residuos de manejo especial. Así mismo cabe mencionar que no se generarán residuos peligrosos durante la etapa de preparación del sitio. Por lo que cualquier tipo de mantenimiento

LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Fecha de creación 08/10/2003; Fecha de última reforma: 08/05/2023	
Artículos	**Vinculación**
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, […]	de equipo y maquinaria deberá de realizarse en lugares ex profesos a la zona del proyecto y será responsabilidad de la empresa contratista.
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.	Para dar cumplimiento a este artículo, durante la etapa de preparación del sitio se dispondrán contenedores para la separación de los residuos sólidos urbanos.
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. VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general; XI. Otros que determine la Secretaría de común acuerdo con las entidades federativas y municipios, que así lo convengan para facilitar su gestión integral.	Los residuos de manejo especial que se generen durante la etapa de preparación del sitio serán recolectados y almacenados de manera temporal en contenedores debidamente identificados, para su posterior envío a disposición final con base en la legislación vigente.
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.	Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que puedan generarse durante las actividades preparación del sitio del proyecto serán manejados acorde a la legislación vigente.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

III.6.9.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

El Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; al respecto, el proyecto se vincula con los siguientes artículos, véase Tabla III-29.

Tabla III- 29 Vinculación con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Nuevo Reglamento publicado en el DOF: 30/11/2006; Última reforma publicada DOF: 31/10/2014	
Artículos	**Vinculación**
Artículo 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.	Durante la etapa de preparación del sitio para el desarrollo del proyecto, se atenderán las disposiciones presentes en esta ley en materia de residuos.
Artículo 16. Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: […]	El manejo de los residuos que se generen, serán manejados de acorde a la legislación vigente y en el caso de los residuos peligrosos que pudieran generarse será responsabilidad de la empresa constructora el manejo y disposición final.
Artículo 17. Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlos en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	
Artículo 129. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos que no excedan de un metro cúbico […]	En caso de que, durante la etapa de preparación del sitio del proyecto, ocurra un accidente o derrame con los materiales o residuos peligrosos, se manejara de acuerdo con lo establecido en este artículo.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. 97
IV.1 Delimitación del área de estudio. 97
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental. 100
IV.2.1 Medio abiótico..... 100
IV.2.2 Medio biótico..... 119
IV.2.3 Anfibios..... 187
IV.2.4 Reptiles..... 194
IV.2.5 Mamíferos..... 203
IV.2.6 Paisaje..... 205
IV.2.7 Medio socioeconómico. 207
IV.2.8 Diagnóstico ambiental 213
IV.2.9 Síntesis del inventario ambiental. 215

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

IV.1 Delimitación del área de estudio.

El área de estudio, entendida como el Sistema Ambiental, se define como la zona esencial donde se delimitan los distintos ecosistemas cercanos al proyecto que podrían verse afectados. Esta delimitación permite evaluar los posibles impactos derivados de la preparación del sitio, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto “Sistema de agua potable ‘Río Zacatlamaya', para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”: Su objetivo principal es plantear medidas encaminadas a prevenir, mitigar o reducir dichos efectos sobre el medio ambiente.

La delimitación del sistema ambiental se establece a partir del reconocimiento de la uniformidad y continuidad de diversos indicadores ambientales, como clima, geomorfología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, población e infraestructura. La relevancia de este proceso radica en que posibilita describir las características biofísicas de la zona, definir la vocación de uso del suelo e identificar los impactos específicos, acumulativos y residuales, lo que a su vez facilita proponer medidas de mitigación acordes con las necesidades ambientales generadas por el cambio de uso de suelo.

Los criterios para delimitar el sistema ambiental son los siguientes:

1. **Ordenamiento ecológico territorial del estado de Hidalgo.**

Para establecer el sistema ambiental, se utilizó inicialmente la regionalización del Programa de Ordenamiento Territorial del Estado de Hidalgo (Figura IV.1). Este programa define las actividades permitidas o condicionadas en el territorio, a través de unidades de gestión ambiental (UGA), Las Unidades de Gestión Ambiental se definen como áreas que poseen una problemática ambiental, recursos naturales y morfoestructuras comunes. Sin embargo, dado que las UGA resultantes excedían los límites municipales y abarcaban ecosistemas ajenos al área del proyecto, se decidió ajustar las dimensiones del sistema ambiental.

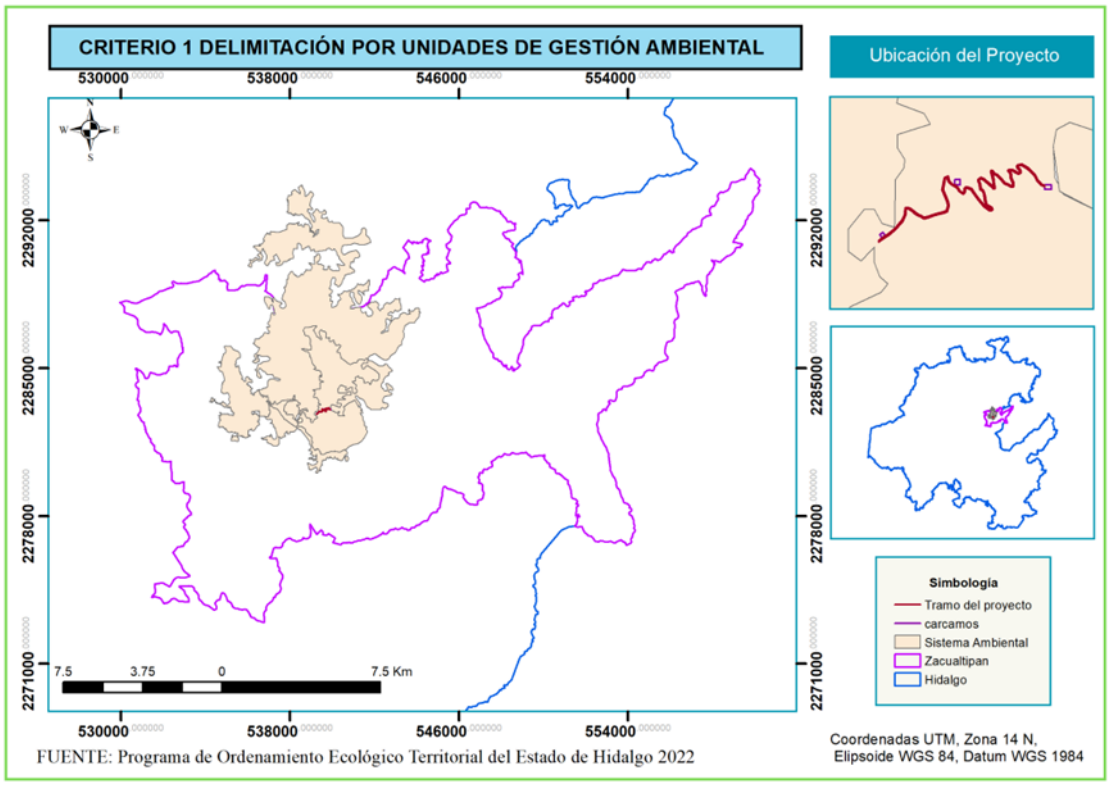


Figura IV.1 Delimitación del sistema ambiental, criterio 1.

2. Microcuencas

Para llevar a cabo la adaptación y mejora del sistema ambiental, se utilizó la microcuenca donde se encuentra el presente proyecto.

Desde la perspectiva de la hidrología, una microcuenca se define como la unidad territorial mínima de captación y respuesta hidrológica, delimitada por la divisoria topográfica de aguas. Corresponde al área de drenaje superficial que alimenta y da origen a las corrientes fluviales de primer orden, las cuales constituyen los cauces elementales de la red hídrica.

Formalmente, una microcuenca es una unidad hidrológica de orden inferior dentro del sistema exorreico o endorreico de una cuenca mayor. Su principal función es la transformación de la precipitación efectiva en escorrentía directa, la cual se concentra en un único punto de salida o aforo.

Para la delimitación de la microcuenca dentro de la cual se puede observar el presente proyecto, se utilizó el Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

Debido a la naturaleza del proyecto, al tratarse de una red de distribución de agua potable desde un cuerpo de agua lótico, como lo es el Rio zacatlamaya, se define el sistema ambiental (figura IV.3) a partir del criterio 2, delimitandose

por la microcuenca obtenida a partir de la simulación corriente arriba del SIATL, especificamente en la microcuenca del cauce del rio zacatlamaya.

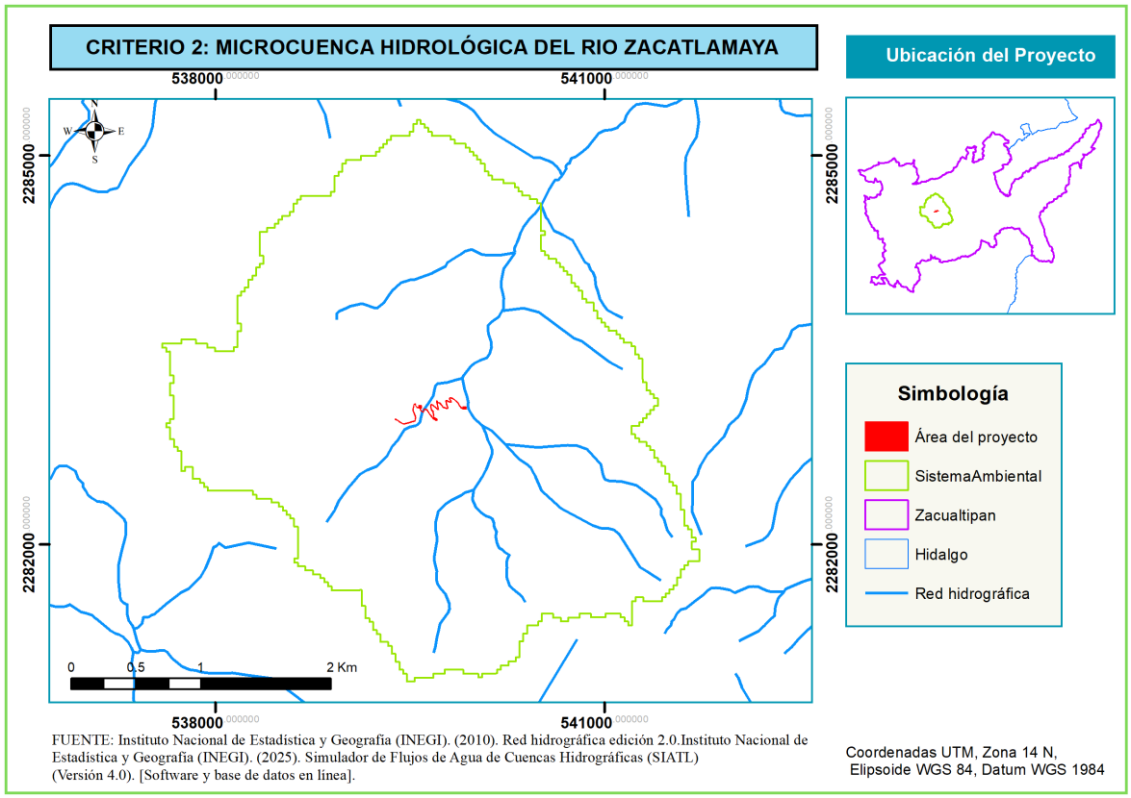


Figura IV.2 Delimitación del sistema ambiental, criterio 2.

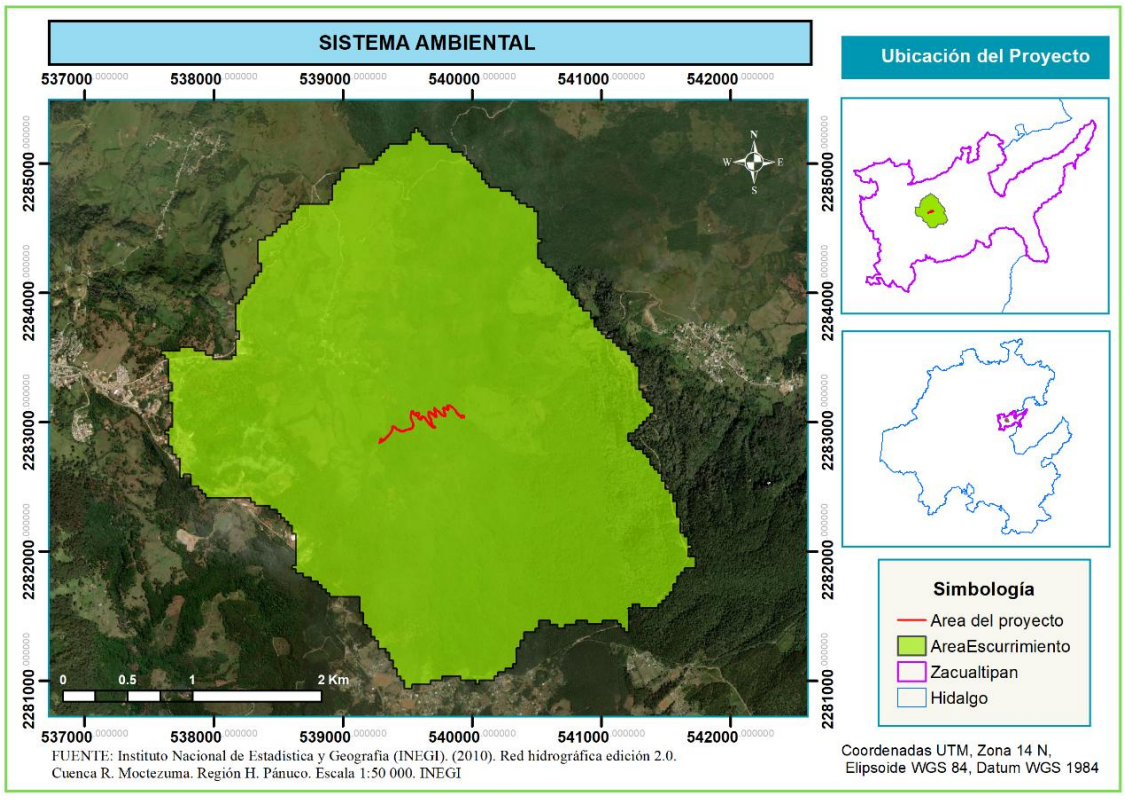


Figura IV.3 Sistema ambiental.

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental.

IV.2.1 Medio abiótico.

A continuación, se detalla el análisis de los factores abióticos, los componentes físicos y químicos no vivos de un ecosistema. Estos elementos son de vital importancia, ya que ejercen una influencia directa sobre los organismos vivos, es decir, los factores bióticos.

a) Aire.

De acuerdo a la plataforma del Instituto Nacional de Información de Calidad del Aire, en el municipio de Zacualtipán de Ángeles, no se encuentra activa una estación climatológica en función que esté registrando continuamente la calidad del aire; sin embargo, existen plataformas que estiman la concentración de ciertas partículas contaminantes en el aire, que se pueden consultar en línea. Se revisó el portal en línea de Weatherbug.com en su pestaña de *Air Quality Index,* que muestra un análisis de la calidad del aire de la zona del municipio de Zacualtipán de Ángeles, el cual se muestra a continuación en la tabla IV.1.

Tabla IV.1 Calidad del aire para Zacualtipán de Ángeles

Contaminante	Valor
PM2.5	6.15 µg/m³
PM10	26.7 µg/m³
O_3	38.3 ppb
NO_2	0.88 ppb
SO_2	1.85 ppb
CO	149 ppb

Los datos indican que la calidad del aire es favorable en el municipio, ya que los niveles de todos los contaminantes monitoreados se encuentran muy por debajo de los límites de riesgo para la salud, tanto los establecidos por normativas mexicanas como por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Partículas (PM2.5 y PM10): Los valores de 6.15 µg/m³ para PM2.5 y 26.7 µg/m³ para PM10 son bajos. Por ejemplo, la NOM-025-SSA1-2021 de México establece un límite de 24 horas de 25 µg/m³ para PM2.5 (a partir de 2026) y de 50 µg/m³ para PM10, lo que significa que la concentración actual es segura.

Gases (O_3, NO_2, SO_2, CO): Las concentraciones de ozono (O_3), dióxido de nitrógeno (NO_2), dióxido de azufre (SO_2) y monóxido de carbono (CO)

también son insignificantes y están muy por debajo de los umbrales que podrían causar efectos adversos en la población

b) Clima.

Según la clasificación climática de Köppen, modificada por E. García en 1981, el Sistema Ambiental se encuentra dentro de las unidades climatológicas representadas en la Figura IV.4. En esta se puede identificar que en el área del sistema ambiental se presenta un clima, C(m), correspondiente a un clima templado con régimen de lluvias en verano.

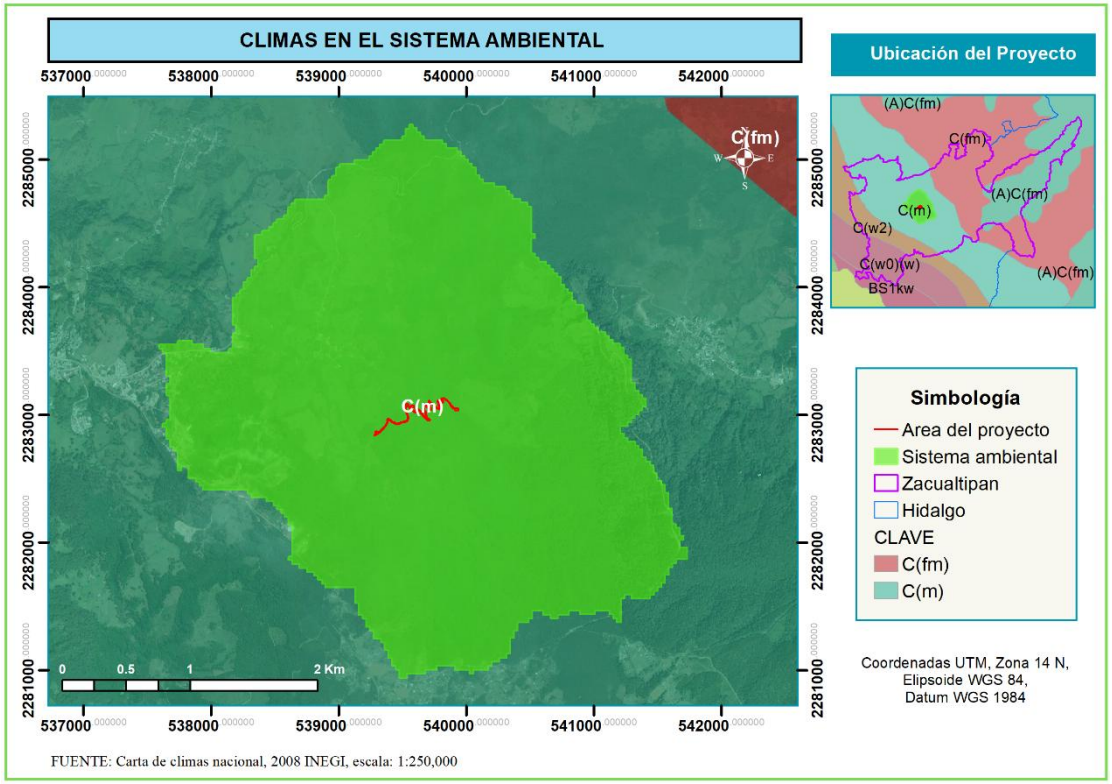


Figura IV.4 Climas en el sistema ambiental.

C(m): Según la clasificación de Köppen, se refiere a un tipo de clima templado húmedo con lluvias máximas en verano, a menudo influenciado por el monzón. Para entenderlo mejor, podemos desglosar sus características:

"C" (Templado): La primera letra indica que se trata de un clima templado. Esto significa que la temperatura media del mes más frío se encuentra entre los -3 °C y los 18 °C, mientras que la del mes más cálido es superior a los 10 °C. Este grupo climático permite el desarrollo de bosques templados.

"m" (Húmedo con régimen de monzón): La segunda letra es la clave y hace referencia al patrón de precipitación. Un clima con la letra "m" tiene una corta estación seca en invierno, pero las lluvias en la estación lluviosa (generalmente en verano) son tan intensas que compensan la falta de

precipitación en la estación seca, permitiendo la existencia de vegetación de selva o bosque tropical.

En la Sierra Madre Oriental, donde la altitud media de Zacualtipán (~2000 m.s.n.m.) regula las temperaturas y determina una marcada estacionalidad de lluvias. La combinación de temperaturas moderadas y abundante precipitación estival favorece el desarrollo del bosque mesófilo de montaña, así como de comunidades agrícolas de temporal adaptadas a la variabilidad climática, aunque los periodos secos de invierno-primavera generan condiciones de susceptibilidad a erosión y estrés hídrico en la vegetación natural y en los cultivos.

Temperatura promedio.

En cuanto a la temperatura, se observa un patrón anual con ascenso progresivo desde enero (10.4°C) hasta alcanzar el máximo en mayo (16.4°C). Posteriormente, existe una ligera disminución durante los meses de junio a agosto (15.6–14.6 °C), coincidiendo con la temporada de lluvias, lo que refleja el efecto moderador de la nubosidad y la precipitación sobre la temperatura. Durante el otoño, las temperaturas descienden de manera más notoria, pasando de 14.7°C en septiembre a 11.9°C en noviembre, alcanzando valores mínimos en diciembre (10.9°C).

Precipitación promedio anual.

El clima de Zacualtipán (datos 1971-2000) presenta un patrón subhúmedo con lluvias de verano, sumando 1,278.6 mm anuales. Esta distribución genera un déficit hídrico en invierno-primavera (con mínimos de 24.7 mm en diciembre) y un exceso en verano (con picos de 213.2 mm en junio). Dicho régimen, si bien sostiene ecosistemas como el bosque mesófilo de montaña y cultivos de temporal, también genera riesgos duales: estrés hídrico durante el estiaje prolongado y alta erosión hídrica en pendientes durante las tormentas convectivas de verano. La disponibilidad de agua depende fuertemente de este ciclo estacional, que concentra la mayoría de los 149 días de lluvia anuales entre junio y septiembre.

c) Geología y geomorfología.

Geología en el sistema ambiental

La geología estudia el planeta Tierra, su composición, estructura, propiedades físicas y los procesos endógenos y exógenos que la han formado y continúan moldeando su superficie a lo largo del tiempo geológico. Abarca el

análisis de las rocas, los minerales, los suelos y las formas del relieve, así como la interpretación de los eventos que han dado origen a las características físicas observables en una región determinada.

En el contexto del presente estudio, la caracterización geológica del área de estudio constituye un componente fundamental. Esta proporciona la línea base indispensable para comprender las interacciones potenciales entre las actividades de un proyecto y el medio físico abiótico. El conocimiento preciso de la geología local es crucial para evaluar la estabilidad del terreno, la susceptibilidad a riesgos geológicos (tales como sismicidad, vulcanismo o movimientos en masa), la dinámica de los sistemas de aguas subterráneas (hidrogeología) y, en general, la aptitud del sitio para soportar la infraestructura proyectada de manera segura y sostenible.

A continuación, se presenta en la figura IV.5 la geología presente en el área del proyecto y en el sistema ambiental.

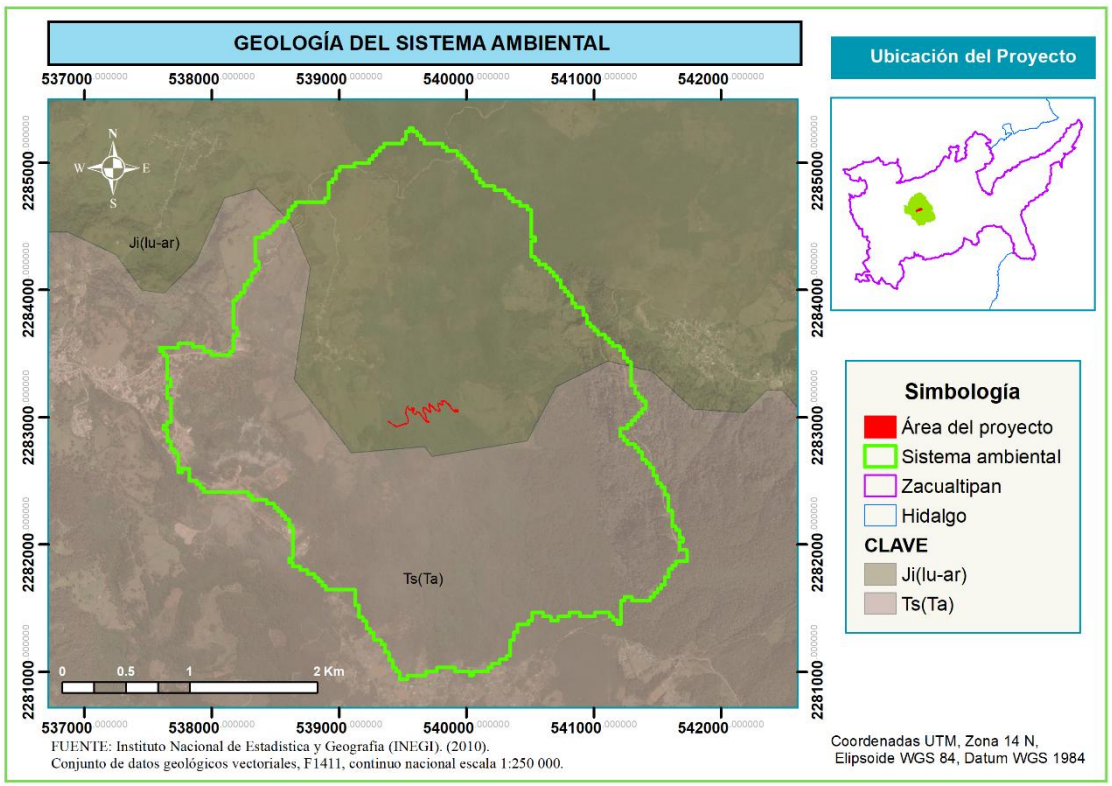


Figura IV.5 Geología en el sistema ambiental.

La nomenclatura utilizada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en su cartografía geológica sigue un formato estándar donde se indica la Era o Periodo geológico, seguido de la litología (el tipo de roca) predominante.

A continuación, se detalla cada unidad:

Ji(lu-ar): Jurásico Inferior (Lutita-Arenisca) Esta unidad corresponde a rocas sedimentarias marinas del período Jurásico Inferior. Está compuesta por una secuencia de intercalaciones rítmicas de lutita (roca de grano muy fino, similar a la arcilla compactada) y arenisca (roca formada por granos de arena cementados). Esta alternancia sugiere un ambiente de depósito en una cuenca marina que recibía aportes variables de sedimentos finos y arenosos. En la región central de México, esta unidad a menudo se asocia con la **Formación Huayacocotla**.

Ts(Ta): Terciario Superior (Toba Ácida) Esta unidad también corresponde a rocas ígneas extrusivas del Terciario Superior. La clave "(Ta)" indica una toba ácida. Las tobas son rocas formadas por la acumulación y compactación de ceniza y otros fragmentos expulsados durante erupciones volcánicas explosivas. La designación "ácida" (o félsica) se refiere a su composición química, rica en sílice. Estas rocas suelen ser de colores claros y de grano fino a medio.

Fisiografía.

La configuración general de las formas del relieve se define a partir del análisis integral de datos topográficos, geológicos, hidrológicos y edafológicos, creando unidades relativamente homogéneas que representan las diversas provincias y subprovincias en las que se ha dividido el país según su geología y topografía.

Provincia fisiográfica.

El sistema ambiental se sitúa dentro de la provincia fisiográfica **Sierra Madre Oriental**, que forma parte del sistema montañoso de la Cordillera Americana. Se extiende aproximadamente 1,350 km desde el sur de Texas, pasando por los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Puebla, Tlaxcala y Veracruz, hasta llegar a la región de Tehuacán en Oaxaca. Esta región se caracteriza por ser una cadena montañosa de origen tectónico con una orografía compleja, predominando las formaciones calizas. La Sierra Madre Oriental actúa como una barrera natural que intercepta los vientos húmedos del Golfo de México, creando un clima de contraste y una gran diversidad de ecosistemas, desde bosques de coníferas en las partes altas hasta selvas tropicales en las laderas orientales. Es una de las regiones con mayor biodiversidad y endemismo en México, albergando especies únicas y ecosistemas complejos.

Subprovincia fisiográfica.

La subprovincia fisiográfica del Carso Huasteco es una notable región natural de México, caracterizada por su peculiar geología y topografía. Se trata de un sector de la Sierra Madre Oriental donde el relieve de tipo kárstico es el protagonista, esculpido por la disolución de rocas calizas masivas que dieron origen a un paisaje de sierras plegadas, dolinas, grutas, profundos sótanos y cañones labrados por los ríos. Esta zona abarca porciones de los estados de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Veracruz y Querétaro, y se distingue por un clima semicálido y húmedo, con abundantes lluvias que propician la existencia de una densa vegetación como el bosque mesófilo de montaña y la selva alta perennifolia. La filtración de agua al subsuelo es una característica clave del terreno, creando complejos sistemas de cuevas y manantiales, mientras los cauces superficiales se interconectan creando una compleja red.

Topoformas.

En el área del proyecto y en el sistema ambiental se encuentran dos tipos de topoformas, meseta y sierra (Figura IV.6). Una **topoforma** es una unidad o forma de relieve de la superficie terrestre. El término proviene de las raíces griegas *topos* (lugar) y *forma*, y se utiliza para describir y clasificar las diferentes estructuras que componen el paisaje.

Estas formas son el resultado de la interacción de procesos geológicos internos (como el levantamiento de montañas y la actividad volcánica) y externos (como la erosión, la meteorización y la acción del agua, el viento y el hielo). En esencia, una topoforma representa el "molde" o la configuración del terreno en una escala específica, y su estudio es fundamental para la geomorfología. Ejemplos de topoformas incluyen valles, mesetas, llanuras, sierras y dunas.

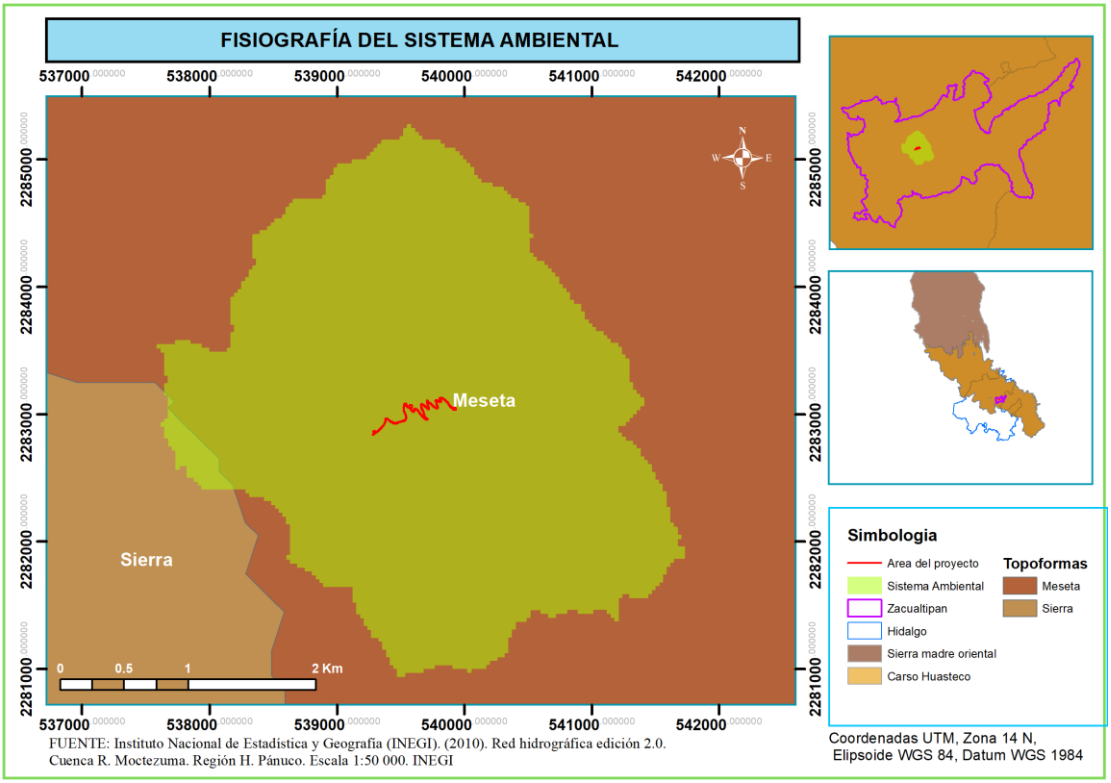


Figura IV.6 Sistema de topoformas y fisiografía en el sistema ambiental.

Meseta

En geomorfología, una meseta es una topoforma de relieve tabular. Sus principales características son:

- Superficie: Es un área elevada con una superficie predominantemente plana o suavemente ondulada, que puede incluir accidentes menores como lomeríos.

- Altitud: Se encuentra a una altura significativa sobre el nivel del mar, y se diferencia de las llanuras por su elevación.

- Bordes: Sus límites son abruptos y marcados, definidos por escarpes o laderas pronunciadas.

- Origen: Su formación se debe a grandes procesos endógenos, como el levantamiento tectónico de grandes bloques de la corteza terrestre (mesetas de origen tectónico) o a la acumulación de vastos flujos de lava (mesetas volcánicas o de origen lávico).

- Erosión: A lo largo del tiempo, la erosión fluvial y otros agentes pueden disectar las mesetas, dando lugar a formas secundarias como mesas, cerros testigos y buttes.

Sierra

Una sierra es una topoforma de relieve montañoso. Sus características, bajo un sistema de clasificación, son:

- Forma: Consiste en una cadena o un grupo de montañas, con un perfil de crestas y valles que le da un aspecto dentado o aserrado.

- Relieve: Es un relieve accidentado, con pendientes fuertes a muy fuertes.

- Origen: Se forma principalmente por procesos geológicos de compresión y plegamiento de las rocas (sierras plegadas), por fallas y levantamientos de bloques (sierras de bloques fallados), o por actividad volcánica (sierras volcánicas).

- Estructura: Geológicamente, una sierra es un elemento estructural más complejo que una meseta, a menudo asociado a límites de placas tectónicas o a orogenias antiguas.

- Orientación: Generalmente, las sierras tienen una orientación lineal que puede extenderse por cientos de kilómetros y, a menudo, son parte de un sistema montañoso mayor como una cordillera.

Susceptibilidad.

A continuación, se presenta un análisis de la vulnerabilidad del sitio frente a diversos fenómenos geológicos e hidrometeorológicos, tomando como base la información del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

Inundaciones.

De acuerdo con la información del Atlas Nacional de Riesgos, que forma parte del CENAPRED, el sistema ambiental se encuentra en una zona con vulnerabilidad media ante inundaciones (Figura IV.7), sin embargo, el municipio de Zacualtipán de Ángeles colinda en el norte y oeste con zonas vulnerables.

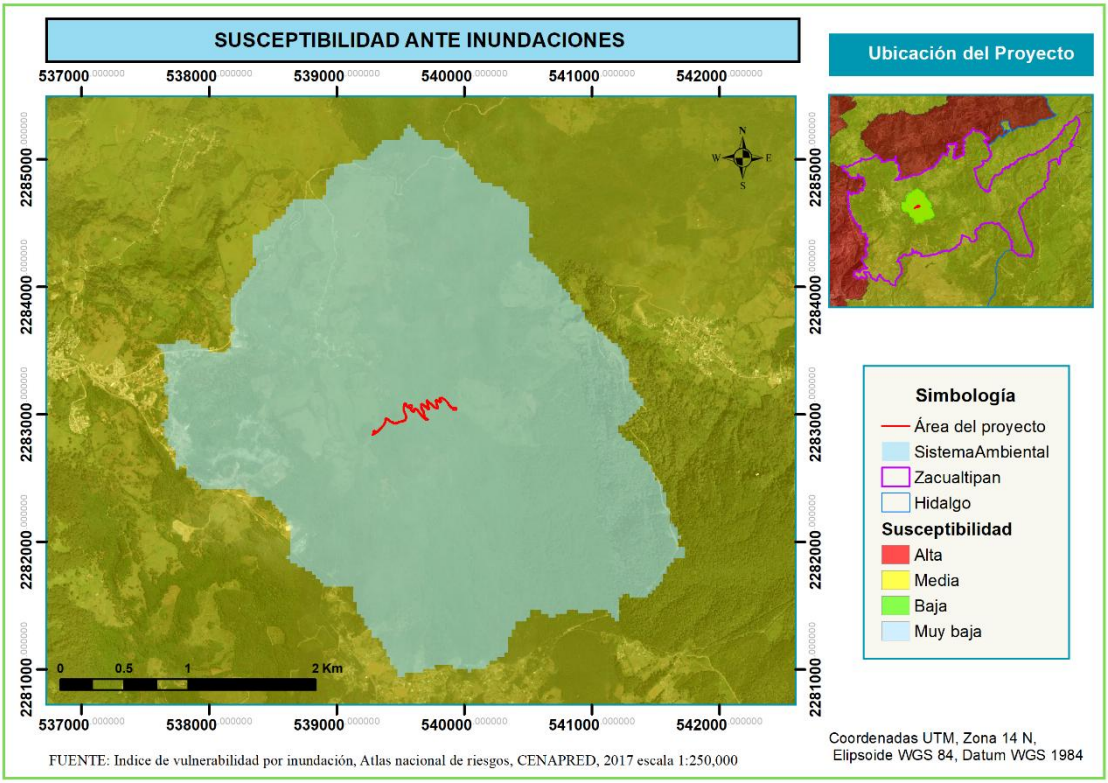


Figura IV.7 Vulnerabilidad en el sistema ambiental ante inundaciones.

Sismos.

De acuerdo con la zonificación sísmica del territorio mexicano, tal como se ilustra en la Figura IV.8 (o la figura correspondiente), se observa que tanto el sistema ambiental delimitado como el área específica donde se ubica el trazo del proyecto para el transporte de agua potable se encuentran predominantemente dentro de una zona de vulnerabilidad sísmica media. Esta clasificación, a menudo denominada Zona B en diversos estudios sismológicos nacionales, indica un nivel de riesgo moderado frente a eventos telúricos.

Aunque existen pequeñas secciones adyacentes con una vulnerabilidad calificada como baja, la mayor extensión del recorrido de la tubería se sitúa en esta categoría intermedia. Ello sugiere la necesidad de implementar un diseño que asegure la integridad del sistema, considerando criterios y materiales específicos que permitan a la tubería resistir los movimientos sísmicos propios de una zona de riesgo moderado y, así, evitar interrupciones o rupturas en el servicio.

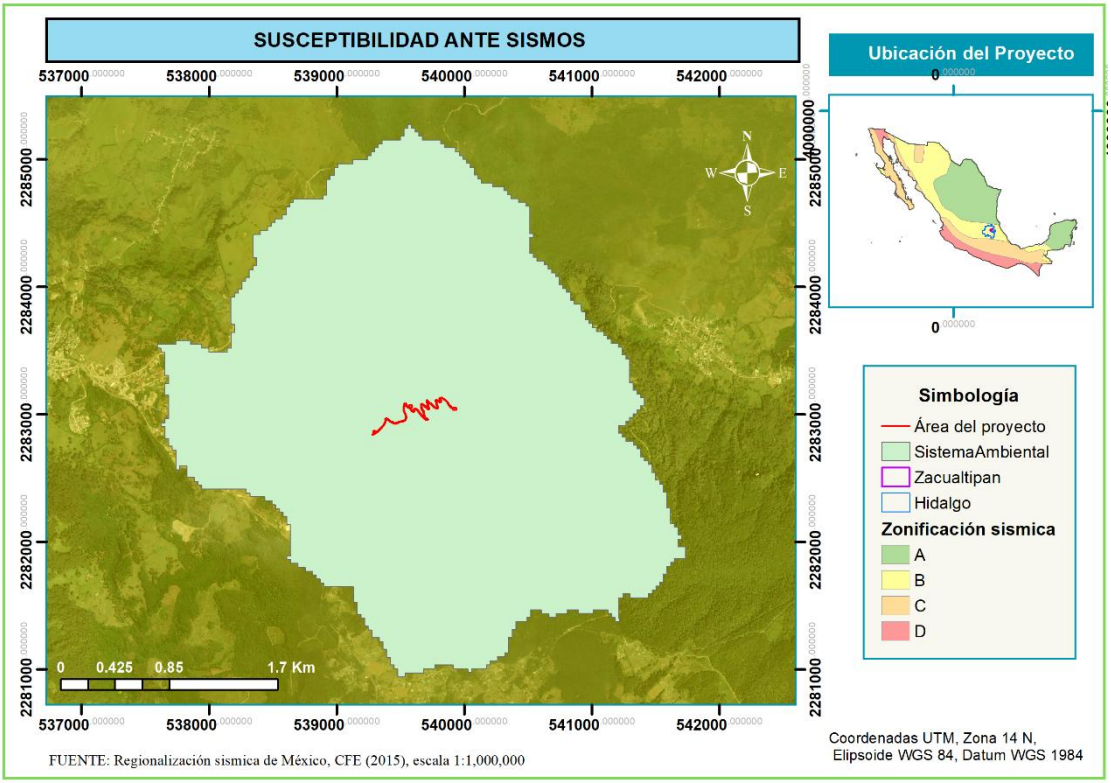


Figura IV.8 Vulnerabilidad ante sismos en el sistema ambiental.

Situaciones adversas por el clima.

El predio para el cambio de uso de suelo se caracteriza por un clima de alta humedad, lluvias abundantes y temperaturas templadas, con la ocurrencia periódica de fenómenos extremos como nortes y huracanes. Es crucial considerar estas condiciones durante la planificación y ejecución de las actividades constructivas (preparación del sitio, instalación de la línea de agua y operación), ya que tienen un impacto directo en la erosión del suelo, la estabilidad de los taludes y la disponibilidad hídrica del ecosistema.

Durante la fase de construcción, las lluvias intensas y los huracanes representan los riesgos más críticos, aumentando la probabilidad de erosión, derrumbes y daños a las estructuras recién instaladas. En la temporada seca, el riesgo principal reside en la preparación del sitio y la quema de vegetación, lo que eleva la vulnerabilidad a incendios. En la fase de operación y mantenimiento, la elevada humedad del Bosque Mesófilo de Montaña acelera los procesos de corrosión y deterioro, lo que se traduce en mayores costos de mantenimiento. Finalmente, los fenómenos extremos (nortes y huracanes) pueden provocar retrasos en la obra y afectaciones estructurales a largo plazo.

d) Suelo.

La **edafología** es la ciencia que estudia el suelo en su hábitat natural, abarcando su composición, clasificación, propiedades físicas y químicas, y su distribución. El suelo es un componente fundamental de los ecosistemas terrestres, actuando como el sustrato para la vegetación, un medio para el ciclo de nutrientes y agua, y el hábitat para una vasta biodiversidad de organismos. Se forma a partir de la interacción compleja entre el material geológico (roca madre), el clima, el relieve, los organismos y el tiempo.

Dentro del presente estudio, la caracterización edafológica es esencial para establecer la línea base de la calidad y capacidad del terreno. Este análisis permite evaluar la aptitud del suelo para los usos proyectados, su susceptibilidad a procesos de degradación como la **erosión** y la **compactación**, y su potencial para la restauración ecológica una vez finalizadas las actividades del proyecto. El conocimiento de los tipos de suelo es un factor determinante para la planificación del manejo de la vegetación, el diseño de obras civiles y la gestión de residuos.

Como se mencionó anteriormente, el sistema ambiental se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre Oriental y a su vez en la subprovincia fisiográfica, Carso huasteco, por lo que el suelo se compone principalmente de rocas calizas que se formaron en un paisaje Karstico, a continuación, se detallan los tipos de suelo que se encuentran en el sistema ambiental y en el área del proyecto (Figura IV.9)

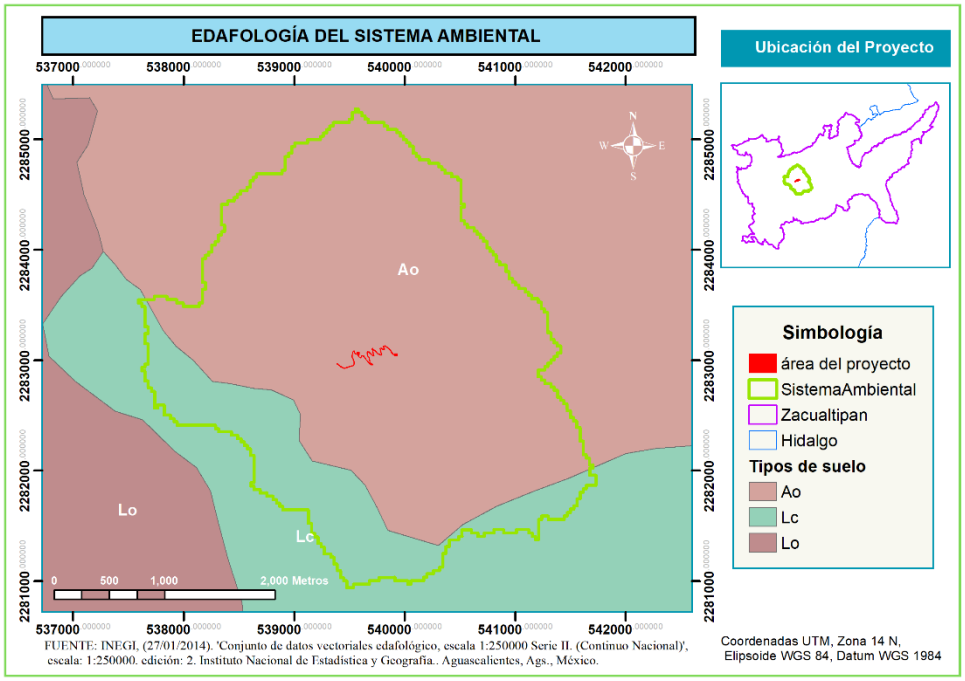


Figura IV.9 Edafología en el sistema ambiental.

Tipos de suelo presentes:

Descripción de las unidades de suelo

A continuación, se describen las características de las cuatro unidades de suelo presentes en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB).

- Ao (Acrisol órtico): El Acrisol órtico es un suelo mineral muy evolucionado, formado sobre paisajes antiguos y estables que han sido sometidos a una intensa meteorización en climas húmedos. Su característica principal es un horizonte subsuperficial de acumulación de arcilla (horizonte árgico) que presenta una baja capacidad de intercambio catiónico, lo que significa que tiene una baja habilidad para retener nutrientes como el calcio y el magnesio. Consecuentemente, estos suelos son ácidos y de baja fertilidad natural. El calificador "órtico" indica que representa la variedad típica del grupo de los Acrisoles, sin otras características particulares. Su aprovechamiento agrícola generalmente requiere enmiendas, como el encalado para corregir el pH, y una fertilización constante.

- Lc (Luvisol crómico) Los Luvisoles son suelos que, al igual que los Acrisoles, se caracterizan por un horizonte de acumulación de arcilla (horizonte árgico). Sin embargo, una diferencia fundamental es que los Luvisoles tienen una alta saturación de bases, lo que los convierte en suelos de fertilidad natural moderada a alta. El calificador "crómico" se refiere a la presencia de colores vivos y brillantes (rojos o pardo-rojizos) en el horizonte de arcilla, indicativo de una buena aireación y la presencia de minerales de hierro oxidados. Son suelos productivos y se encuentran comúnmente en terrenos planos u ondulados, siendo muy apreciados para la agricultura.

Susceptibilidad del suelo a la erosión en el área del proyecto.

Varios factores hacen que los Acrisoles sean propensos a perder su capa superficial:

- Estructura débil del horizonte superficial: La capa superior de un Acrisol (horizonte A) suele tener un bajo contenido de materia orgánica. Esto resulta en una estructura de agregados débil e inestable que se descompone fácilmente con el impacto de las gotas de lluvia.
- Contraste de texturas: Existe una diferencia marcada entre la capa superficial, que puede ser más arenosa o limosa, y la capa subsuperficial (horizonte Bt), que es muy rica en arcilla. Esta capa de arcilla es mucho menos permeable.

- Baja infiltración y alta escorrentía: Cuando llueve, el agua penetra la capa superior, pero se frena al llegar a la capa arcillosa. Esto puede saturar la capa superficial y generar un mayor volumen de agua corriendo por la superficie (escorrentía), la cual tiene la fuerza para arrastrar las partículas de suelo.
- Acidez y baja fertilidad: La acidez natural y la pobreza en nutrientes limitan el desarrollo de una cubierta vegetal densa. Una vegetación escasa ofrece menos protección al suelo contra la lluvia y el viento, y sus sistemas de raíces son menos eficaces para mantener el suelo cohesionado.

La deforestación o el cambio de uso de suelo en áreas con Acrisoles acelera drásticamente los procesos erosivos, llevando a la formación de cárcavas y a la pérdida irreversible de este recurso.

e) Hidrología superficial y subterránea.

A continuación, se presenta una descripción detallada de la región hidrológica en la que se localiza el sistema ambiental, así como un análisis completo de su subregionalización, considerando sus características físicas, geográficas y ambientales.

La región hidrológica Pánuco abarca una extensión de 97,195.727 km^2, desde su origen en el Valle de México hasta su desembocadura en el Golfo de México. Esta región comprende principalmente áreas de la Ciudad de México y de los estados de Guanajuato, Hidalgo, México, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz, además de pequeñas porciones de Nuevo León, Puebla y Tlaxcala. Para la gestión del agua superficial, la Región Hidrológica Número 26 Pánuco se ha subdividido en 77 cuencas hidrológicas, con un escurrimiento medio anual de 20,223.564 millones de m^3, tal como se puede observar en la Figura IV.10.

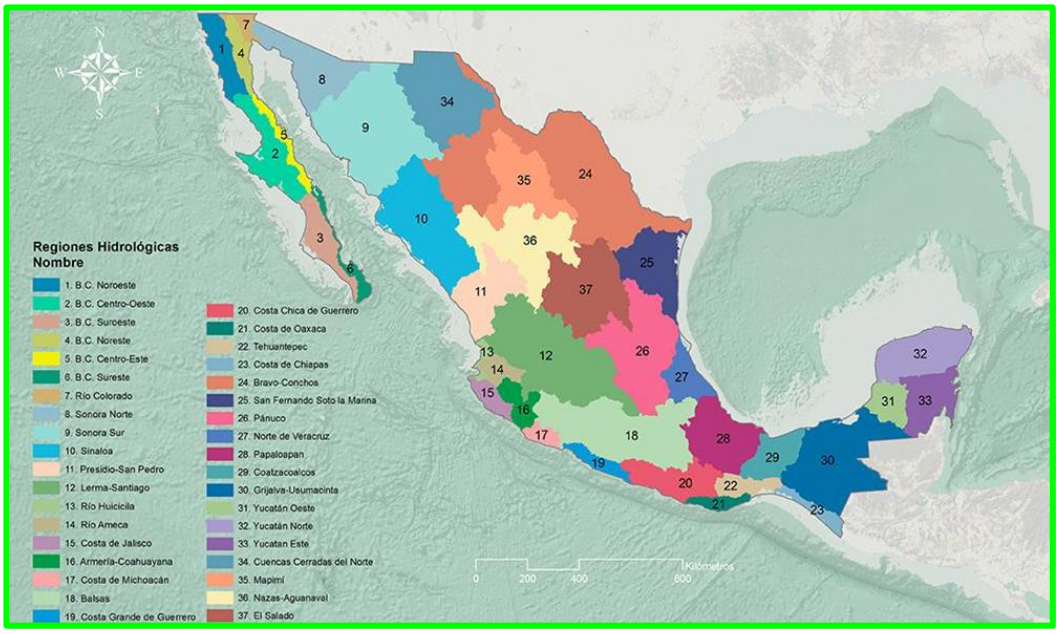


Figura IV.10 Regiones hidrológicas (RH) de México.

Así mismo, la zona del proyecto se encuentra dentro de los límites de la cuenca hidrológica denominada Río Moctezuma, tal como se observa en la Figura IV.11. La cuenca hidrológica del río Moctezuma, parte de la Región Hidrológica 26 (RH-26) del río Pánuco, abarca aproximadamente 15,000 km² en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí y Veracruz.

Se origina en la confluencia de los ríos Tula y San Juan en Hidalgo y fluye en dirección noreste hasta unirse con el río Pánuco, que desemboca en el Golfo de México. Sus principales afluentes incluyen los ríos Amajac, Metztitlán y Tempoal, y es una fuente clave para el abastecimiento de agua potable, riego agrícola e industria, además de ser aprovechada para hidroelectricidad. La cuenca alberga ecosistemas importantes, como la Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán, pero enfrenta desafíos como contaminación (por aguas residuales provenientes del Valle de México a través del río Tula), sobreexplotación hídrica y deforestación, lo que afecta su equilibrio hidrológico y sostenibilidad. Su adecuada gestión es clave para garantizar la disponibilidad del agua en la región.

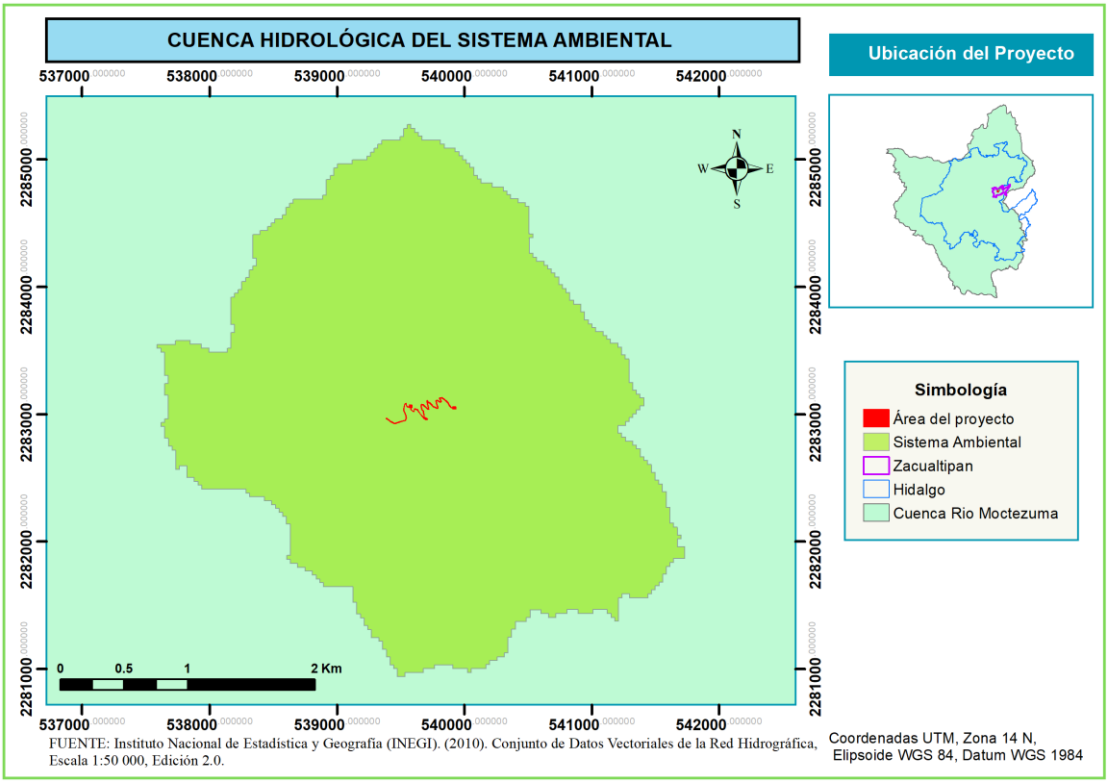


Figura IV.11 Cuenca hidrológica presente en el sistema ambiental.

Subcuencas hidrológicas.

A continuación, se muestran las subcuencas hidrológicas en las que se encuentra situado el sistema ambiental y el área del proyecto (Figura IV.12) y se describen algunas características de cada subcuenca.

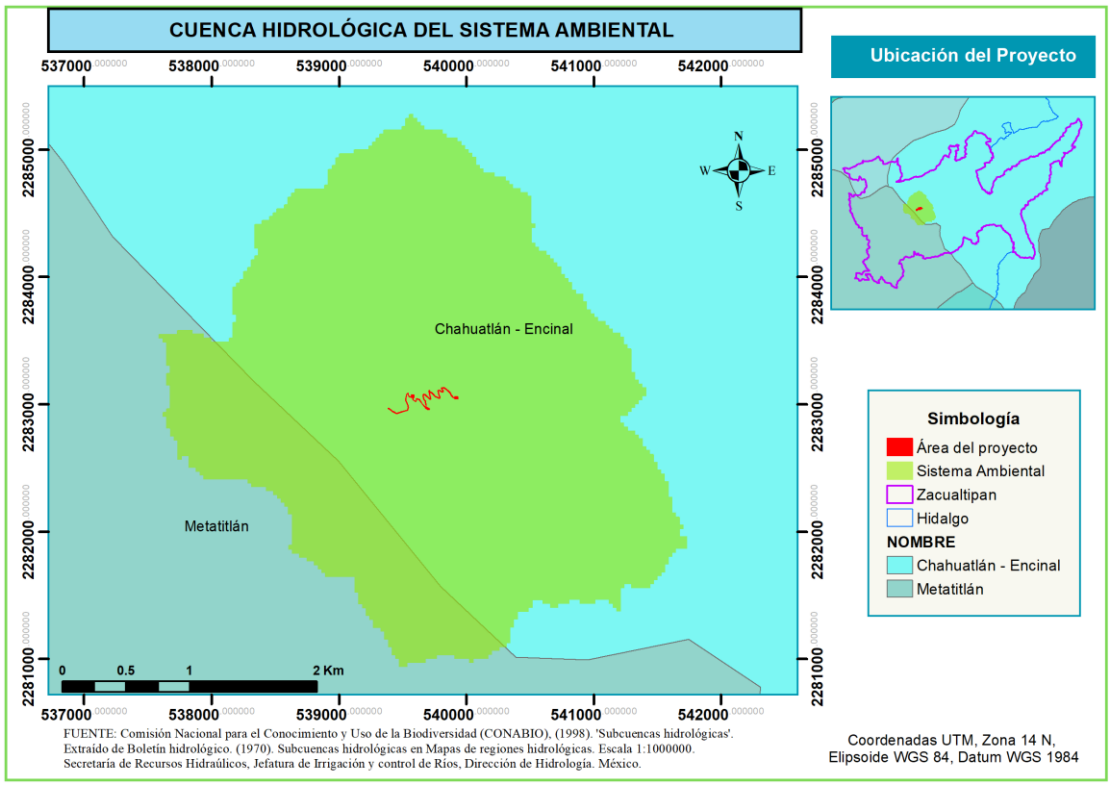


Figura IV.12 Subcuenca hidrológica presente en el sistema ambiental.

Chahuatlán-Encinal

- Ubicación: Forma parte de la Cuenca del Río Calnali, específicamente en el municipio de Calnali, en el estado de Hidalgo.
- Hidrografía: Sus arroyos superficiales se infiltran con facilidad en el terreno, para posteriormente emerger y unirse a corrientes mayores, como el Río Pochula y, eventualmente, al Río de Los Hules.
- Características: A diferencia de las otras subcuencas, la hidrografía superficial es menos evidente. Se reconoce la importancia de sus manantiales y zonas ribereñas, donde se realizan esfuerzos de conservación y protección.

Metatitlán

- Ubicación: Se ubica en la porción oriental del estado de Hidalgo, dentro de la Región Hidrológica Número 26 Alto Pánuco. Abarca municipios como Metztitlán, Atotonilco El Grande y Huasca de Ocampo.
- Hidrografía: Su principal cauce es el Río Metztitlán (también conocido como Río Venados), que fluye a través de una barranca y desemboca en la Laguna de Metztitlán. Su régimen de escurrimientos es estacional, con la mayoría de los flujos concentrados en la temporada de lluvias.
- Características: Presenta un amplio gradiente altitudinal y es de gran importancia ecológica debido a que la Laguna de Metztitlán es un humedal

de gran valor y un sitio Ramsar, reconocido internacionalmente por su biodiversidad.

Hidrografía.

La red hidrográfica es el conjunto de ríos, arroyos, lagos y otros cuerpos de agua interconectados en una determinada región. Funciona como un sistema de drenaje natural que transporta el agua de precipitación y deshielo desde las zonas altas hasta los océanos, mares o lagos.

Esta red está compuesta por un río principal y sus afluentes, que pueden formar distintas configuraciones según el relieve, el clima y la geología del área. Su estudio es importante porque influye en la distribución del agua, la erosión del suelo, la biodiversidad y la actividad humana (agricultura, abastecimiento de agua, generación de energía, entre otros).

A continuación, se muestra en la Figura IV.14 los diferentes escurrimientos cercanos al proyecto y en el sistema ambiental, obtenidos a partir de la información consultada en el portal en línea de INEGI. De acuerdo a la información, se observa que el proyecto transportará agua desde el cauce del Rio zacatlamaya, por lo que se muestra información detallada a continuación.

Río Zacatlamaya

El río Zacatlamaya es un cuerpo de agua ubicado en el estado de Hidalgo, México. Su cauce atraviesa una geografía de terrenos montañosos y una densa vegetación, lo que contribuye a un paisaje boscoso característico de la región. El río fluye en las proximidades de comunidades rurales como Tehuitzila, sirviendo como un componente esencial de la red hidrográfica local.

Este río no es un curso aislado, sino que forma parte de un complejo sistema de afluentes y subcuencas que se interconectan a lo largo de su recorrido. Información Relevante.

- Ubicación: Estado de Hidalgo, cerca de comunidades rurales como Tizapán y Tehuitzila.
- Hidrografía: Es parte de una red de cuencas con múltiples afluentes, lo que indica un sistema hídrico dinámico y complejo.
- Geografía: Su curso se desarrolla en zonas con relieve montañoso y boscoso.
- Función: Dada su posición en la red hidrográfica, podría tener un rol crucial en el manejo del agua, el soporte de la agricultura local y el mantenimiento de los ecosistemas regionales.

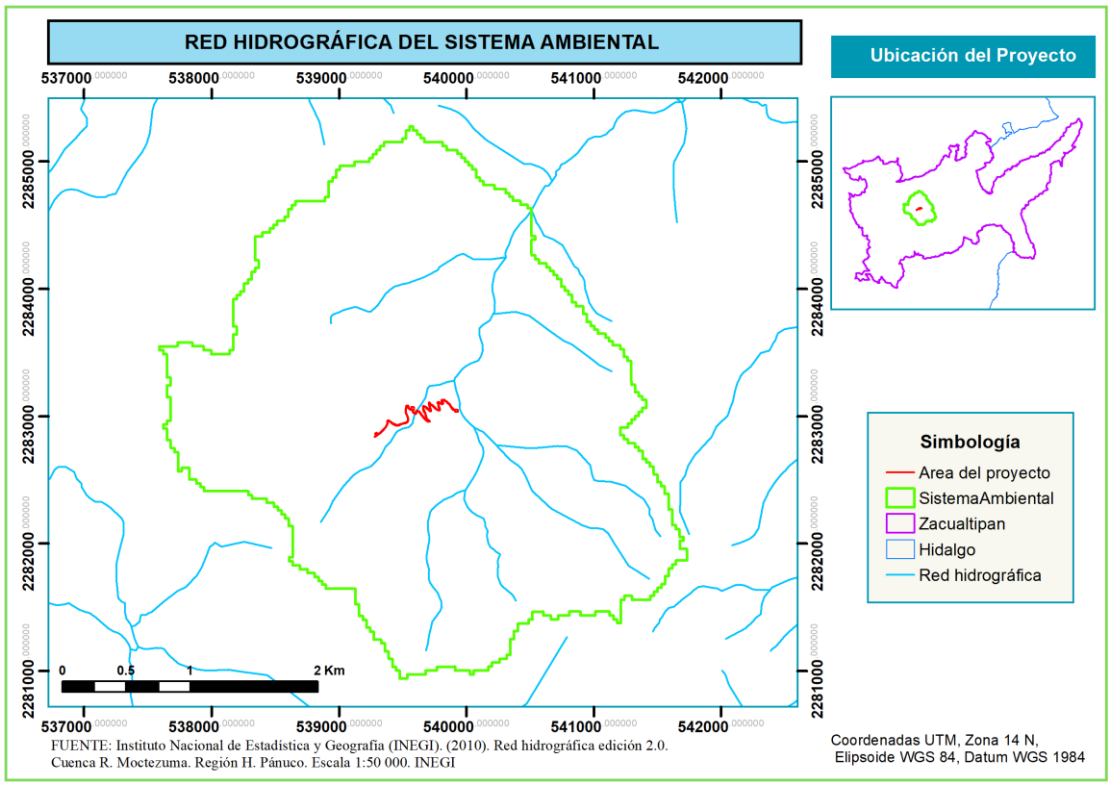


Figura IV.13 Red hidrográfica en el sistema ambiental.

Acuíferos.

Para describir la recarga y disponibilidad de agua subterránea, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) emplea el término *acuífero* para organizar y presentar la información de manera detallada.

Según lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales (LAN) y su Reglamento, la CONAGUA está obligada a publicar en el Diario Oficial de la Federación (DOF) la disponibilidad de las aguas nacionales. En el caso del agua subterránea, esta publicación debe realizarse por acuífero, con base en estudios técnicos especializados y conforme a los lineamientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2000, la cual define el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales.

En la Figura IV.14, se muestran los acuíferos presentes en el Sistema Ambiental.

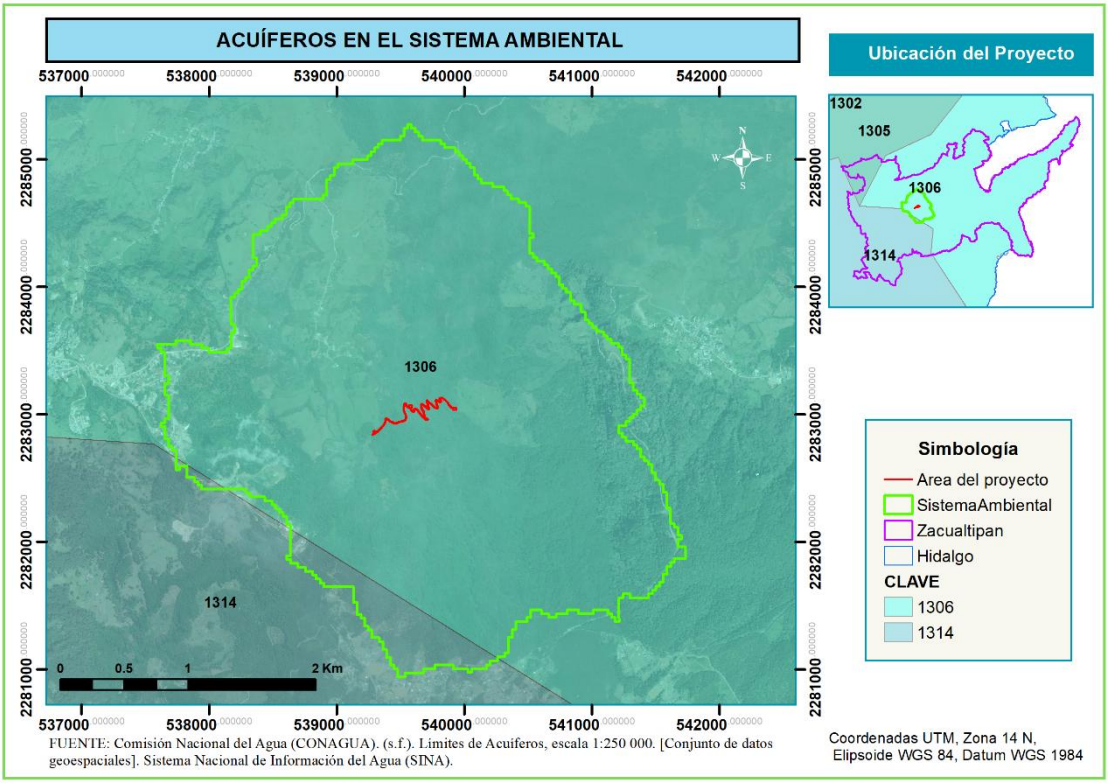


Figura IV.14 Acuíferos presentes en el sistema ambiental.

Acuífero Calabozo (Clave 1306)

- **Ubicación:** Este acuífero, identificado con la clave 1306, se localiza en la porción nororiental del estado de Hidalgo, cubriendo una superficie de 852 km². Limita con acuíferos de Veracruz al norte, este y sur, así como con los acuíferos de Atlapexco-Candelaria y Meztitlán en Hidalgo. Geopolíticamente, abarca totalmente el municipio de Xochiatipan y gran parte de Huautla, entre otros.
- **Situación y disponibilidad:** Contrario a la idea de que está sobreexplotado, el acuífero del Calabozo mantiene una disponibilidad media anual de agua subterránea positiva de 8.071 millones de metros cúbicos anuales. Por esta razón, no existe veda de aguas subterráneas.
- **Hidrogeología:** El acuífero se clasifica como de tipo libre, heterogéneo y anisótropo. El agua se encuentra principalmente en sedimentos aluviales superficiales, aunque las rocas calizas y areniscas fracturadas en profundidad representan una fuente potencial no explorada. Las mediciones no indican alteraciones en el flujo natural del agua ni la presencia de conos de abatimiento.

Acuífero Meztitlán (Clave 1314)

- **Ubicación:** El acuífero de Meztitlán, clave 1314, se encuentra en la porción central de México, abarcando una extensa área de 20,905 km².

Se extiende a través de múltiples estados, incluyendo Hidalgo, San Luis Potosí, Tlaxcala, México, Veracruz, Puebla y Querétaro.

- **Situación y disponibilidad:** No está sobreexplotado y posee una disponibilidad media anual (dma) positiva de 9.456009 hm3/año. Administrativamente, se clasifica como "zona de disponibilidad 3" y cuenta con una veda parcial en una pequeña porción al sur, aunque la mayor parte no tiene restricciones para la extracción de agua.
- **Hidrogeología:** su estructura es compleja, caracterizada por materiales sedimentarios granulares y rocas carbonatadas fracturadas que permiten la circulación de agua. Funciona principalmente como un acuífero de tipo libre y se divide entre las provincias fisiográficas de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. Es de vital importancia para la sustentabilidad de la reserva de la biósfera Barranca de Metztitlán.

IV.2.2 Medio biótico

IV.2.2.1 Vegetación terrestre en el sistema ambiental.

El tipo de vegetación terrestre que se encuentra en el área del proyecto, basados en la serie VII de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación del 2021, son los siguientes tipos:

- Asentamientos humanos (**AH**)
- Bosque mesófilo de montaña (**BM**)
- Bosque de pino-encino (**BPQ**)
- Pastizal cultivado (**PC**)
- Agricultura de temporal anual (**AT**)

Tabla IV.2 Usos de suelo que conforman el Sistema Ambiental

USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL	(Superficie) Ha	Porcentaje %
Asentamientos humanos	4.26	0.4
Bosque mesófilo de Montaña	620.83	58.8
Bosque de pino encino	210.6	19.9
Pastizal cultivado	204.43	19.4
Agricultura de temporal anual	15.82	1.5

USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL	(Superficie) Ha	Porcentaje %
SUPERFICIE TOTAL	1055.94	100

En la Figura IV.15, se puede observar que el sistema ambiental se encuentra entre asentamientos humanos, bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino, pastizal cultivado y agricultura de temporal anual, mismos que se describen a continuación.

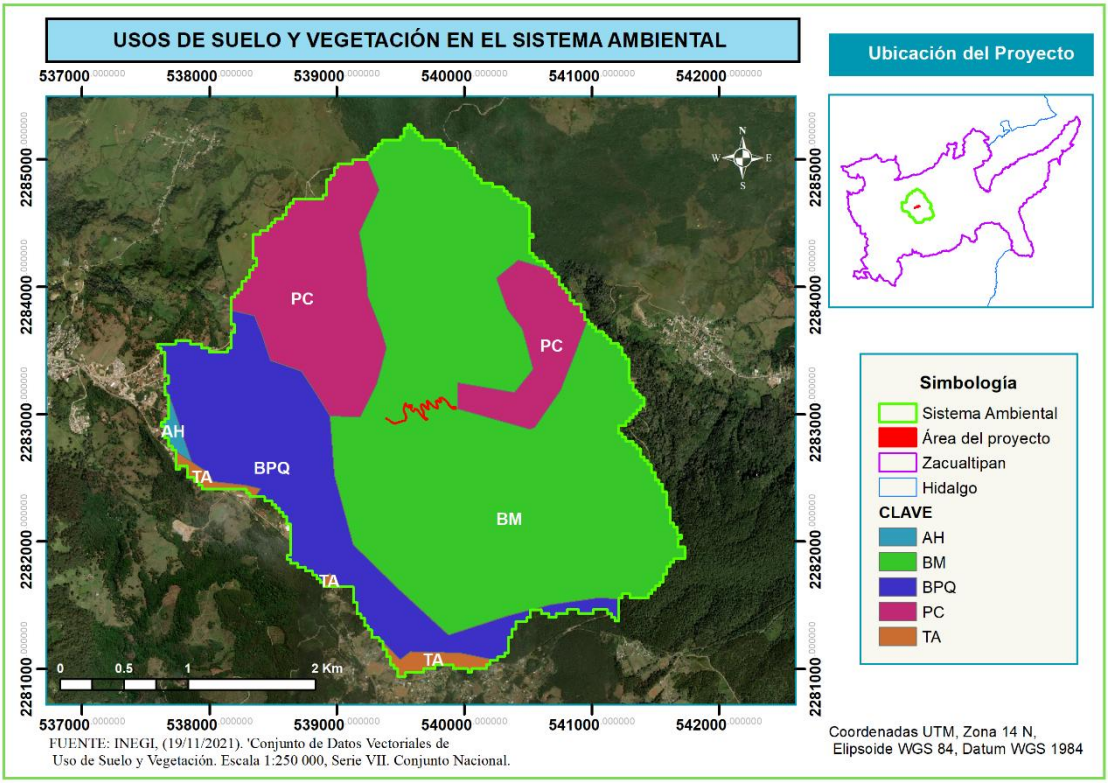


Figura IV.15 Uso de suelo y vegetación del sistema ambiental

Asentamientos humanos: Son áreas donde la cobertura natural del suelo ha sido mayormente reemplazada por edificaciones, infraestructura y servicios. Estos incluyen desde pequeñas comunidades rurales hasta grandes centros urbanos, y están diseñados para la residencia, actividades económicas, recreativas y de organización social de la población. La creación de asentamientos altera significativamente el paisaje original, provocando la reducción o fragmentación de la vegetación natural y modificando las condiciones físicas y ambientales del entorno.

Bosque mesófilo de montaña: Estas comunidades vegetales, caracterizadas por su densa a muy densa vegetación arbórea, se distinguen

también por una abundante presencia de epífitas y helechos, elementos que confieren una fisonomía particular y un alto valor ecológico a estos ecosistemas. Su desarrollo está intrínsecamente ligado a condiciones orográficas y climáticas específicas, prosperando principalmente en montañas, barrancas y otros sitios donde la alta humedad atmosférica y la neblina frecuente son factores determinantes.

En el contexto geográfico de México, estas comunidades se distribuyen en un amplio rango altitudinal, que va desde los 600 hasta los 2,800 metros sobre el nivel del mar. Esta variabilidad altitudinal permite la existencia de diferentes subtipos de vegetación dentro de este gran grupo, cada uno adaptado a las condiciones microclimáticas y edáficas específicas de su ubicación. La presencia constante de neblina actúa como un factor crucial, proveyendo humedad adicional que complementa las precipitaciones y reduce la evapotranspiración, creando así un ambiente óptimo para el desarrollo de una rica biodiversidad, incluyendo numerosas especies endémicas y con un alto grado de especialización. La conservación de estos ecosistemas es fundamental debido a su papel en la regulación hídrica, la captura de carbono y la provisión de hábitat para una vasta diversidad de flora y fauna.

Bosque de pino-encino: Estas comunidades vegetales, típicas de las regiones montañosas de México, se encuentran en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental, Eje Neovolcánico y Sierra Madre del Sur. Se desarrollan en climas templados, semicálidos, semifríos y cálidos húmedos o subhúmedos, con lluvias estivales. Las temperaturas oscilan entre 10 y 28 °C y las precipitaciones anuales varían de 600 a 2 500 mm.

Se ubican principalmente entre los 1 200 y 3 200 m de altitud, con cualquier tipo de exposición. Crecen sobre sustratos ígneos, y en menor medida sedimentarios y metamórficos. Los suelos pueden ser someros, profundos o pedregosos, predominando cambisoles, leptosoles, luvisoles y regosoles, entre otros. La vegetación alcanza alturas de 8 a 35 m, compuesta principalmente por diversas especies de pinos (*Pinus spp*.) y encinos (*Quercus spp*.), con predominio de los primeros. Incluye árboles tanto perennifolios como caducifolios, cuya floración y fructificación se presenta de manera variable a lo largo del año.

Pastizal Cultivado: Establecidos por el ser humano con fines productivos, estos pastizales requieren labores de cultivo y manejo específico. A menudo compuestos por gramíneas introducidas, son comunes en potreros tropicales y se utilizan como áreas de agostadero.

Agricultura de Temporal Anual: Este sistema agrícola se refiere a los cultivos con un ciclo vegetativo no mayor a un año, cuya producción depende

exclusivamente del agua de lluvia, sin la necesidad de sistemas de riego artificial. Se desarrolla en terrenos donde la única fuente de agua proviene de las lluvias estacionales, por lo que su éxito está directamente ligado a la cantidad, distribución y temporalidad de la precipitación. Los cultivos de temporal se siembran generalmente al inicio de la temporada de lluvias y se cosechan al concluir esta, completando así un ciclo anual.

Por otra parte, el área del proyecto se encuentra en su totalidad en el uso de suelo **Bosque mesófilo de montaña,** como se observó en la figura IV.15 anteriormente.

La implementación del CUSTF para el proyecto implica el desmonte de 4,367.26 m² de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). Esta acción amenaza directamente a especies sensibles como *Fagus grandifolia* y *Cyathea fulva*, que dependen de microclimas húmedos. Asimismo, la remoción de encinos y magnolias degrada la conectividad del dosel, afectando a la fauna asociada. Por esta razón, es obligatorio aplicar un plan de mitigación que incluya chapoleo selectivo, la reubicación de helechos arborescentes, una estricta delimitación de la obra, barreras antierosión y una reforestación compensatoria con encinos y magnolias nativos.

Aunque la microcuenca presenta un buen estado de conservación general (78.7% de cobertura forestal), su funcionalidad hidrológica y edáfica depende críticamente de la integridad del BMM. Por lo tanto, la instalación de la línea de conducción de agua debe manejarse con rigor para prevenir la fragmentación y proteger la estabilidad de este ecosistema clave.

Descripción de la vegetación del bosque mesófilo de montaña.

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) es un ecosistema crucial en México, reconocido por su gran biodiversidad y extrema fragilidad. Su existencia depende de condiciones climáticas específicas: ambientes húmedos y templados en zonas serranas elevadas.

Según la clasificación de vegetación del INEGI (Serie VI, 2017), el BMM se encuentra en laderas montañosas, con altitudes que oscilan entre los 1,500 y 3,000 m.s.n.m. Se caracteriza por alta humedad atmosférica, frecuente presencia de neblina y una notable productividad biológica. A nivel nacional, este tipo de bosque representa menos del 1% del territorio, lo que lo convierte en un ecosistema prioritario para la conservación debido a su fragmentación y la presión de las actividades humanas (Rzedowski, 2006; Challenger & Soberón, 2008).

En la Sierra Madre Oriental, específicamente en Hidalgo, el BMM se distribuye de manera discontinua. Se localiza en cañadas húmedas, barrancas profundas y laderas con orientación norte, asociadas a marcados gradientes altitudinales. La microcuenca del Río Zacatlamaya, ubicada en el municipio de Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, alberga uno de los vestigios más significativos de este ecosistema en el noreste del estado. Esta área conserva coberturas boscosas continuas con elementos florísticos y faunísticos de origen neotropical y neártico, característicos de ambientes montanos húmedos (CONABIO, 2010).

El Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) en la zona del proyecto presenta un estado de conservación de moderado a bueno. Esta condición es notable en las secciones medias e inferiores de la microcuenca, donde un dosel arbóreo continuo mantiene una estratificación vertical bien definida: un estrato arbóreo superior (20-35 m), uno intermedio (10-20 m), un sotobosque arbustivo (1-5 m) y un estrato herbáceo con abundante hojarasca y epifitismo.

La vegetación identificada en campo, apoyada por registros florísticos previos, incluye especies indicadoras del BMM tales como *Quercus sartorii, Liquidambar styraciflua, Alnus jorullensis, Ternstroemia* sp.*, Alnus acuminata* y *Ostrya virginiana*. Se destaca también la presencia de helechos arborescentes como *Cyathea fulva* (catalogada como Amenazada) y diversas especies epífitas de los géneros *Pleopeltis*, *Polypodium*, *Tillandsia* y *Selaginella*. Estos elementos confirman la existencia de condiciones de humedad orográfica persistente en las laderas y barrancas a lo largo del trazado del proyecto, según INEGI (2020) y Luna-Vega et al. (2010).

Distribución de la vegetación en el sistema ambiental

La vegetación del sistema ambiental está dominada principalmente por bosque mesófilo de montaña y pastizal cultivado, este último con una tendencia al incremento debido a mayor demanda de áreas de pastoreo, derivado del aumento en las actividades ganaderas y agropecuarias que se registra en todo el estado.



Figura IV.16 Estado actual del área del proyecto



Figura IV.17 Estado actual del área del proyecto

IV.2.2.2 Distribución de la vegetación en el predio.

El ambiente en el área del proyecto, aunque a primera vista parece conservado, revela indicios de alteraciones significativas. La notable abundancia de helechos y otras especies sucesionales sugiere que el sitio ha experimentado diversas afectaciones, las cuales podrían ser de origen tanto natural como antropogénico.

Una de las características más relevantes del terreno es su marcada inclinación. Esta pendiente, combinada con un tipo de suelo inherentemente susceptible a los deslizamientos, crea un escenario propicio para la generación natural de claros en la cobertura forestal. Los eventos de remoción en masa, como los deslizamientos de tierra o flujos de lodo, son fenómenos geológicos que pueden ocurrir de forma espontánea en áreas con estas características geomorfológicas y pedológicas. Estos eventos no solo modifican drásticamente la estructura del bosque al derribar árboles y remover la capa superficial del suelo, sino que también exponen el sustrato mineral, creando oportunidades para la colonización de especies pioneras y sucesionales, como los helechos.

Además de los procesos naturales, es fundamental considerar la posible influencia de actividades humanas. La presencia de áreas con una alta densidad de especies sucesionales a menudo indica disturbios previos, que podrían incluir deforestación selectiva, cambios en el uso del suelo, incendios provocados o la apertura de caminos y brechas. Estas intervenciones antropogénicas pueden alterar la estabilidad del suelo, modificar los patrones de drenaje y exponer el terreno a la erosión, magnificando así la susceptibilidad a los deslizamientos y promoviendo la proliferación de especies oportunistas.

En el área del proyecto se observan tres tipos de uso de suelo actuales, que corresponden a **Bosque mesófilo de montaña**, **Pastizal inducido** y una pequeña **zona de Brecha** La distribución de dichas zonas del predio se muestra en el mapa de la figura IV.18.

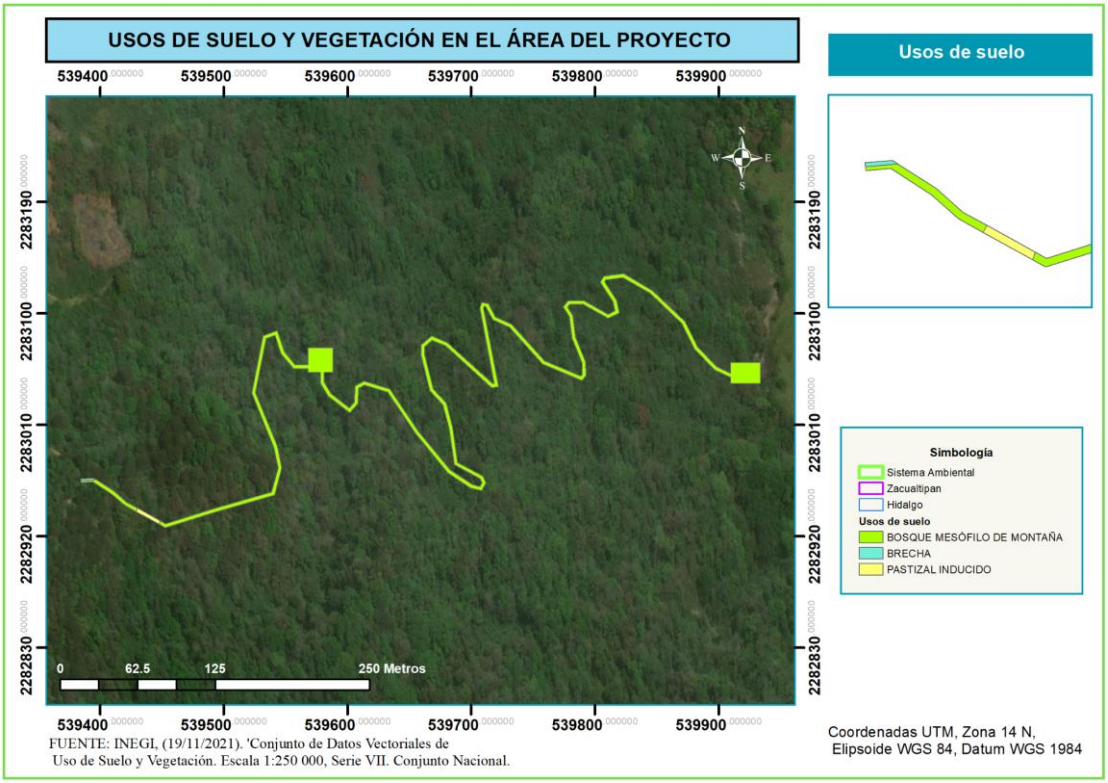


Figura IV.18 Usos de suelo observados en el área del proyecto.

Considerando lo anterior, se prevé que las afectaciones del proyecto abarcan 4367.2691 m², lo cual representa apenas el 0.023% del total de la superficie del sistema ambiental; sin embargo, entre las especies afectadas que se enlistan a continuación, se encuentran ejemplares arbóreos, por lo que se presenta adjunto a esta manifestación de impacto ambiental, el estudio técnico justificativo necesario para valorar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Tipos de vegetación en el área del predio.

Composición florística en el área del proyecto

La flora del tramo de 0+000 a 1+230 del Sistema de Agua Potable del Río Zacatlamaya, ubicado en Zacualtipán de Ángeles, Hidalgo, pertenece a la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. Se desarrolla en un Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), entre 1,596 y 1,838 m.s.n.m., un ecosistema con alta biodiversidad vegetal, aunque restringido y fragmentado en México (Rzedowski, 2006; Challenger & Soberón, 2008). Las condiciones climáticas, con humedad orográfica y dos arroyos intermitentes, favorecen comunidades higrofíticas con especies de sotobosque, epifitismo y compleja estratificación vertical. A pesar de una cobertura forestal continua, existen claros naturales por caída de árboles.

El inventario florístico de este tramo reveló 108 taxones de plantas vasculares, distribuidos en 44 familias, 84 géneros y 106 especies (dos identificadas como *sp. 1*). Taxonómicamente, se organizan en 31 órdenes, con las Eudicotiledóneas dominando (25 órdenes), seguidas por Monocotiledóneas (4 órdenes), Pteridofitas (1 orden, Polypodiales) y Gimnospermas (1 representante, *Pinus patula*, orden Pinales). Las familias más ricas fueron Asteraceae (12 spp.), Polypodiaceae (8 spp.), Fagaceae (5 spp.), Melastomataceae (5 spp.), Lamiaceae (4 spp.), Piperaceae (3 spp.) y Urticaceae (3 spp.), que en conjunto suman el 37.9% de la riqueza florística total.

El ensamblaje florístico es afín al BMM, con una alta representación de elementos de sotobosque y ambientes húmedos neotropicales, como los géneros *Miconia, Piper, Ardisia, Phlebodium, Peperomia* y *Cyathea*, y especies arbóreas como *Liquidambar styraciflua* y *Quercus spp*. La NOM-059-SEMARNAT-2010 protege a *Cyathea fulva* (Amenazada, A). Once especies son introducidas o naturalizadas en ambientes perturbados (*Cenchrus clandestinus, Ricinus communis, Lepidium virginicum, Malvastrum coromandelianum, Vinca major*, entre otras), indicando la coexistencia de elementos nativos y oportunistas. Esto confirma una alta diversidad florística, típica del BMM serrano hidalguense, con gradientes ecológicos asociados al relieve irregular y la influencia hídrica de arroyos secundarios.

La composición florística del área de estudio exhibe una notable heterogeneidad taxonómica, con pteridofitas, gimnospermas, monocotiledóneas y eudicotiledóneas, característica del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de la Sierra Madre Oriental (Rzedowski, 2006; Challenger & Soberón, 2008).

Entre las pteridofitas, se identificaron especies de 16 géneros, con predominio de Polypodiaceae, Dryopteridaceae y Dennstaedtiaceae, señal de microambientes húmedos y sombreados. Destaca *Cyathea fulva* (M. Martens & Galeotti) Fée (Cyatheaceae), ecológicamente relevante por formar microhábitats y clasificada como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se registraron especies adaptadas a variaciones de humedad, como *Selaginella lepidophylla* Spring y *Pleopeltis polypodioides* (L.) Andrews & Windham, conocidas como “plantas de la resurrección”, reflejando gradientes ambientales locales (Mickel & Smith, 2004). En gimnospermas, solo se identificó *Pinus patula* Schltdl. & Cham. (Pinaceae), especie de bosques templados-húmedos de niebla, coherente con la altitud y humedad de la zona.

Las monocotiledóneas están representadas por familias como Poaceae, Cyperaceae, Bromeliaceae e Iridaceae. Sobresalen especies indicadoras de disturbio como *Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone, un pasto exótico invasor que prolifera en suelos removidos y áreas con actividad ganadera

o antrópica (Pérez-García et al., 2017). También se encontraron epífitas como *Tillandsia multicaulis* Steud., propias del dosel húmedo del BMM.

A continuación, se muestra el listado de las especies de flora.

Tabla IV.3 Listado florístico en el área del proyecto

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Pteridófitas (licofitas y helechos)				
Selaginellales	Selaginellaceae	*Selaginella cf. lepidophylla* Spring	Doradilla; "planta de la resurrección"	NL
Cyatheales	**Cyatheaceae**	***Cyathea fulva* (M.Martens & Galeotti) Fée**	**Helecho arborescente**	**Amenazada (A)**
Polypodiales	Dryopteridaceae	*Polystichum cf. hartwegii* (Klotzsch) Hieron.	Helecho costilla de león	NL
	Dennstaedtiaceae	*Pteridium cf. caudatum* (L.) Maxon	Helecho aguarrás	NL
	Anemiaceae	*Anemia mexicana* Klotzsch.	Helecho rizado	NL
	Blechnaceae	*Blechnum appendiculatum* Willd.	Helecho	NL
	Dennstaedtiaceae	*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn	Helecho águila	NL
	Dicksoniaceae	*Lophosoria quadripinnata* (J.F.Gmel.) C.Chr.	Helecho chivo	NL
	Dryopteridaceae	*Elaphoglossum erinaceum* (Fée) T.Moore	Lengua de venado (helecho)	NL
		Elaphoglossum paleaceum (Hook. & Grev.) Sledge	Lengua de venado (helecho)	NL
	Polypodiaceae	*Campyloneurum angustifolium* (Sw.) Fée	Helecho cintilla (epífito)	NL
		Pecluma alfredii (Rosenst.) M.G.Price	Helecho	NL
		Phlebodium pseudoaureum (Cav.) Lellinger	Calaguala; "helecho azul"	NL
		Pleopeltis polylepis var. *interjecta* (Weath.) E.A.Hooper	Calaguala (pleopeltis)	NL
		Pleopeltis polypodioides (L.) E.G.Andrews & Windham	Helecho resurrección	NL
		Polypodium echinolepis Fée	Polipodio	NL
	Pteridaceae	*Adiantum poiretii* Wikstr.	Culantrillo	NL
		Pteris cretica L.	Helecho de Creta	NL
Gimnospermas				
Pinales	Pinaceae	*Pinus patula* Schltdl. & Cham.	Pino patula; ocote rojo	NL
Monocotiledóneas				
Poales	Poaceae	*Cenchrus clandestinus* (Hochst. ex Chiov.) Morrone	Kikuyo (pasto exótico)	NL
		Pennisetum clandestinum ex Chiov.	Kikuyo (pasto exótico)	**No aplica (exótica)**
	Bromeliaceae	*Tillandsia multicaulis* Steud.	Clavel del aire (tillandsia)	NL
	Cyperaceae	*Cyperus hermaphroditus* (Jacq.) Standl.	Juncia; tirra	NL
Alismatales	Araceae	*Syngonium podophyllum* Schott	Singonio; "hoja de flecha"	NL
Asparagales	Iridaceae	*Tigridia pavonia* (L.f.) DC.	Flor de tigre; oceloxóchitl	NL
Commelinales	Commelinaceae	*Tinantia erecta* (Jacq.) Fenzl	Flor pata de gallo	NL

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
Eudicotiledóneas				
Apiales	Araliaceae	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Árbol paraguas	NL
		Schefflera sp.	Árbol paraguas	NL
	Apiaceae	*Hydrocotyle* sp.	Sombrerito de agua	NL
Boraginales	Boraginaceae	*Tournefortia hirsutissima* L.	Ortiga de hoja grande	NL
Brassicales	Brassicaceae	*Lepidium virginicum* L.	Mastuerzo	**No aplica (exótica)**
Caryophyllales	Cactaceae	*Nopalea karwinskiana* Salm-Dyck	Nopal (nopalea)	NL
	Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra* L.	Mazorquilla	NL
	Polygonaceae	*Polygonum* sp.	Centinodias y chililos	NL
	Chloranthaceae	*Hedyosmum mexicanum* C. Cordem.	Palo de agua	NL
Cornales	Cornaceae	*Cornus excelsa* Kunth	Cornejo mexicano	NL
Ericales	Primulaceae	*Ardisia compressa* Kunth	Té de monte	NL
		Myrsine sp.	Ratoncillo	NL
	Polemoniaceae	*Cobaea scandens* Cav.	Copa de obispo	**No aplica (exótica)**
Gentianales	Rubiaceae	*Randia laevigata* Standl.	Naranjillo	NL
		Hamelia patens Jacq.	Coralillo	NL
		Spermacoce ocymoides Burm.f.	Hierba del soldado	NL
	Geraniaceae	*Geranium mexicanum* H.B.K.	Geranio silvestre	NL
Lamiales	Lamiaceae	*Salvia mexicana* L.	Salvia mexicana	NL
		Salvia gesneriflora Lindl. & Paxton	Salvia roja	NL
		Salvia sp.	Salvia	NL
		Stachys sp.	Ortiga hedionda	NL
	Gesneriaceae	*Moussonia deppeana* (Schltdl. & Cham.) Hanst.	Tlanchichinol	NL
	Plantaginaceae	*Plantago australis* Lam.	Llantén	NL
	Verbenaceae	*Lippia dulcis* Trevir.	Hierba dulce	NL
Malpighiales	Euphorbiaceae	*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M.Johnst.	Chaya	NL
		Ricinus communis L.	Higuerilla	**No aplica (exótica)**
	Salicaceae	*Casearia corymbosa* Kunth	Botoncillo	NL
		Casearia sylvestris Sw.	Botoncillo	NL
Malvales	Malvaceae	*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb.	Palo de balsa	NL
		Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	Ceiba	NL
		Malvastrum cf. coromandelianum (L.) Garcke	Malva cimarrona	**No aplica (exótica)**
		Malvaviscus arboreus Cav.	Malvavisco; tulipán mexicano	NL
Myrtales	Combretaceae	*Terminalia catapa* L.	Almendro	NL
	Melastomataceae	*Miconia glaberrima* (Schltdl.) Naudin	Capulín	NL
		Miconia sp.	Mortiño	NL
		Miconia xalapensis (Bonpl.) M.Gómez	Madroño	NL
		Conostegia sp.	Conostegia	NL
		Clidemia sp.	Mortiño y parientes	NL
	Onagraceae	*Ludwigia adscendens* (L.) H.Hara	Dragón de agua	NL
Piperales	Piperaceae	*Piper auritum* Kunth	Hoja santa; acuyo	NL
		Peperomia sp.	Peperomia	NL
Rosales	Cannabaceae	*Trema micrantha* (L.) Blume	Capulín cimarrón	NL
	Rosaceae	*Rubus cf. coriifolius* Liebm.	Zarzamora	NL

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059
	Urticaceae	*Cecropia* sp.	Guarumo	NL
		Urera baccifera (L.) Gaudich. ex Wedd.	Ortiga brava	NL
		Boehmeria caudata Sw.	Yerba del jaguar	NL
		Urtica sp.	Ortiga	NL
Sapindales	Rutaceae	*Zanthoxylum* sp.	Pimienta de monte	NL
		Citrus sinensis (L.) Osbeck	Naranjo dulce	No aplica (exótica)
Asterales	Asteraceae	*Ageratina ligustrina* (DC.) R.M.King & H.Rob.	Chichitlaco	NL
		Ageratina pazcuarensis (Kunth) R.M.King & H.Rob.	Raíz de serpiente	NL
		Roldana lobata (Cerv.) H.Rob. & Brettell	Árnica de monte	NL
		Roldana sp.	Árnica	NL
		Melampodium divaricatum (Rich.) DC.	Hierba amarilla	No aplica (exótica)
		Ageratum houstonianum Mill.	Yerba del zopilote	NL
		Jaegeria macrocephala Greenm.	Árnica	NL
		Smallanthus maculatus (Cav.) H.Rob.	Conquelite	NL
		Piptocarpha sp.	Barbudo	NL
		Bidens pilosa L.	Amor seco; pega-pega; aceitilla	NL
	Campanulaceae	*Lobelia laxiflora* Kunth	Canutillo rojo	NL
Fagales	Betulaceae	*Alnus acuminata* Kunth	Aile	NL
	Fagaceae	*Quercus laurina* Bonpl.	Encino laurel	NL
		Quercus crassifolia Bonpl.	Encino negro	NL
		Quercus germana Schltdl. & Cham.	Encino jarocho	NL
		Quercus sartorii Liebm.	Encino	NL
Saxifragales	Altingiaceae	*Liquidambar styraciflua* L.	Liquidámbar	NL
Solanales	Solanaceae	*Solanum pseudocapsicum* L.	Collar de reina	NL
		Solanum schlechtendalianum Walp.	Hierba del perro	NL
		Solanum sp.	Solanum	NL
	Convolvulaceae	*Ipomoea indica* (Burm.f.) Merr.	Campanilla azul; gloria de la mañana	NL
		Ipomoea sp.	Campanilla	NL
Gentianales	Apocynaceae	*Vinca major* L.	Vinca; hierba doncella	No aplica (exótica)
Dipsacales	Adoxaceae	*Sambucus mexicana* C.Presl ex DC.	Saúco mexicano	NL
Ericales	Pentaphylacaceae	*Ternstroemia* sp.	Árbol de "tila"	NL
Santalales	Loranthaceae	*Phoradendron nervosum* (Poepp. & Endl.) Trel.	Muérdago	NL
Vitales	Vitaceae	*Cissus sicyoides* L.	Bejuco uva; hierba del aire	NL
Solanales	Convolvulaceae	*Cuscuta* sp.	Cabellos de ángel (cuscuta)	NL
A sp 1Hojas largas espiga	Especie sin identificar			
Liana sp1			Liana	
Liana sp 2			Liana	

Vegetación endémica y/o en peligro de extinción, en el sistema ambiental y en el predio.

Cyathea fulva (M. Martens & Galeotti) Fée.

Cyathea fulva, un helecho arborescente, se encuentra en las zonas altas de la subcuenca, específicamente en el bosque mesófilo de montaña. Se observa comúnmente en los márgenes de los arroyos y en la base de las laderas abruptas de los valles encajados, beneficiándose de la constante humedad del suelo y atmosférica. Puig (1991) lo clasifica dentro del grupo ecológico de helechos arborescentes.

Sus poblaciones se extienden por la Sierra Madre Oriental, desde Tamaulipas hasta Veracruz, con importantes concentraciones en Hidalgo y Puebla. En la región del proyecto, se han registrado poblaciones en Tlanchinol, la zona noreste de Tepehuacán de Guerrero, Chapulhuacán y Molango.

En la siguiente figura se indica el rango de distribución en el estado de Hidalgo que, generalmente, se restringe a la distribución del bosque mesófilo de montaña.

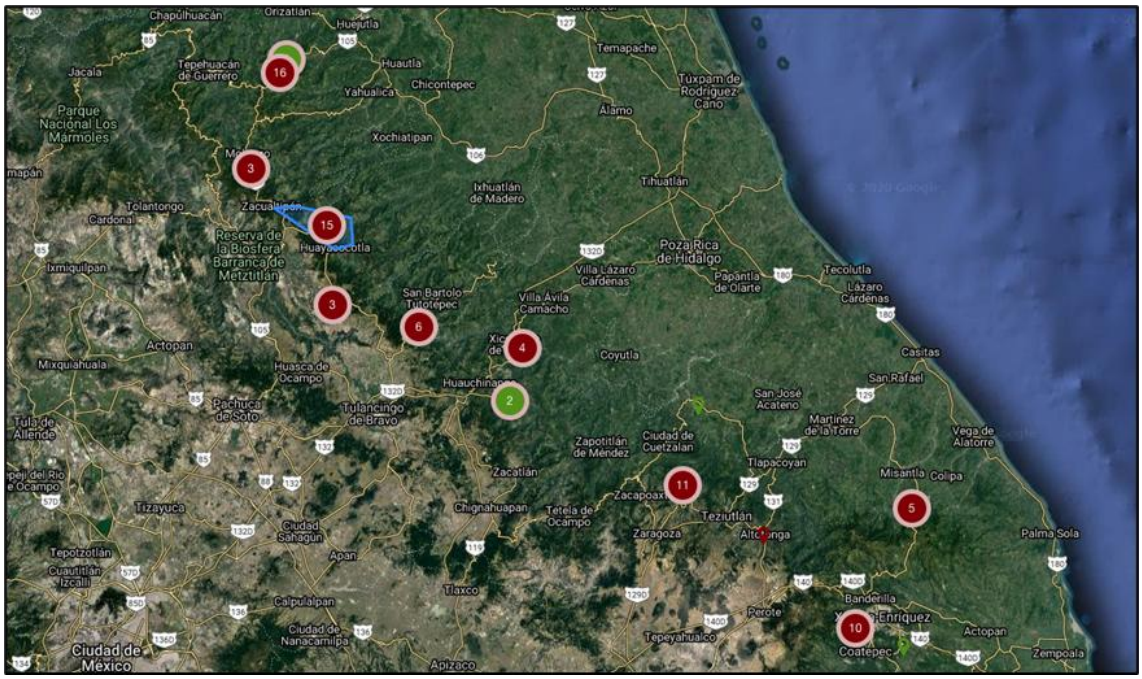


Figura IV.19 Distribución de Cyathea fulva, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en Zacualtipán.

En el área de CUSTF, se identificaron 6 individuos de *Cyathea fulva*. De estos, solo 4 serán reubicados, ya que se encuentran dentro del área designada para la Planta de Bombeo 2. Los 2 individuos restantes serán protegidos para evitar afectaciones durante las actividades del proyecto, dado que están fuera del área de CUSTF. Aunque la distribución de esta especie en la microcuenca es más amplia que la zona afectada por el Sistema de Agua Potable, se

implementará un estricto control ambiental en los hábitats de cañada para minimizar cualquier alteración.

Tabla IV.4 Coordenadas UTM de los 6 individuos de Cyathea fulva presentes en el área sujeta a CUSTF.

ESPECIE	X-UTM	Y-UTM
Cyathea fulva	539581.63	2283055.97
	539579.51	2283058.44
	539576.85	2283060.09
	539574.32	2283061.33
	539568.84	2283048.49
	539561.15	2283050.81

IV.2.2.3 Análisis de diversidad de la vegetación

El muestreo aleatorio estratificado no siempre es factible debido a los objetivos del muestreo. Sin embargo, los beneficios de la estratificación, como el aumento de la precisión y la exclusión de sesgos, pueden justificar la estratificación post-muestreo y el cálculo estratificado, incluso si no se logran los principales resultados para ciertas variables.

Para crear estratos, se puede utilizar casi cualquier fuente de datos, siempre que se realicen dos tareas de manera consistente:

- **Determinar la ponderación del estrato:** Calcular la proporción de la población que representa cada estrato.
- **Asignar parcelas a un único estrato:** Cada parcela debe pertenecer a un solo estrato.

La creciente disponibilidad de capas de datos temáticos digitales y los Sistemas de Información Geográfica (SIG) facilitan enormemente la creación de estratos y el cumplimiento de estas tareas.

Una opción común para la estratificación de datos son las clasificaciones de cobertura del terreno. A partir de estas, se pueden crear categorías agregadas, como "forestales" y "no forestales", para usarlas como estratos (McRoberts, 2002). El uso de un SIG con esta capa simplifica significativamente las dos tareas de estratificación, ya que cada unidad de terreno de la clasificación de la cubierta se asigna a un estrato según su categoría.

Los SIG también simplifican el cálculo de las ponderaciones de los estratos al determinar el área total de las zonas de terreno asignadas a un mismo estrato y dividirlas por el área total de la población muestreada. Una parcela se asigna al estrato de la unidad cartográfica que contiene sus centros.

Además de las clasificaciones de cobertura del terreno, se pueden emplear otras capas de datos digitales para crear estratos, como mapas de suelo, mapas de división climática, provincias ecológicas, límites administrativos, mapas de propiedad y unidades de gestión del terreno.

Muestreo Estratificado en la Microcuenca del Río Zacatlamaya

Se realizó un muestreo a nivel de microcuenca en la ubicación del proyecto con el fin de conocer el estado de las poblaciones de vegetación forestal.

Para asegurar un muestreo representativo y confiable, es crucial un diseño adecuado que considere la variabilidad de toda la población estadística. A continuación, se detalla la metodología aplicada para calcular el tamaño de muestra en el muestreo estratificado de la vegetación de la Microcuenca del Río Zacatlamaya, utilizando la metodología propuesta por Cochran (1977). Se definieron **dos estratos principales**: Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y Bosque de Pino-Encino (BPE).

Metodología

De acuerdo con Cochran (1977), para variables continuas el tamaño de muestra preliminar se calcula mediante la expresión:

$$n_0 = (Z^2 \cdot S^2) / E^2$$

Donde:

Z= valor crítico asociado al nivel de confianza,

S= desviación estándar de la variable de interés y

E= error máximo admisible.

Para poblaciones finitas se aplica la corrección:

$$n = n_0 / [1 + (n_0 - 1)/N]$$

Para este muestreo se emplearon los siguientes valores de la microcuenca para realizar los cálculos, basados en la superficie total del sistema ambiental y la distribución de la vegetación presentadas anteriormente (Figura IV.15).

Para el cálculo se emplearon los siguientes valores, considerando la vegetación no inducida en la microcuenca (estratos: BMM y BPE):

- *Superficie BMM*= 620.83 ha (N_1 = 6208 unidades de muestreo de 0.1 ha cada una).
- *Superficie BPE*= 210.6 ha (N_2 = 2106 unidades de muestreo de 0.1 ha cada una).
- *Nivel de confianza*= 95% (Z = 1.96).
- *Error admisible*= 5.0 unidades.
- *Desviaciones estándar estimadas:* S_1 (BMM) = 20.0; S_2 (P-E) = 25.0.

Se calculó una desviación estándar agrupada (S_pooled) empleando la fórmula de varianza combinada para dos estratos, y a partir de ella se obtuvo n_0 y la corrección finita para determinar el tamaño de muestra total requerido. Posteriormente, se procedió a la asignación de la muestra entre los estratos mediante dos criterios: *asignación proporcional* y *asignación óptima* (Neyman). La asignación óptima considera la variabilidad propia de cada estrato (S_h) y su tamaño (N_h), distribuyendo las unidades de muestreo para minimizar la varianza del estimador dado un n total.

Tabla IV.5 Asignación proporcional y Óptima para el muestreo de BMM y BPE de la microcuenca.

ESTRATO	ÁREA (HA)	N_h (UNIDADES)	ASIGNACIÓN PROPORCIONAL (N_h)	ASIGNACIÓN ÓPTIMA (NEYMAN) (N_h)
Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)	620.83	6208	52.27	49.16
Bosque de Pino-Encino (BPE)	210.60	2106	17.73	20.84

Derivado de lo anterior, redondeando los resultados, se proponen las siguientes parcelas de muestreo (unidades de muestreo):

- Para el BMM: **49** parcelas (0.1 ha cada una) = 4.9 ha
- P-E: **21** parcelas (0.1 ha cada una) = 2.1 ha

A) Diseño de áreas de muestreo utilizados.

La estructura de la comunidad del BMM muestra la dominancia de especies arbustivas y diversas especies arbóreas. Se tiene, por tanto, una cobertura heterogénea de las especies, que además ha sido afectada por el desarrollo agrícola, el pastoreo extensivo, colecta de plantas y frutos por los habitantes de la ciudad de Pachuca y, recientemente, por el desarrollo urbano. Todo ello origina una distribución muy heterogénea resultado de la regeneración

natural de las comunidades. Para evaluar esta heterogeneidad de las poblaciones de especies de talla mayor y en su mayor diversidad y abundancia las especies arbustivas y herbáceas, se emplean cuadrantes de diversas medidas de acuerdo con la cobertura observada en el sitio.

De esta manera, se diseñaron en total 6 cuadrantes para cubrir la superficie de muestreo recomendada para cada estrato: **BPE=** 2 sitios de 2,000 m^2 (200 m x 10 m), dando como total 4,000 m^2 (Zonas de Muestreo 1 y 2); **BMM:** 2 sitios de 2,000 m^2 (200 m x 10 m), dando como total **4,000 m^2** + 2 sitios de 2,500 m^2 (50 x50), resultando 5,000 m^2 el área total de este estrato corresponde a **9,000 m^2**. (Zonas de Muestreo 3, 4, 5 y 6), los cuales permitirán:

- Muestras a la comunidad de especies arbóreas dispersas.
- Atenuar el efecto de extracción de especies y, con ello, la disminución de las mismas.
- Reconocer especies raras en los diferentes estratos.
- También se puede hacer agrupaciones por estratos.
- Permite muestrear áreas conservadas y con cierto grado de modificación en su estructura
- Considera la heterogeneidad de las áreas resultado de los disturbios de las comunidades.

B) Datos de los sitios de muestreo.

Con la finalidad de comparar los indicadores ecológicos de densidad, dominancia, frecuencia, valor de importancia de las especies e índice de diversidad para cada estrato (BMM y BPE) en sus diversos estratos vegetales (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y comunidad vegetacional. Como se indicó anteriormente, se muestrearon 6 cuadrantes con las siguientes dimensiones:

- **Bosque de pino-encino:** 2 sitios de 2000 m^2 (200 m x 10 m), dando como total 4000 m^2 (Zonas de Muestreo 1 y 2)
- **Bosque mesófilo de montaña:** 2 sitios (cuadrantes) de 2000 m^2 (200 m x 10 m), dando como total 4000 m^2 y 2 sitios (cuadrantes) de 2500 m^2 (50 x50), resultando 5000 m^2. En total, corresponde a 9,000 m^2. (Zonas de Muestreo 3, 4, 5 y 6)

Tabla IV.6 Coordenadas de los sitios de muestreo de los estratos BMM y BPE de la microcuenca.

ESTRATO	SITIO	VÉRTICE	X-UTM	Y-UTM
Bosque de Pino-Encino (BPE)	1	1	540,732.78	2,276,883.15
		2	540,802.10	2,276,810.13

ESTRATO	SITIO	VÉRTICE	X-UTM	Y-UTM
		3	540,795.75	2,276,799.01
		4	540,719.02	2,276,879.98
		5	540,739.82	2,276,975.39
		6	540,747.76	2,276,968.55
	2	1	539,024.73	2,278,245.22
		2	539,029.61	2,278,253.95
		3	539,206.01	2,278,159.71
		4	539,198.33	2,278,148.96
Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)	3	1	542,513.89	2,281,475.76
		2	542,510.78	2,281,466.23
		3	542,414.82	2,281,438.09
		4	542,368.22	2,281,349.61
		5	542,362.13	2,281,355.97
		6	542,405.13	2,281,448.68
	4	1	534,953.00	2,288,172.99
		2	534,998.09	2,288,194.60
		3	535,019.70	2,288,149.51
		4	534,974.61	2,288,127.90
	5	1	534,898.89	2,288,147.06
		2	534,943.98	2,288,168.67
		3	534,965.59	2,288,123.58
		4	534,920.50	2,288,101.97
	6	1	533,262.48	2,284,966.06
		2	533,307.20	2,284,988.42
		3	533,329.56	2,284,943.70
		4	533,284.83	2,284,921.33

B) Valor de importancia de las especies e Índice de Diversidad (H) presentes en la microcuenca.

Para evaluar el papel relativo de las especies del área de la microcuenca, se llevó a cabo un muestreo estratificado en **6 sitios (cuadrantes):** 2 de 2000 m^2 (200 x 10 m) para el bosque de pino-encino; y los cuatro restantes para el Bosque mesófilo de montaña, de los cuales dos fueron de 2,000 m^2 (200 x 10 m) y dos de 2,500 m^2 (50 x 50 m) y se emplearon los indicadores ecológicos de

densidad, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia para cada estrato vegetal (herbáceo, arbustivo y arbóreo).

Los indicadores ecológicos antes mencionados se estimaron mediante las siguientes ecuaciones:

Densidad relativa: Número de individuos de la especie i por superficie de muestreo, respecto a la densidad total.

$$D_i = \frac{N_i}{S}$$

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i}\right) * 100$$

Donde:

Di= Densidad de la especie i
DRi= Densidad relativa de la especie i
Ni = Número de individuos de la especie i
S= Superficie de muestreo (m^2)
i= 1…n

Dominancia relativa: Cobertura de la especie i por superficie de muestreo, respecto a la dominancia total.

$$Dom_i = \frac{C_i}{S}$$

$$DomR_i = \left(\frac{Dom_i}{\sum Dom_i}\right) * 100$$

Donde:

Domi= Dominancia de la especie i

DomRi= Dominancia relativa de la especie i

Ci:= Cobertura de la especie i (m)

S= Superficie de muestreo (m^2)

i= 1…n

Frecuencia relativa: Número de sitios donde está presente la especie i, respecto a la frecuencia total.

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i}\right) * 100$$

Donde:

Fi= Frecuencia de la especie i
FRi= Frecuencia relativa de la especie i
Pi:= Número de sitios donde está presente la especie i
NS= Número total de sitios de muestreo (100)
i= 1…n

Índice de valor de importancia: Suma de la densidad, dominancia y frecuencia relativas de la especie i.

$$IVI_i = \frac{DR_i + DomR_i + FR_i}{3}$$

Donde:

IVIi= Índice de valor de importancia de la especie i
DRi= Densidad relativa de la especie i
DomRi= Dominancia relativa de la especie i
FRi= Frecuencia relativa de la especie i
i= 1…n
* Se divide entre 3 para obtener un IVI en porcentaje.

B) Índice de Diversidad de Shannon & Weiner (H) (1948).

Se define como el número de especies presentes en relación a la abundancia de cada especie. Para ello son necesarios dos atributos: riqueza de especies y las proporciones de abundancia de las especies. De este modo, se obtiene un número proporcional a la riqueza de las especies, pero también a la equidad de las especies, mediante la siguiente ecuación:

$$H = \sum p_i \, ln \, p_i$$

$$\mathrm{p_i} = \frac{\mathrm{n_i}}{\mathrm{N}}$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiever (generalmente varía entre 1.5 y 3.5)
pi = Proporción de individuos de la especie i
ln pi = Logaritmo natural de pi
ni = Número de individuos de la especie i
N = Número total de individuos

Además del Índice de diversidad (H), se calcula la Equidad (E), que representa la medida de abundancia relativa entre diferentes especies (proporciones). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\mathrm{E} = \frac{\mathrm{H}}{\mathrm{Hmax}}$$

$$Hmax = \ln(S)$$

Donde:

E = Equidad
H = Índice de diversidad (calculado).
Hmax = Índice que considera que las proporciones entre todas las especies son de 1 a 1
S = Abundancia de especies

E tiende a 1 cuando la comunidad se encuentra balanceada en la abundancia de especies, es decir, ninguna especie domina en abundancia.

E tiende a 0 cuando la comunidad se encuentra dominada en abundancia por una o pocas especies.

IV.2.2.4 Índices de diversidad de la vegetación del Sistema Ambiental.

A) Índice de diversidad para el Bosque de Pino – Encino (Sitios 1 y 2).

A partir del muestreo de 2 sitios de 2,000 m^2 (200 m x 10 m), dando como total 4000 m^2 (zonas de muestreo 1 y 2), se obtuvieron los siguientes resultados:

El bosque de pino-encino de la microcuenca del Río Zacatlamaya presenta una estructura florística compleja que combina especies arbóreas, arbustivas, herbáceas y epífitas propias de ambientes templado-húmedos de la Sierra Madre Oriental. El muestreo reporta 5 946 individuos pertenecientes a 34 especies, de las cuales predominan representantes de los géneros *Pinus*, *Quercus*, *Microsorum*, *Myriopteris*, *Polypodium* y *Pteridium*, reflejando una

comunidad de transición entre el bosque mesófilo de montaña y el bosque templado montano.

Desde el punto de vista estructural, el ecosistema muestra una alta heterogeneidad vertical. En el estrato arbóreo destacan *Pinus oocarpa*, *Pinus teocote* y *Quercus castanea*, especies que alcanzan altos valores de dominancia relativa (25.03 %, 11.34 % y 10.22 %, respectivamente). Estas especies definen el dosel principal, aportando sombra, cobertura y regulación microclimática. En los estratos arbustivo y subarbóreo, aparecen *Eugenia rinconiensis* y *Arbutus xalapensis*, que contribuyen a la retención de humedad y a la generación de microhábitats intermedios. Finalmente, el sotobosque y el estrato epifítico están dominados por helechos (*Polypodium virginianum*, *Myriopteris aurea*, *Microsorum diversifolium*) y bromelias (*Tillandsia gymnobotrya*, *T. deppeana*), que mantienen la humedad superficial y la estabilidad del suelo.

Los valores de IVI muestran que las especies con mayor peso ecológico son *Pinus oocarpa* (14.21%), *Polypodium virginianum* (11.89 %), *Myriopteris aurea* (8.54 %), *Microsorum diversifolium* (6.93 %) y *Quercus sp.* (6.55 %). En conjunto, estas especies conforman el núcleo funcional del ecosistema, al dominar los procesos de producción primaria, reciclaje de nutrientes y retención de humedad. La presencia simultánea de pinos y encinos confirma que el bosque se encuentra en una etapa sucesional madura, mientras que la abundancia de helechos y epífitas sugiere una condición microclimática estable y alta capacidad de resiliencia frente a la perturbación.

El componente herbáceo, representado por *Muhlenbergia cenchroides* y *Commelina sp.*, aunque con valores de dominancia bajos (< 0.4 %), aporta cobertura edáfica y protección superficial, reduciendo el impacto de la lluvia directa y la erosión laminar. Por su parte, las cactáceas (*Mammillaria sp.*, *M. uncinata*, *Opuntia robusta*, *O. lindheimeri*) y *Eugenia rinconiensis* introducen variabilidad estructural y resiliencia xerofítica, evidenciando que el bosque está sujeto a gradientes locales de insolación y humedad, típicos de laderas con exposición heterogénea.

En términos funcionales, el bosque cumple múltiples procesos ecosistémicos clave:

- Regulación hídrica: las copas de *Pinus* y *Quercus* captan y redistribuyen precipitación, favoreciendo la infiltración profunda.
- Retención de suelo: la densidad de helechos (> 3 000 ind./0.44 ha) y sus rizomas superficiales reducen el arrastre de partículas finas y estabilizan los taludes.

- Captura de carbono y producción de biomasa: los árboles dominantes alcanzan tasas estimadas de fijación de 7 – 9 t C ha^{-1} $año^{-1}$ (Nájera-Luna et al., 2021).
- Sostenimiento de la biodiversidad: la coexistencia de especies heliófilas y umbrófilas mantiene la riqueza de hábitats y nichos microambientales.

Estrato herbáceo

Tabla IV.7 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Muhlenbergia cenchroides	Pasto	156	56.318	63.999	59.067	59.795
Commelina sp.	Hierba del pollo	76	27.437	17.538	29.016	24.664
Salvia mycrophylla	Mirto chico	45	16.245	18.462	11.917	15.542
TOTAL		**277**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.8 Índice de diversidad del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Muhlenbergia cenchroides	Pasto	0.563	-0.574161499	-0.32335449
Commelina sp.	Hierba del pollo	0.274	-1.293284166	-0.354836089
Salvia mycrophylla	Mirto chico	0.162	-1.817355016	-0.29523818
TOTAL				-0.973428759
			H calculada =	**0.973**
			Riqueza =	**3**

Estrato arbustivo

Tabla IV.9 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Baccharis sp	Escobilla	3	0.059	2.081	0.463	0.868

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Mammillaria sp.	Biznaga	519	10.255	0.660	12.191	7.702
Microsorum diversifolium	Helecho	831	16.420	0.180	11.728	9.443
Microsorum postulatum	Helecho	316	6.244	6.254	11.728	8.076
Myriopteris aurea	Helecho dorado	1085	21.438	7.104	12.191	13.578
Opuntia robusta	Nopal camueso	18	0.356	0.888	0.772	0.672
Opuntia lindheimeri	Nopal arrastrado	9	0.178	3.997	1.080	1.752
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	325	6.422	0.539	7.870	4.944
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	1464	28.927	0.321	18.981	16.077
Pteridium aquilinum	Helecho águila	196	3.873	13.844	10.031	9.249
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	220	4.347	17.820	6.944	9.704
Tillandsia deppeana	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	6	0.119	0.166	0.463	0.249
Tillandsia gymnobotrya	Maguey de cruz	25	0.494	1.928	2.315	1.579
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	10	0.198	0.193	0.309	0.233
Opuntia robusta	Nopal de penca larga	15	0.296	7.401	0.617	2.772
Eugenia rinconiensis	Barranco colorado	19	0.375	36.622	2.315	13.104
TOTAL		**5061**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.10 Índice de diversidad del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Baccharis sp	Escobilla	0.0006	-7.430707083	-0.004404687
Mammillaria sp.	Biznaga	0.1025	-2.277415488	-0.233546461
Microsorum diversifolium	Helecho	0.1642	-1.806689576	-0.296652645
Microsorum postulatum	Helecho	0.0624	-2.773577158	-0.173177313
Myriopteris aurea	Helecho dorado	0.2144	-1.539984105	-0.330148736
Opuntia robusta	Nopal camueso	0.0036	-5.638947613	-0.020055534
Opuntia lindheimeri	Nopal arrastrado	0.0018	-6.332094794	-0.011260394
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	0.0642	-2.745494189	-0.176306187

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	0.2893	-1.240391677	-0.358809211
Pteridium aquilinum	Helecho águila	0.0387	-3.251204712	-0.125911109
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	0.0435	-3.135691825	-0.136307489
Tillandsia deppeana	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	0.0012	-6.737559902	-0.007987623
Tillandsia gymnobotrya	Maguey de cruz	0.0049	-5.310443546	-0.026232185
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	0.0020	-6.226734278	-0.012303367
Opuntia robusta	Nopal de penca larga	0.0030	-5.82126917	-0.017253317
Eugenia rinconiensis	Barranco colorado	0.0038	-5.584880392	-0.020966751
TOTAL				-1.951323009
			H calculada =	**1.951**
			Riqueza =	**16**
			H máxima =	**2.773**
			Equidad	**0.704**

Estrato arbóreo

Tabla IV.11 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Arbutus xalapensis	Madroño	2	0.329	0.061	0.730	0.373
Quercus affinis	Encino 2	3	0.493	2.598	1.095	1.396
Quercus castanea	Encino rojo	22	3.618	10.718	8.029	7.455
Quercus crassifolia	Encino negro	15	2.467	4.111	4.015	3.531
Quercus x dypsophylla	Encino	5	0.822	0.609	1.460	0.964
Quercus frutex	Encino	1	0.164	0.166	0.365	0.232
Quercus glabrescens	Encino	21	3.454	7.105	5.474	5.344
Quercus laeta	Roble blanco	19	3.125	1.607	5.474	3.402
Quercus laurina	Encino rojo	10	1.645	1.386	2.555	1.862
Quercus obtusata	encino 1	4	0.658	1.353	1.460	1.157
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	14	2.303	5.123	3.650	3.692
Quercus sp.	Encino	10	1.645	19.487	3.650	8.260
Quercus sp2	hojas pequeñas y blanco	20	3.289	2.772	4.745	3.602
Quercus xylina	Encino	4	0.658	4.582	1.460	2.233
Pinus oocarpa	Pino ocote	422	69.408	26.262	42.701	46.124

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Pinus patula	Ocote colorado	5	0.822	0.166	1.825	0.938
Pinus teocote	Pino azteca	31	5.099	11.896	11.314	9.436
TOTAL		608	100	100	100	100

Tabla IV.12 Índice de diversidad del estrato arbóreo del bosque de pino-encino

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Arbutus xalapensis	Madroño	0.003	-5.717027701	-0.018806012
Quercus affinis	Encino 2	0.005	-5.311562593	-0.026208368
Quercus castanea	Encino rojo	0.036	-3.319132429	-0.120100187
Quercus crassifolia	Encino negro	0.025	-3.702124681	-0.091335313
Quercus x dypsophylla	Encino	0.008	-4.80073697	-0.039479745
Quercus frutex	Encino	0.002	-6.410174882	-0.010543051
Quercus glabrescens	Encino	0.035	-3.365652444	-0.116247864
Quercus laeta	Roble blanco	0.031	-3.465735903	-0.108304247
Quercus laurina	Encino rojo	0.016	-4.107589789	-0.067559043
Quercus obtusata	encino 1	0.007	-5.023880521	-0.033051846
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	0.023	-3.771117552	-0.086834944
Quercus sp.	Encino	0.016	-4.107589789	-0.067559043
Quercus sp2	hojas pequeñas y blanco	0.033	-3.414442608	-0.112317191
Quercus xylina	Encino	0.007	-5.023880521	-0.033051846
Pinus oocarpa	Pino ocote	0.694	-0.365169568	-0.253456509
Pinus patula	Ocote colorado	0.008	-4.80073697	-0.039479745
Pinus teocote	Pino azteca	0.051	-2.976187677	-0.151746411
TOTAL				-1.376081363
			H calculada =	1.376
			Riqueza =	17
			H máxima =	2.833
			Equidad	0.486

Comunidad vegetacional

Los valores de importancia, muestran valores relativamente iguales para la mayoría de las especies registradas, mostrando una estructura de la comunidad donde las especies interactúan entre sí proporcionalmente. De las 36

especies registradas, destacan *Polypodium virginianum* con un valor de importancia de 11.88 y *Pinus oocarpa* con 14.20, siendo los más altos en la comunidad de pino – encino. La dominancia de *Pinus oocarpa*, es un indicativo de especie clave para la estabilidad del bosque.

Tabla IV.13 Índice de valor de importancia del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Muhlenbergia cenchroides	Pasto	156	2.624	0.322	10.224	4.390
Commelina sp.	Hierba del pollo	76	1.278	0.088	5.022	2.130
Salvia mycrophylla	Mirto chico	45	0.757	0.093	2.063	0.971
Baccharis sp	Escobilla	3	0.050	0.087	0.269	0.136
Mammillaria sp.	Biznaga	519	8.729	0.028	7.085	5.280
Microsorum diversifolium	Helecho	831	13.976	0.008	6.816	6.933
Microsorum postulatum	Helecho	316	5.314	0.262	6.816	4.131
Myriopteris aurea	Helecho dorado	1085	18.248	0.297	7.085	8.543
Opuntia robusta	Nopal camueso	18	0.303	0.037	0.448	0.263
Opuntia lindheimeri	Nopal arrastrado	9	0.151	0.167	0.628	0.315
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	325	5.466	0.023	4.574	3.354
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	1464	24.622	0.013	11.031	11.889
Pteridium aquilinum	Helecho águila	196	3.296	0.579	5.830	3.235
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	220	3.700	0.745	4.036	2.827
Tillandsia deppeana	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	6	0.101	0.007	0.269	0.126
Tillandsia gymnobotrya	Maguey de cruz	25	0.420	0.081	1.345	0.615
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	10	0.168	0.008	0.179	0.119
Opuntia robusta	Nopal de penca larga	15	0.252	0.310	0.359	0.307
Eugenia rinconiensis	Barranco colorado	19	0.320	1.532	1.345	1.066
Arbutus xalapensis	Madroño	2	0.034	0.058	0.179	0.090
Quercus affinis	Encino 2	3	0.050	2.477	0.269	0.932
Quercus castanea	Encino rojo	22	0.370	10.216	1.973	4.186
Quercus crassifolia	Encino negro	15	0.252	3.918	0.987	1.719
Quercus x dypsophylla	Encino	5	0.084	0.580	0.359	0.341
Quercus frutex	Encino	1	0.017	0.158	0.090	0.088

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Quercus glabrescens	Encino	21	0.353	6.772	1.345	2.823
Quercus laeta	Roble blanco	19	0.320	1.532	1.345	1.066
Quercus laurina	Encino rojo	10	0.168	1.321	0.628	0.706
Quercus obtusata	encino 1	4	0.067	1.290	0.359	0.572
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	14	0.235	4.883	0.897	2.005
Quercus sp.	Encino	10	0.168	18.574	0.897	6.546
Quercus sp2	hojas pequeñas y blanco	20	0.336	2.642	1.166	1.381
Quercus xylina	Encino	4	0.067	4.367	0.359	1.598
Pinus oocarpa	Pino ocote	422	7.097	25.031	10.493	14.207
Pinus patula	Ocote colorado	5	0.084	0.158	0.448	0.230
Pinus teocote	Pino azteca	31	0.521	11.338	2.780	4.880
TOTAL		**5946**	**100**	**100**	**100**	**100**

IV.2.2.5 Análisis de los valores ecológicos de importancia en el bosque de pino-encino de la microcuenca.

El bosque de pino-encino muestreado en la microcuenca del Río Zacatlamaya presenta una estructura florística compleja y funcionalmente diversa, con una clara interdigitación entre especies templadas y mesófilas, resultado del gradiente altitudinal y la elevada humedad orográfica de la Sierra Madre Oriental. El inventario reporta 5 946 individuos distribuidos en 36 especies, lo que refleja un ecosistema con una riqueza florística significativa y con múltiples estratos vegetales bien definidos.

Desde el punto de vista estructural, el análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI) muestra que las especies dominantes son *Pinus oocarpa* (14.21 %), *Polypodium virginianum* (11.89 %), *Myriopteris aurea* (8.54 %), *Microsorum diversifolium* (6.93 %) y *Quercus sp.* (6.55 %). Este conjunto combina especies arbóreas de dosel alto con helechos del sotobosque, lo que evidencia una comunidad multiestratificada en la que los pinos y encinos definen el armazón superior del ecosistema, mientras que los helechos y epífitas regulan la humedad edáfica y la estabilidad del microclima (Rzedowski, 2006; Challenger & Soberón, 2008).

Las especies con mayor dominancia relativa, principalmente *Pinus oocarpa* (25.03 %) y *Pinus teocote* (11.34 %), aportan la mayor proporción de biomasa leñosa y cobertura de copa, regulando la intercepción de precipitación y la infiltración profunda. En contraste, los helechos (*Polypodium*, *Myriopteris*,

Pteridium) y bromelias (*Tillandsia gymnobotrya*, *T. deppeana*) contribuyen con valores altos de frecuencia relativa (≥ 7 %), lo que indica una distribución continua en el sotobosque y su papel como especies indicadoras de alta humedad ambiental (Toledo-Aceves et al., 2014).

En conjunto, los valores de IVI evidencian un equilibrio funcional entre el componente arbóreo dominante y las especies acompañantes del estrato bajo. Esta combinación favorece la protección del suelo, la retención de materia orgánica y la resiliencia ecosistémica ante cambios microclimáticos.

Índices de diversidad.

El análisis cuantitativo de diversidad indica una riqueza florística (S) de 36 especies, una diversidad de Shannon-Wiener (H′) de 2.36 bits ind^{-1} y una equitatividad (J′) de 0.66. Estos valores se interpretan como propios de bosques templados maduros con ligera dominancia estructural (Magurran, 2004; Moreno, 2001). La diversidad observada es moderada-alta y refleja una comunidad con heterogeneidad ecológica y estabilidad trófica, aunque con un leve predominio de especies del género *Pinus* y de helechos epífitos.

El valor de equitatividad (0.659) sugiere que las abundancias no están completamente equilibradas, pues unas pocas especies —principalmente *Pinus oocarpa* y *Polypodium virginianum*— concentran una parte importante de la estructura poblacional. Sin embargo, la coexistencia de numerosas especies con valores bajos o intermedios de abundancia garantiza redundancia ecológica y sustitución funcional ante disturbios (Challenger & Soberón, 2008).

Por otra parte, el predominio de helechos y epífitas (más del 40 % de los individuos totales) es indicador de microambientes húmedos, suelos con alta porosidad y buena cobertura orgánica, factores asociados a la estabilidad hidrológica y al reciclaje eficiente de nutrientes (FAO/UNESCO, 2006; Luna-Vega et al., 2019). Este grupo de especies cumple funciones críticas de protección de suelo, regulación térmica y retención de agua en las laderas medias del ecosistema.

Tabla IV.14 Índice de diversidad del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Muhlenbergia cenchroides	Pasto	0.0262	-3.640617996	-0.095515709
Commelina sp.	Hierba del pollo	0.0128	-4.359740663	-0.055724906
Salvia mycrophylla	Mirto chico	0.0076	-4.883811514	-0.036961237
Baccharis sp	Escobilla	0.0005	-7.591861715	-0.003830404
Mammillaria sp.	Biznaga	0.0873	-2.43857012	-0.212851983
Microsorum diversifolium	Helecho	0.1398	-1.967844209	-0.275021617
Microsorum postulatum	Helecho	0.0531	-2.93473179	-0.155966237

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Myriopteris aurea	Helecho dorado	0.1825	-1.701138738	-0.310416335
Opuntia robusta	Nopal camueso	0.0030	-5.800102246	-0.017558332
Opuntia lindheimeri	Nopal arrastrado	0.0015	-6.493249426	-0.009828329
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	0.0547	-2.906648821	-0.158873338
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	0.2462	-1.401546309	-0.345083047
Pteridium aquilinum	Helecho águila	0.0330	-3.412359344	-0.11248275
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	0.0370	-3.296846457	-0.12198221
Tillandsia deppeana	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	0.0010	-6.898714534	-0.006961367
Tillandsia gymnobotrya	Maguey de cruz	0.0042	-5.471598179	-0.023005374
Mammillaria uncinata	Biznaga ganchuda	0.0017	-6.387888911	-0.01074317
Opuntia robusta	Nopal de penca larga	0.0025	-5.982423802	-0.015091886
Eugenia rinconiensis	Barranco colorado	0.0032	-5.746035024	-0.018361027
Arbutus xalapensis	Madroño	0.0003	-7.997326823	-0.002689985
Quercus affinis	Encino 2	0.0005	-7.591861715	-0.003830404
Quercus castanea	Encino rojo	0.0037	-5.59943155	-0.020717708
Quercus crassifolia	Encino negro	0.0025	-5.982423802	-0.015091886
Quercus x dypsophylla	Encino	0.0008	-7.081036091	-0.005954453
Quercus frutex	Encino	0.0002	-8.690474004	-0.001461566
Quercus glabrescens	Encino	0.0035	-5.645951566	-0.019940293
Quercus laeta	Roble blanco	0.0032	-5.746035024	-0.018361027
Quercus laurina	Encino rojo	0.0017	-6.387888911	-0.01074317
Quercus obtusata	encino 1	0.0007	-7.304179642	-0.004913676
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	0.0024	-6.051416674	-0.014248206
Quercus sp.	Encino	0.0017	-6.387888911	-0.01074317
Quercus sp2	hojas pequeñas y blanco	0.0034	-5.69474173	-0.019154866
Quercus xylina	Encino	0.0007	-7.304179642	-0.004913676
Pinus oocarpa	Pino ocote	0.0710	-2.64546869	-0.187754421
Pinus patula	Ocote colorado	0.0008	-7.081036091	-0.005954453
Pinus teocote	Pino azteca	0.0052	-5.256486799	-0.027405162
TOTAL				-2.360137386
			H calculada =	**2.360**
			Riqueza =	**36**
			H máxima =	**3.584**
			Equidad	**0.659**

Interpretación de la diversidad, riqueza y equidad en el bosque de pino-encino.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener (H’) calculado fue de 2.36, lo cual refleja una diversidad intermedia dentro de la comunidad vegetal analizada. En términos generales, valores cercanos a 3 o mayores indican comunidades con alta diversidad y distribución más equilibrada de individuos entre especies, mientras que valores por debajo de 2 sugieren comunidades más simples y dominadas por pocas especies (Magurran, 2004).

La riqueza de especies registrada fue de 36 especies, lo que muestra una alta variedad florística en el bosque de pino-encino evaluado. Esta riqueza es consistente con lo reportado para ecosistemas templados de la Sierra Madre Oriental, donde la mezcla de especies *de Pinus* y *Quercus* genera condiciones de hábitat que favorecen la presencia tanto de plantas arbóreas como de arbustivas, herbáceas, epífitas y helechos (Rzedowski, 2006; Challenger & Soberón, 2008).

La equidad (J’), con un valor de 0.65, indica que la abundancia de individuos no está distribuida de manera completamente uniforme entre las especies. Esto significa que existen especies con un claro predominio —como *Polypodium virginianum, Myriopteris aurea, Microsorum diversifolium* y *Pinus oocarpa*— que concentran gran parte de los individuos y biomasa, mientras que otras especies, aunque presentes, tienen una representación muy baja.

Este patrón es característico de los bosques templados, donde pocas especies dominantes estructuran la comunidad, pero al mismo tiempo conviven con una gran cantidad de especies acompañantes de baja abundancia que enriquecen la composición florística (González-Espinosa et al., 2012).

IV.2.2.6 Índice de diversidad para el Bosque Mesófilo de Montaña (Cuadrantes 3, 4, 5 y 6).

A partir del muestreo del Bosque mesófilo de montaña en los 4 sitios indicados anteriormente **(zonas de muestreo 3, 4, 5 y 6)**, se obtuvieron los siguientes resultados:

El bosque mesófilo de montaña ubicado en la microcuenca del Río Zacatlamaya representa una de las comunidades más complejas y diversas de la Sierra Madre Oriental. En él confluyen elementos florísticos templados, tropicales y húmedos, generando una estructura vertical altamente estratificada y un equilibrio ecológico notable. El inventario florístico reporta 8 737 individuos pertenecientes a 75 especies, lo que evidencia una riqueza biológica

sobresaliente y una composición característica de ecosistemas húmedos de niebla y sombra permanente (Rzedowski, 2006; Luna-Vega et al., 2019).

Desde el punto de vista estructural, las especies más representativas según su Índice de Valor de Importancia (IVI) son *Polypodium virginianum* (8.59 %), *Microsorum diversifolium* (2.85 %), *Pinus patula* (2.86 %), *Dryopteris wallichiana* (5.33 %), *Polygonum sp.* (2.61 %) y *Quercus sp.* (2.55 %). Estas especies conforman el núcleo ecológico de la comunidad, participando tanto en el estrato arbóreo superior (con *Pinus patula*, *Quercus laeta* y *Alnus jorullensis*) como en el sotobosque húmedo (dominancia de helechos, licopodios y epífitas). La abundancia de helechos y plantas epífitas (más del 45 % de los individuos) confirma el carácter húmedo y sombreado del ambiente, donde la humedad relativa suele mantenerse por encima del 80 %.

El conjunto florístico está organizado en tres estratos principales:

1. **Estrato superior (arbóreo):** *Alnus jorullensis*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus laeta* y *Pinus patula* conforman el dosel, regulando el microclima y favoreciendo la intercepción de lluvia horizontal.
2. **Estrato intermedio (arbustivo y subarbóreo):** compuesto por *Clethra mexicana*, *Miconia sp.*, *Roldana sp.*, *Melastoma malabathricum* y *Prunus serotina capuli*, que contribuyen a la sucesión secundaria y regeneración natural.
3. **Estrato inferior (sotobosque y epífitas):** dominado por *Polypodium virginianum*, *Elaphoglossum erinaceum*, *Pteridium aquilinum* y *Oplismenus sp.*, especies que estabilizan el suelo y retienen humedad superficial (Challenger & Soberón, 2008).

El predominio de *Polypodium virginianum*, con una densidad relativa del 20.83% y amplia distribución, sugiere una cobertura herbácea-epífita continua, que mantiene la humedad atmosférica y regula la evapotranspiración. De igual modo, *Microsorum diversifolium* y *Parapolystichum glabellum* refuerzan el papel del sotobosque como barrera natural contra la erosión, acumulando hojarasca y mejorando la infiltración hídrica.

Estrato herbáceo

Tabla IV.15 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Coccocypselum cordifolium	Anil	287	13.885	0.994	6.775	7.218
Lycopodium sp.	Licopodio	75	3.628	2.395	0.708	2.244

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Melastoma malabathricum	Melastoma	301	14.562	3.844	12.235	10.214
Miconia oligotricha	Mortiño	2	0.097	3.435	0.202	1.245
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	15	0.726	0.113	1.011	0.617
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	65	3.145	5.873	4.449	4.489
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	95	4.596	1.129	8.089	4.605
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	5	0.242	1.943	0.202	0.796
Tinantia erecta	Sombrerito de agua	44	2.129	2.349	3.640	2.706
Polygonum sp.	Centinodias y chililos	99	4.790	2.033	4.348	3.723
Salvia mexicana	Salvia mexicana	33	1.597	3.433	1.820	2.283
Salvia gesneriflora	Salvia roja	57	2.758	2.033	1.820	2.203
Salvia sp.	Salvia	27	1.306	2.982	1.517	1.935
Roldana lobata	"Árnica" de monte	7	0.339	6.776	0.708	2.608
Roldana sp.	Hediondilla	58	2.806	5.873	4.449	4.376
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	79	3.822	3.930	4.651	4.134
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	79	3.822	5.421	6.370	5.204
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	56	2.709	6.324	4.348	4.460
Ipomoea indica .	Campanilla azul; gloria de la mañana	21	1.016	5.873	1.517	2.802
Ipomoea sp.	Campanilla	20	0.968	5.873	1.517	2.786
Oplismenus sp	Pasto de sombra	327	15.820	4.969	11.325	10.705
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	4	0.194	3.840	0.404	1.479
Cissus sicyoides L.	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	23	1.113	5.873	1.213	2.733
Liana sp1	Liana	23	1.113	5.421	1.314	2.616
Liana sp2	Liana	15	0.726	4.021	0.404	1.717
Elaphoglossum erinaceum	Helecho	136	6.580	1.039	7.482	5.034
Pecluma alfredii	Helecho	34	1.645	1.536	2.427	1.869
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Vivo	80	3.870	0.678	5.056	3.201
TOTAL		**2067**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.16 Índice de diversidad del estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Coccocypselum cordifolium	Anil	0.139	-1.974371344	-0.274138643
Lycopodium sp.	Licopodio	0.036	-3.316365446	-0.120332563
Melastoma malabathricum	Melastoma	0.146	-1.926743295	-0.280575584
Miconia oligotricha	Mortiño	0.001	-6.940706379	-0.006715729
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	0.007	-4.925803359	-0.035746033
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	0.031	-3.45946629	-0.108788248
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	0.046	-3.079976668	-0.141556741
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	0.002	-6.024415647	-0.014572849
Tinantia erecta	Sombrerito de agua	0.021	-3.849663926	-0.081947369
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	0.048	-3.03873371	-0.145541673
Salvia mexicana	Salvia mexicana	0.016	-4.137345998	-0.066053419
Salvia gesneriflora	Salvia roja	0.028	-3.590802292	-0.099020673
Salvia sp.	Salvia	0.013	-4.338016694	-0.05666495
Roldana lobata	"Árnica" de monte	0.003	-5.687943411	-0.019262508
Roldana sp.	Árnica (s.l.)	0.028	-3.573410549	-0.100269865
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	0.038	-3.264405707	-0.124764417
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	0.038	-3.264405707	-0.124764417
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	0.027	-3.608501869	-0.097762992
Ipomoea indica .	Campanilla azul; gloria de la mañana	0.010	-4.589331122	-0.046626006
Ipomoea sp.	Campanilla	0.010	-4.638121286	-0.044877806
Oplismenus sp	Pasto de sombra	0.158	-1.843893389	-0.291704469
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	0.002	-6.247559199	-0.0120901
Cissus sicyoides L.	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	0.011	-4.498359344	-0.050054313
Liana sp1	Liana	0.011	-4.498359344	-0.050054313
Liana sp2	Liana	0.007	-4.925803359	-0.035746033
Elaphoglossum erinaceum	Helecho	0.066	-2.721198674	-0.179043551
Pecluma alfredii	Helecho	0.016	-4.107493035	-0.067563988
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Vivo	0.039	-3.251826925	-0.125856872
TOTAL				-2.802096126
			H calculada =	**2.802**
			Riqueza =	**28**
			H máxima =	**3.332**
			Equidad	**0.841**

Estrato arbustivo

Tabla IV.17 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Alnus jorullensis	Aile	204	3.577	2.087	6.108	3.924
Diphasiastrum digitatum	Licopodio	247	4.331	0.762	3.793	2.962
Microsorum diversifolium	Helecho canguro	442	7.750	0.028	6.059	4.613
Microsorum postulatum	Helecho	7	0.123	0.006	0.345	0.158
Parapolystichum glabellum	Smooth shield fern	317	5.558	30.309	4.384	13.417
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	9	0.158	0.003	0.443	0.202
Phytolacca americana	Cola de Caballo	80	1.403	1.028	2.217	1.549
Polypodium rhodopleuron	Helecho	4	0.070	0.001	0.197	0.089
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	1820	31.913	0.104	4.384	12.134
Polystichum acrostichoides	Helecho	356	6.242	0.315	4.828	3.795
Pteridium aquilinum	Halecho águila	389	6.821	7.158	3.300	5.760
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	100	1.753	3.222	3.695	2.890
Quercus germana	Encino jarocho	82	1.438	0.419	3.941	1.933
Rhanmus capreaefolia	Capulincillo	252	4.419	26.956	6.798	12.724
Microtropis stipitata	Quetzalia	86	1.508	1.105	3.300	1.971
Lagascea helianthifolia	Capitaneja	15	0.263	2.037	0.591	0.964
Miconia oligotricha	Mortiño	6	0.105	0.815	0.197	0.372
Smilax jalapensis	zarzaparrilla	25	0.438	10.625	0.788	3.950
Vaccinium leucanthum	Cahuiche	46	0.807	9.461	1.675	3.981
Stevia ovata	Stevia	4	0.070	0.723	0.197	0.330
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	9	0.158	0.205	0.345	0.236
Myrsine sp.	Hierba cólica	24	0.421	0.133	1.182	0.579
Miconia glaberrima	Capulín	67	1.175	0.184	2.660	1.340
Miconia sp.	Mortiño	70	1.227	0.044	2.611	1.294

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Conostegia xalapensis	Madroño	76	1.333	0.171	2.956	1.486
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	68	1.192	0.079	2.365	1.212
Hamelia patens	Coralillo	62	1.087	0.137	2.266	1.163
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	60	1.052	0.123	2.266	1.147
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	60	1.052	0.153	2.167	1.124
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	46	0.807	0.164	1.675	0.882
Casearia corymbosa	Botoncillo	34	0.596	0.174	1.429	0.733
Casearia sylvestris Sw.	Botoncillo	35	0.614	0.153	1.379	0.715
Rubus coriifolius Liebm.	Zarzamora	260	4.559	0.107	7.192	3.953
Dennstaedtia scandens	Helecho	152	2.665	0.046	5.517	2.743
Dryopteris wallichiana	Cabeza de Chivo	79	1.385	0.052	2.365	1.267
Clethra sp.	Mamojuaxtle	30	0.526	0.133	1.232	0.630
Juglans mollis	Nogal	5	0.088	0.174	0.246	0.169
Roldana sp.	Hediondilla	38	0.666	0.164	1.478	0.769
Quercus sp	Encino	11	0.193	0.215	0.542	0.317
Ageratina sp.	Raíces de serpiente	13	0.228	0.102	0.394	0.241
Piper sp.	Cordoncillo	13	0.228	0.123	0.493	0.281
TOTAL		5703	100	100	100	100

Tabla IV.18 Índice de diversidad del estrato arbustivo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Alnus jorullensis	Aile	0.036	-3.330627637	-0.119138706
Diphasiastrum digitatum	Licopodio	0.043	-3.139359295	-0.135967341
Microsorum diversifolium	Helecho canguro	0.078	-2.557437749	-0.198209273
Microsorum postulatum	Helecho	0.001	-6.702837482	-0.008227225
Parapolystichum glabellum	Smooth shield fern	0.056	-2.889845857	-0.160631446
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	0.002	-6.451523054	-0.010181257
Phytolacca americana	Cola de Caballo	0.014	-4.266720996	-0.059852302

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Polypodium rhodopleuron	Helecho	0.001	-7.26245327	-0.005093777
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	0.319	-1.142155851	-0.364496519
Polystichum acrostichoides	Helecho	0.062	-2.7738169	-0.173150766
Pteridium aquilinum	Halecho águila	0.068	-2.685168288	-0.183154561
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	0.018	-4.043577445	-0.070902638
Quercus germana	Encino jarocho	0.014	-4.242028384	-0.06099357
Rhanmus capreaefolia	Capulincillo	0.044	-3.119318544	-0.13783417
Microtropis stipitata	Quetzalia	0.015	-4.194400335	-0.063250645
Lagascea helianthifolia	Capitaneja	0.003	-5.94069743	-0.015625191
Miconia oligotricha	Mortiño	0.001	-6.856988162	-0.007214085
Smilax jalapensis	zarzaparrilla	0.004	-5.429871806	-0.023802699
Vaccinium leucanthum	Cahuiche	0.008	-4.820106235	-0.038878641
Stevia ovata	Stevia	0.001	-7.26245327	-0.005093777
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	0.002	-6.451523054	-0.010181257
Myrsine sp.	Hierba cólica	0.004	-5.470693801	-0.023022383
Miconia glaberrima	Capulín	0.012	-4.444055012	-0.052209659
Miconia sp.	Mortiño	0.012	-4.400252389	-0.054009761
Conostegia xalapensis	Madroño	0.013	-4.318014291	-0.057543238
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	0.012	-4.429239926	-0.052812259
Hamelia patens	Coralillo	0.011	-4.521613246	-0.049156588
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	0.011	-4.554403069	-0.047915866
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	0.011	-4.554403069	-0.047915866
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	0.008	-4.820106235	-0.038878641
Casearia corymbosa	Botoncillo	0.006	-5.122387107	-0.030538517
Casearia sylvestris Sw.	Botoncillo	0.006	-5.09339957	-0.031258809
Rubus coriifolius Liebm.	Zarzamora	0.046	-3.088066	-0.140785053
Dennstaedtia scandens	Helecho	0.027	-3.62486711	-0.096612274
Dryopteris wallichiana	Cabeza de Chivo	0.014	-4.279299779	-0.059278394
Clethra sp.	Mamojuaxtle	0.005	-5.247550249	-0.027604157
Juglans mollis	Nogal	0.001	-7.039309719	-0.006171585
Roldana sp.	Hediondilla	0.007	-5.011161471	-0.033390169
Quercus sp	Encino	0.002	-6.250852358	-0.012056703
Ageratina sp.	Raíces de serpiente	0.002	-6.083798274	-0.01386803
Piper sp.	Cordoncillo	0.002	-6.083798274	-0.01386803
TOTAL				-2.74077583
			H calculada =	**2.741**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
			Riqueza =	41
			H máxima =	3.714
			Equidad	0.738

Estrato arbóreo

Tabla IV.19 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Alnus jorullensis	Aile	96	9.928	7.388	10.260	9.192
Clethra mexicana	Aguacatillo	105	10.858	11.544	12.557	11.653
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	5	0.517	7.388	0.459	2.788
Pinus patula	Ocote colorado	242	25.026	16.623	30.628	24.092
Prunus serotina subsp. capuli	Capulín	260	26.887	5.984	15.620	16.164
Quercus crassifolia	Encino negro	33	3.413	1.334	3.675	2.807
Quercus sartorii	Encino	32	3.309	1.182	4.900	3.131
Quercus germana	Encino jarocho	15	1.551	16.623	1.531	6.568
Quercus laeta	Roble blanco	160	16.546	13.465	18.377	16.129
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	1	0.103	16.623	0.153	5.626
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	18	1.861	1.847	1.838	1.849
TOTAL		967	100	100	100	100

Tabla IV.20 Índice de diversidad del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Alnus jorullensis	Aile	0.099	-2.309850304	-0.229312957
Clethra mexicana	Aguacatillo	0.109	-2.220238145	-0.241080667
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	0.005	-5.264760583	-0.027222133
Pinus patula	Ocote colorado	0.250	-1.385260769	-0.346673326
Prunus serotina subsp. capuli	Capulín	0.269	-1.313516864	-0.35316896
Quercus crassifolia	Encino negro	0.034	-3.377690934	-0.115267633
Quercus sartorii	Encino	0.033	-3.408462593	-0.112792971
Quercus germana	Encino jarocho	0.016	-4.166148294	-0.064624844
Quercus laeta	Roble blanco	0.165	-1.79902468	-0.297666958

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	0.001	-6.874198495	-0.007108789
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	0.019	-3.983826738	-0.07415603
TOTAL				-1.869075269
			H calculada =	**1.869**
			Riqueza =	**11**
			H máxima =	**2.398**
			Equidad	**0.779**

Comunidad vegetacional.

Tabla IV.21 Índice de valor de importancia del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Ageratina sp.	Raíces de serpiente	13	0.149	2.527	0.218	0.964
Alnus jorullensis	Aile	300	3.434	0.017	5.202	2.884
Casearia corymbosa	Botoncillo	34	0.389	0.940	0.790	0.706
Casearia sylvestris Sw.	Botoncillo	35	0.401	2.803	0.763	1.322
Cissus sicyoides L.	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	23	0.263	0.573	0.327	0.388
Clethra mexicana	Aguacatillo	105	1.202	0.005	2.233	1.147
Clethra sp.	Mamojuaxtle	30	0.343	0.002	0.681	0.342
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	68	0.778	0.573	1.307	0.886
Coccocypselum cordifolium	Anil	287	3.285	0.027	1.825	1.712
Conostegia xalapensis	Madroño	76	0.870	3.157	1.634	1.887
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	5	0.057	0.149	0.054	0.087
Dennstaedtia scandens	Helecho	152	1.740	0.136	3.050	1.642
Diphasiastrum digitatum	Licopodio	247	2.827	0.021	2.097	1.648
Dryopteris wallichiana	Cabeza de Chivo	79	0.904	13.780	1.307	5.330
Elaphoglossum erinaceum	Helecho	136	1.557	0.709	2.015	1.427
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	95	1.087	0.611	2.179	1.292
Hamelia patens	Coralillo	62	0.710	0.149	1.253	0.704
Ipomoea indica .	Campanilla azul; gloria de la mañana	21	0.240	0.806	0.408	0.485
Ipomoea sp.	Campanilla	20	0.229	0.709	0.408	0.449
Juglans mollis	Nogal	5	0.057	0.006	0.136	0.066
Lagascea helianthifolia	Capitaneja	15	0.172	0.611	0.327	0.370
Liana sp1	Liana	23	0.263	0.149	0.354	0.255
Liana sp2	Liana	15	0.172	0.806	0.109	0.362

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	5	0.057	0.000	0.082	0.046
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	79	0.904	3.157	1.253	1.771
Lycopodium sp.	Licopodio	75	0.858	0.156	0.191	0.402
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	60	0.687	0.806	1.253	0.915
Melastoma malabathricum	Melastoma	301	3.445	0.004	3.295	2.248
Miconia glaberrima	Capulín	67	0.767	0.100	1.471	0.779
Miconia oligotricha	Mortiño	8	0.092	0.149	0.163	0.135
Miconia sp.	Mortiño	70	0.801	1.601	1.443	1.282
Microsorum diversifolium	Helecho canguro	442	5.059	0.136	3.350	2.848
Microsorum postulatum	Helecho	7	0.080	13.780	0.191	4.684
Microtropis stipitata	Quetzalia	86	0.984	1.345	1.825	1.385
Myrsine sp.	Hierba cólica	24	0.275	3.632	0.654	1.520
Oplismenus sp	Pasto de sombra	327	3.743	0.269	3.050	2.354
Parapolystichum glabellum	Smooth shield fern	317	3.628	0.002	2.424	2.018
Pecluma alfredii	Helecho	34	0.389	0.269	0.654	0.437
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	9	0.103	0.006	0.245	0.118
Phytolacca americana	Cola de Caballo	80	0.916	0.169	1.225	0.770
Pinus patula	Ocote colorado	242	2.770	0.361	5.447	2.859
Piper sp.	Cordoncillo	13	0.149	1.360	0.272	0.594
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Vivo	80	0.916	0.940	1.362	1.072
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	99	1.133	5.521	1.171	2.608
Polypodium rhodopleuron	Helecho	4	0.046	7.236	0.109	2.464
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	1820	20.831	2.527	2.424	8.594
Polystichum acrostichoides	Helecho	356	4.075	1.360	2.669	2.701
Prunus serotina subsp. capuli	Capulín	260	2.976	0.091	2.778	1.948
Pteridium aquilinum	Halecho águila	389	4.452	0.027	1.825	2.101
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	100	1.145	0.156	2.042	1.114
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	65	0.744	0.058	1.198	0.667
Quercus crassifolia	Encino negro	33	0.378	0.361	0.654	0.464
Quercus germana	Encino jarocho	97	1.110	0.004	2.451	1.189
Quercus laeta	Roble blanco	160	1.831	0.322	3.268	1.807
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	1	0.011	0.224	0.027	0.087
Quercus sartorii	Encino	32	0.366	0.064	0.871	0.434
Quercus sp	Encino	11	0.126	7.236	0.300	2.554
Rhanmus capreaefolia	Capulincillo	252	2.884	0.004	3.758	2.215

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Roldana lobata	"Árnica" de monte	7	0.080	0.100	0.191	0.124
Roldana sp.	Hediondilla	96	1.099	0.885	2.015	1.333
Rubus coriifolius Liebm.	Zarzamora	260	2.976	0.021	3.976	2.324
Salvia gesneriflora	Salvia roja	57	0.652	0.597	0.490	0.580
Salvia mexicana	Salvia mexicana	33	0.378	0.430	0.490	0.433
Salvia sp.	Salvia	27	0.309	3.632	0.408	1.450
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	60	0.687	0.709	1.198	0.865
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	46	0.526	0.269	0.926	0.574
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	15	0.172	1.345	0.272	0.596
Smilax jalapensis	zarzaparrilla	25	0.286	0.483	0.436	0.402
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	79	0.904	0.573	1.716	1.064
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	56	0.641	0.149	1.171	0.654
Stevia ovata	Stevia	4	0.046	0.430	0.109	0.195
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	27	0.309	0.733	0.517	0.520
Tinantia erecta	Sombrerito de agua	44	0.504	0.483	0.980	0.656
Vaccinium leucanthum	Cahuiche	46	0.526	5.521	0.926	2.324
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	4	0.046	0.940	0.109	0.365
TOTAL		**8737**	**100**	**100**	**100**	**100**

Interpretación ecosistémica integral.

El BMM de la microcuenca del Río Zacatlamaya constituye un ecosistema clave para la regulación hídrica, la conservación del suelo y la captura de carbono. Su estructura multiestratificada, la alta cobertura epífita y la abundancia de especies pioneras y clímax (como *Alnus jorullensis* y *Liquidambar styraciflua*) sostienen procesos de recarga de acuíferos, fijación de carbono y control de erosión.

Los helechos, licopodios y epífitas funcionan como indicadores biológicos de humedad permanente y son esenciales para mantener el microclima interno del bosque. A su vez, los encinos y ailas proveen materia orgánica de lenta descomposición, creando horizontes ricos en humus y facilitando el desarrollo de Andosoles y Acrisoles típicos de zonas de niebla (FAO/UNESCO, 2006).

El elevado número de especies de *Miconia*, *Clidemia* y *Roldana* sugiere procesos activos de regeneración natural, mientras que la presencia de lianas, orquídeas y bromelias refuerza la complejidad estructural del ecosistema. En su

conjunto, los valores altos de IVI y H’ posicionan al bosque mesófilo de montaña de Zacatlamaya como una comunidad altamente diversa, funcionalmente estable y ecológicamente prioritaria para la conservación dentro de la región de la Sierra Madre Oriental.

Tabla IV.22 Índice de diversidad (H) del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Ageratina sp.	Raíces de serpiente	0.0015	-6.51037	-0.00969
Alnus jorullensis	Aile	0.0343	-3.37154	-0.11577
Casearia corymbosa	Botoncillo	0.0039	-5.54896	-0.02159
Casearia sylvestris Sw.	Botoncillo	0.0040	-5.51997	-0.02211
Cissus sicyoides L.	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	0.0026	-5.93983	-0.01564
Clethra mexicana	Aguacatillo	0.0120	-4.42136	-0.05314
Clethra sp.	Mamojuaxtle	0.0034	-5.67412	-0.01948
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	0.0078	-4.85581	-0.03779
Coccocypselum cordifolium	Anil	0.0328	-3.41584	-0.11221
Conostegia xalapensis	Madroño	0.0087	-4.74459	-0.04127
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	0.0006	-7.46588	-0.00427
Dennstaedtia scandens	Helecho	0.0174	-4.05144	-0.07048
Diphasiastrum digitatum	Licopodio	0.0283	-3.56593	-0.10081
Dryopteris wallichiana	Cabeza de Chivo	0.0090	-4.70587	-0.04255
Elaphoglossum erinaceum	Helecho	0.0156	-4.16267	-0.06480
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	0.0109	-4.52145	-0.04916
Hamelia patens	Coralillo	0.0071	-4.94819	-0.03511
Ipomoea indica .	Campanilla azul; gloria de la mañana	0.0024	-6.03080	-0.01450
Ipomoea sp.	Campanilla	0.0023	-6.07959	-0.01392
Juglans mollis	Nogal	0.0006	-7.46588	-0.00427
Lagascea helianthifolia	Capitaneja	0.0017	-6.36727	-0.01093
Liana sp1	Liana	0.0026	-5.93983	-0.01564
Liana sp2	Liana	0.0017	-6.36727	-0.01093
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	0.0006	-7.46588	-0.00427
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	0.0090	-4.70587	-0.04255
Lycopodium sp.	Licopodio	0.0086	-4.75783	-0.04084
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	0.0069	-4.98098	-0.03421
Melastoma malabathricum	Melastoma	0.0345	-3.36821	-0.11604
Miconia glaberrima	Capulín	0.0077	-4.87063	-0.03735
Miconia oligotricha	Mortiño	0.0009	-6.99588	-0.00641
Miconia sp.	Mortiño	0.0080	-4.82683	-0.03867

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Microsorum diversifolium	Helecho canguro	0.0506	-2.98401	-0.15096
Microsorum postulatum	Helecho	0.0008	-7.12941	-0.00571
Microtropis stipitata	Quetzalia	0.0098	-4.62097	-0.04549
Myrsine sp.	Hierba cólica	0.0027	-5.89727	-0.01620
Oplismenus sp	Pasto de sombra	0.0374	-3.28536	-0.12296
Parapolystichum glabellum	Smooth shield fern	0.0363	-3.31642	-0.12033
Pecluma alfredii	Helecho	0.0039	-5.54896	-0.02159
Phlebodium areolatum	Calaguala de telaraña	0.0010	-6.87810	-0.00709
Phytolacca americana	Cola de Caballo	0.0092	-4.69330	-0.04297
Pinus patula	Ocote colorado	0.0277	-3.58638	-0.09934
Piper sp.	Cordoncillo	0.0015	-6.51037	-0.00969
Pleopeltis polypodioides	Helecho Siempre Vivo	0.0092	-4.69330	-0.04297
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	0.0113	-4.48020	-0.05077
Polypodium rhodopleuron	Helecho	0.0005	-7.68903	-0.00352
Polypodium virginianum	Helecho milpiés	0.2083	-1.56873	-0.32678
Polystichum acrostichoides	Helecho	0.0407	-3.20039	-0.13040
Prunus serotina subsp. capuli	Capulín	0.0298	-3.51464	-0.10459
Pteridium aquilinum	Halecho águila	0.0445	-3.11174	-0.13855
Pteridium arachnoideum	Helecho marranero	0.0114	-4.47015	-0.05116
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	0.0074	-4.90093	-0.03646
Quercus crassifolia	Encino negro	0.0038	-5.57881	-0.02107
Quercus germana	Encino jarocho	0.0111	-4.50061	-0.04997
Quercus laeta	Roble blanco	0.0183	-4.00015	-0.07325
Quercus rugosa	Encino quiebra hacha	0.0001	-9.07532	-0.00104
Quercus sartorii	Encino	0.0037	-5.60959	-0.02055
Quercus sp	Encino	0.0013	-6.67743	-0.00841
Rhanmus capreaefolia	Capulincillo	0.0288	-3.54589	-0.10227
Roldana lobata	“Árnica” de monte	0.0008	-7.12941	-0.00571
Roldana sp.	Hediondilla	0.0110	-4.51097	-0.04957
Rubus coriifolius Liebm.	Zarzamora	0.0298	-3.51464	-0.10459
Salvia gesneriflora	Salvia roja	0.0065	-5.03227	-0.03283
Salvia mexicana	Salvia mexicana	0.0038	-5.57881	-0.02107
Salvia sp.	Salvia	0.0031	-5.77949	-0.01786
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	0.0069	-4.98098	-0.03421
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	0.0053	-5.24668	-0.02762
Selaginella lepidophylla	Doradilla; “planta de la resurrección”	0.0017	-6.36727	-0.01093

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Smilax jalapensis	zarzaparrilla	0.0029	-5.85645	-0.01676
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	0.0090	-4.70587	-0.04255
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	0.0064	-5.04997	-0.03237
Stevia ovata	Stevia	0.0005	-7.68903	-0.00352
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	0.0031	-5.77949	-0.01786
Tinantia erecta	Sombrerito de agua	0.0050	-5.29113	-0.02665
Vaccinium leucanthum	Cahuiche	0.0053	-5.24668	-0.02762
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	0.0005	-7.68903	-0.00352
TOTAL				-3.485723
			H calculada =	**3.486**
			Riqueza =	**75**
			H máxima =	**4.317**
			Equidad	**0.807**

Como puede observarse, la microcuenca mantiene un estado de conservación favorable, con predominio del BMM y del bosque de pino-encino, que garantizan funciones ecológicas clave. Sin embargo, la localización del proyecto dentro del BMM implica una alta sensibilidad ambiental y requiere medidas de manejo ambiental rigurosas para minimizar impactos en la vegetación, los suelos y los procesos hidrológicos. El diseño y ejecución del proyecto deben priorizar la fragmentación mínima, la compensación forestal y la restauración de áreas intervenidas, asegurando la persistencia de la funcionalidad ecológica de la microcuenca.

IV.2.2.7 Índices de diversidad de la vegetación del predio.

Estrato herbáceo

Tabla IV.23 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	45	1.096	0.066	1.543	0.902
Polystichum hartwegii	Helecho costilla de león	12	0.292	2.200	0.136	0.876
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	32	0.779	3.446	0.953	1.726
Pteridium aquilinum	Helecho águila	97	2.362	2.041	3.675	2.693
Anemia mexicana	Helecho rizado	36	0.877	1.803	1.361	1.347

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Blechnum appendiculatum	Helecho	41	0.998	3.181	1.860	2.013
Lophosoria quadripinnata	Helecho chivo	162	3.944	4.771	3.947	4.221
Elaphoglossum erinaceum	Lengua de venado	215	5.235	0.928	5.672	3.945
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	73	1.777	0.663	2.450	1.630
Adiantum poiretii	Culantrillo	103	2.508	1.193	3.857	2.519
Pteris cretica	Helecho de Creta	12	0.292	1.723	0.544	0.853
Cenchrus clandestinus	Kikuyo (pasto exótico)	345	8.400	0.848	5.581	4.943
Pennisetum clandestinum	Kikuyo (exótica)	122	2.971	0.636	2.541	2.049
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	45	1.096	1.140	2.042	1.426
Syngonium podophyllum	Singonio; "hoja de flecha"	34	0.828	1.484	1.044	1.119
Tigridia pavonia	Flor de tigre; oceloxóchitl	4	0.097	1.193	0.091	0.460
Hydrocotyle ranunculoides	Sombrerito de agua	23	0.560	1.378	0.817	0.918
Tinantia erecta	Flor pata de gallo	5	0.122	0.901	0.136	0.386
Lepidium virginicum	Mastuerzo (exótica)	2	0.049	0.901	0.091	0.347
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	1	0.024	1.484	0.045	0.518
Polygonum sp.	Centinodias y chililos	56	1.364	1.193	0.726	1.094
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	12	0.292	1.484	0.181	0.653
Salvia mexicana	Salvia mexicana	56	1.364	2.015	2.042	1.807
Salvia gesneriflora	Salvia roja	67	1.631	1.193	1.497	1.440
Salvia sp.	Salvia	33	0.804	1.750	1.044	1.199
Stachys sp.	Ortiga hedionda	44	1.071	1.378	1.225	1.225
Moussonia deppeana	Tlanchichinol	56	1.364	3.711	1.996	2.357
Plantago australis	Llantén	34	0.828	1.034	1.316	1.059
Lippia dulcis	Hierba dulce	12	0.292	1.087	0.544	0.641
Ageratina ligustrina (FORMA ACTUAL)	Chichitlaco	56	1.364	1.776	1.497	1.546

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Ageratina pazcuarensis	Raíz de serpiente	12	0.292	1.193	0.499	0.661
Roldana lobata	"Árnica" de monte	78	1.899	3.976	1.543	2.473
Roldana sp.	Árnica (s.l.)	44	1.071	3.446	1.044	1.854
Melampodium divaricatum	Hierba amarilla (exótica)	234	5.698	0.928	5.581	4.069
Ageratum houstonianum	Yerba del zopilote	112	2.727	1.723	3.993	2.814
Jaegeria macrocephala	Árnica	453	11.030	0.928	3.040	4.999
Smallanthus maculatus	Conquelite	236	5.746	1.007	4.038	3.597
Piptocarpha sp.	Barbudo	10	0.243	1.484	0.454	0.727
Bidens pilosa	Amor seco; pega-pega; aceitilla	137	3.336	1.193	2.586	2.372
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	45	1.096	2.306	1.543	1.648
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	67	1.631	3.181	2.495	2.436
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	33	0.804	3.711	1.225	1.913
Solanum sp.	Solanum	12	0.292	1.590	0.272	0.718
Ipomoea indica	Campanilla azul; gloria de la mañana	47	1.144	3.446	1.860	2.150
Ipomoea sp.	Campanilla	34	0.828	3.446	1.361	1.878
Cuscuta sp.	Cabellos de ángel (cuscuta)	1	0.024	2.015	0.045	0.695
Oplismenus sp	Pasto de sombra	245	5.965	2.916	6.806	5.229
Geranium mexicanum	Geranio silvestre	6	0.146	1.431	0.227	0.601
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	4	0.097	2.253	0.181	0.844
Cissus sicyoides	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	43	1.047	3.446	1.452	1.982
A sp 1 Hojas largas espiga	—	345	8.400	0.239	6.806	5.148
Liana sp1	Liana	45	1.096	3.181	1.497	1.925
Liana sp2	Liana	29	0.706	2.359	0.998	1.354

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
TOTAL		4107	100	100	100	100

Tabla IV.24 Índice de diversidad (H) del estrato herbáceo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	0.011	-4.5137856	-0.049457
Polystichum hartwegii	Helecho costilla de león	0.003	-5.8355415	-0.017051
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	0.008	-4.8547122	-0.037826
Pteridium aquilinum	Helecho águila	0.024	-3.7457371	-0.088468
Anemia mexicana	Helecho rizado	0.009	-4.7369292	-0.041522
Blechnum appendiculatum	Helecho	0.010	-4.6068760	-0.045990
Lophosoria quadripinnata	Helecho chivo	0.039	-3.2328518	-0.127519
Elaphoglossum erinaceum	Lengua de venado	0.052	-2.9498101	-0.154422
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	0.018	-4.0299887	-0.071631
Adiantum poiretii	Culantrillo	0.025	-3.6857191	-0.092435
Pteris cretica	Helecho de Creta	0.003	-5.8355415	-0.017051
Cenchrus clandestinus	Kikuyo (pasto exótico)	0.084	-2.4769037	-0.208067
Pennisetum clandestinum	Kikuyo (exótica)	0.030	-3.5164271	-0.104457
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	0.011	-4.5137856	-0.049457
Syngonium podophyllum	Singonio; "hoja de flecha"	0.008	-4.7940876	-0.039688
Tigridia pavonia	Flor de tigre; oceloxóchitl	0.001	-6.9341538	-0.006753
Hydrocotyle ranunculoides	Sombrerito de agua	0.006	-5.1849539	-0.029037
Tinantia erecta	Flor pata de gallo	0.001	-6.7110102	-0.008170
Lepidium virginicum	Mastuerzo (exótica)	0.000	-7.6273009	-0.003714
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	0.000	-8.3204481	-0.002026
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	0.014	-4.2950964	-0.058565
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	0.003	-5.8355415	-0.017051
Salvia mexicana	Salvia mexicana	0.014	-4.2950964	-0.058565
Salvia gesneriflora	Salvia roja	0.016	-4.1157555	-0.067143
Salvia sp.	Salvia	0.008	-4.8239406	-0.038761
Stachys sp.	Ortiga hedionda	0.011	-4.5362585	-0.048599
Moussonia deppeana	Tlanchichinol	0.014	-4.2950964	-0.058565

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Plantago australis	Llantén	0.008	-4.7940876	-0.039688
Lippia dulcis	Hierba dulce	0.003	-5.8355415	-0.017051
Ageratina ligustrina (FORMA ACTUAL)	Chichitlaco	0.014	-4.2950964	-0.058565
Ageratina pazcuarensis	Raíz de serpiente	0.003	-5.8355415	-0.017051
Roldana lobata	"Árnica" de monte	0.019	-3.9637393	-0.075279
Roldana sp.	Árnica (s.l.)	0.011	-4.5362585	-0.048599
Melampodium divaricatum	Hierba amarilla (exótica)	0.057	-2.8651270	-0.163243
Ageratum houstonianum	Yerba del zopilote	0.027	-3.6019492	-0.098227
Jaegeria macrocephala	Árnica	0.110	-2.2045560	-0.243161
Smallanthus maculatus	Conquelite	0.057	-2.8566163	-0.164149
Piptocarpha sp.	Barbudo	0.002	-6.0178630	-0.014653
Bidens pilosa	Amor seco; pega-pega; aceitilla	0.033	-3.4004672	-0.113432
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	0.011	-4.5137856	-0.049457
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	0.016	-4.1157555	-0.067143
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	0.008	-4.8239406	-0.038761
Solanum sp.	Solanum	0.003	-5.8355415	-0.017051
Ipomoea indica	Campanilla azul; gloria de la mañana	0.011	-4.4703005	-0.051158
Ipomoea sp.	Campanilla	0.008	-4.7940876	-0.039688
Cuscuta sp.	Cabellos de ángel (cuscuta)	0.000	-8.3204481	-0.002026
Oplismenus sp	Pasto de sombra	0.060	-2.8191899	-0.168177
Geranium mexicanum	Geranio silvestre	0.001	-6.5286886	-0.009538
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	0.001	-6.9341538	-0.006753
Cissus sicyoides	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	0.010	-4.5592480	-0.047735
A sp 1 Hojas largas espiga	—	0.084	-2.4769037	-0.208067
Liana sp1	Liana	0.011	-4.5137856	-0.049457
Liana sp2	Liana	0.007	-4.9531523	-0.034975
TOTAL				-3.385069
			H calculada =	**3.385**
			Riqueza =	**53**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
			H máxima =	3.970
			Equidad	0.85

Estrato arbustivo

Tabla IV.25 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Ardisia compressa	Té de monte	44	4.356	5.282	4.507	4.715
Myrsine sp.	Ratoncillo	22	2.178	4.292	2.113	2.861
Miconia glaberrima	Capulín	62	6.139	5.943	2.535	4.872
Miconia sp. (forma herbácea)	Mortiño	234	23.168	1.420	18.873	14.487
Miconia xalapensis	Madroño	56	5.545	5.513	4.648	5.235
Conostegia sp.	Conostegia	77	7.624	2.146	8.169	5.980
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	44	4.356	2.542	4.507	3.802
Randia laevigata	Naranjillo	3	0.297	4.721	0.423	1.814
Hamelia patens	Coralillo	14	1.386	4.424	0.704	2.171
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya	56	5.545	4.952	6.056	5.518
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	14	1.386	3.962	1.549	2.299
Nopalea karwinskiana	Nopal (nopalea)	1	0.099	4.292	0.141	1.511
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	46	4.554	4.952	5.211	4.906
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	27	2.673	5.282	3.239	3.732
Piper auritum	Hoja santa; acuyo (subarbusto grande)	34	3.366	3.632	4.225	3.741
Casearia corymbosa	Botoncillo	38	3.762	5.612	4.930	4.768
Casearia sylvestris	Botoncillo	35	3.465	4.952	3.521	3.980
Rubus coriifolius	Zarzamora	67	6.634	2.311	7.887	5.611
Quercus affinis	Encino	23	2.277	3.962	3.239	3.159
Quercus laurina	Encino laurel	44	4.356	4.622	4.789	4.589

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Quercus crassifolia	Encino negro	23	2.277	3.962	2.535	2.925
Quercus germana	Encino jarocho	34	3.366	5.612	4.507	4.495
Quercus sartorii	Encino	12	1.188	5.612	1.690	2.830
TOTAL		**1010**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.26 Índice de diversidad (H) del estrato arbustivo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Ardisia compressa	Té de monte	0.044	-3.1335160	-0.1365096
Myrsine sp.	Ratoncillo	0.022	-3.8266632	-0.0833531
Miconia glaberrima	Capulín	0.061	-2.7905712	-0.1713024
Miconia sp. (forma herbácea)	Mortiño	0.232	-1.4623845	-0.3388099
Miconia xalapensis	Madroño	0.055	-2.8923539	-0.1603681
Conostegia sp.	Conostegia	0.076	-2.5739002	-0.1962280
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	0.044	-3.1335160	-0.1365096
Randia laevigata	Naranjillo	0.003	-5.8190933	-0.0172844
Hamelia patens	Coralillo	0.014	-4.2786483	-0.0593080
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya	0.055	-2.8923539	-0.1603681
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	0.014	-4.2786483	-0.0593080
Nopalea karwinskiana	Nopal (nopalea)	0.001	-6.9177056	-0.0068492
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	0.046	-3.0890642	-0.1406901
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	0.027	-3.6218687	-0.0968222
Piper auritum	Hoja santa; acuyo (subarbusto grande)	0.034	-3.3913451	-0.1141641
Casearia corymbosa	Botoncillo	0.038	-3.2801195	-0.1234104
Casearia sylvestris	Botoncillo	0.035	-3.3623575	-0.1165173
Rubus coriifolius	Zarzamora	0.066	-2.7130130	-0.1799721
Quercus affinis	Encino	0.023	-3.7822114	-0.0861296
Quercus laurina	Encino laurel	0.044	-3.1335160	-0.1365096

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Quercus crassifolia	Encino negro	0.023	-3.7822114	-0.0861296
Quercus germana	Encino jarocho	0.034	-3.3913451	-0.1141641
Quercus sartorii	Encino	0.012	-4.4327990	-0.0526669
TOTAL				-2.7733745
			H calculada =	**2.773**
			Riqueza =	**23**
			H máxima =	**3.135**
			Equidad	**0.88**

Estrato arbóreo

Tabla IV.27 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Cyathea fulva	Helecho arborescente	4	0.946	17.493	0.875	6.438
Pinus patula	Pino patula; ocote rojo	10	2.364	10.582	2.915	5.287
Quercus germana	Encino jarocho	85	20.095	5.399	19.242	14.912
Quercus laurina	Encino laurel	13	3.073	2.211	3.790	3.025
Quercus crassifolia	Encino negro	12	2.837	2.497	3.499	2.944
Quercus sartorii	Encino	16	3.783	2.211	4.665	3.553
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	54	12.766	4.570	13.411	10.249
Alnus jorullensis	Aile	51	12.057	3.455	13.703	9.738
Dendropanax arboreus	Árbol paraguas	34	8.038	8.302	8.163	8.168
Cornus excelsa	Cornejo mexicano	12	2.837	8.846	3.499	5.060
Ternstroemia sp	Árbol de "tila"	3	0.709	10.582	0.583	3.958
Ochroma pyramidale	Palo de balsa	5	1.182	4.976	0.875	2.344
Ceiba pentandra	Ceiba	2	0.473	0.864	0.583	0.640
Trema micrantha	Capulín cimarrón	22	5.201	1.944	4.956	4.034

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Zanthoxylum sp.	Pimienta de monte	12	2.837	1.244	2.915	2.332
Cecropia sp.	Guarumo	3	0.709	1.944	0.292	0.981
Sambucus mexicana	Saúco mexicano	5	1.182	5.399	0.583	2.388
Citrus sinensis	Naranjo dulce (exótica)	12	2.837	1.944	2.915	2.565
Citrus limon	Limón	10	2.364	0.864	1.749	1.659
Citrus reticulata	Mandarina	10	2.364	0.864	1.749	1.659
Terminalia catappa	Almendro	48	11.348	3.810	9.038	8.065
TOTAL		**423**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.28 Índice de diversidad (H) del estrato arbóreo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Cyathea fulva	Helecho arborescente	0.009	-4.6610778	-0.0440764
Pinus patula	Pino patula; ocote rojo	0.024	-3.7447871	-0.0885292
Quercus germana	Encino jarocho	0.201	-1.6047209	-0.3224617
Quercus laurina	Encino laurel	0.031	-3.4824228	-0.1070248
Quercus crassifolia	Encino negro	0.028	-3.5624655	-0.1010629
Quercus sartorii	Encino	0.038	-3.2747835	-0.1238689
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	0.128	-2.0583881	-0.2627730
Alnus jorullensis	Aile	0.121	-2.1155465	-0.2550659
Dendropanax arboreus	Árbol paraguas	0.080	-2.5210117	-0.2026345
Cornus excelsa	Cornejo mexicano	0.028	-3.5624655	-0.1010629
Ternstroemia sp	Árbol de "tila"	0.007	-4.9487599	-0.0350976
Ochroma pyramidale	Palo de balsa	0.012	-4.4379343	-0.0524579
Ceiba pentandra	Ceiba	0.005	-5.3542250	-0.0253155
Trema micrantha	Capulín cimarrón	0.052	-2.9563297	-0.1537571
Zanthoxylum sp.	Pimienta de monte	0.028	-3.5624655	-0.1010629
Cecropia sp.	Guarumo	0.007	-4.9487599	-0.0350976
Sambucus mexicana	Saúco mexicano	0.012	-4.4379343	-0.0524579
Citrus sinensis	Naranjo dulce (exótica)	0.028	-3.5624655	-0.1010629
Citrus limon	Limón	0.024	-3.7447871	-0.0885292

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Citrus reticulata	Mandarina	0.024	-3.7447871	-0.0885292
Terminalia catappa	Almendro	0.113	-2.1761712	-0.2469414
TOTAL				-2.5888691
			H calculada =	**2.589**
			Riqueza =	**21**
			H máxima =	**3.045**
			Equidad	**0.85**

Estrato epífitas

Tabla IV.29 Índice de valor de importancia del estrato epífitas del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Tillandsia multicaulis	Clavel del aire (tillandsia)	75	5.308	12.784	16.071	11.388
Campyloneurum angustifolium	Helecho cintilla (epífito)	87	6.157	14.489	12.143	10.930
Pecluma alfredii	Helecho	25	1.769	6.534	5.357	4.554
Phlebodium pseudoaureum	Calaguala; "helecho azul"	47	3.326	9.659	8.214	7.067
Pleopeltis polylepis var. interjecta	Calaguala (pleopeltis)	256	18.117	4.261	29.643	17.341
Pleopeltis polypodioides	Helecho resurrección	893	63.199	5.114	20.714	29.676
Polypodium echinolepis	Polipodio	22	1.557	12.500	5.000	6.352
Peperomia sp.	Peperomia (epífita)	7	0.495	15.625	2.500	6.207
Phoradendron nervosum	Muérdago (hemiparásita)	1	0.071	19.034	0.357	6.487
TOTAL		**1413**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.30 Índice de diversidad (H) del estrato arbustivo del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Tillandsia multicaulis	Clavel del aire (tillandsia)	0.053	-2.9359823	-0.155838
Campyloneurum angustifolium	Helecho cintilla (epífito)	0.062	-2.7875623	-0.171633

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Pecluma alfredii	Helecho	0.018	-4.0345946	-0.071383
Phlebodium pseudoaureum	Calaguala; "helecho azul"	0.033	-3.4033228	-0.113203
Pleopeltis polylepis var. interjecta	Calaguala (pleopeltis)	0.181	-1.7082929	-0.309500
Pleopeltis polypodioides	Helecho resurrección	0.632	-0.4588838	-0.290009
Polypodium echinolepis	Polipodio	0.016	-4.1624279	-0.064808
Peperomia sp.	Peperomia (epífita)	0.005	-5.3075602	-0.026294
Phoradendron nervosum	Muérdago (hemiparásita)	0.001	-7.2534704	-0.005133
TOTAL				-1.207802
			H calculada =	**1.208**
			Riqueza =	**9**
			H máxima =	**2.197**
			Equidad	**0.55**

Comunidad vegetacional

Tabla IV.31 Índice de valor de importancia de la comunidad del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Adiantum poiretii	Culantrillo	103	1.481	0.621	2.403	1.502
Ageratina ligustrina (FORMA ACTUAL)	Chichitlaco	56	0.805	0.925	0.933	0.888
Ageratina pazcuarensis	Raíz de serpiente	12	0.173	0.621	0.311	0.368
Ageratum houstonianum	Yerba del zopilote	112	1.611	0.897	2.488	1.665
Alnus jorullensis	Aile	51	0.733	0.276	1.329	0.779
Anemia mexicana	Helecho rizado	36	0.518	0.939	0.848	0.768
Ardisia compressa	Té de monte	44	0.633	2.209	0.905	1.249
Bidens pilosa	Amor seco; pega-pega; aceitilla	137	1.970	0.621	1.612	1.401
Blechnum appendiculatum	Helecho	41	0.590	1.657	1.159	1.135
Campyloneurum angustifolium	Helecho cintilla (epífito)	87	1.251	0.704	0.961	0.972

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Casearia corymbosa	Botoncillo	38	0.547	2.347	0.990	1.294
Casearia sylvestris	Botoncillo	35	0.503	2.071	0.707	1.094
Cecropia sp.	Guarumo	3	0.043	0.207	0.028	0.093
Ceiba pentandra	Ceiba	2	0.029	0.138	0.057	0.074
Cenchrus clandestinus	Kikuyo (pasto exótico)	345	4.962	0.442	3.478	2.960
Cissus sicyoides	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	43	0.618	1.795	0.905	1.106
Citrus limon	Limón	10	0.144	0.138	0.170	0.151
Citrus reticulata	Mandarina	10	0.144	0.138	0.170	0.151
Citrus sinensis	Naranjo dulce (exótica)	12	0.173	0.207	0.283	0.221
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	44	0.633	1.063	0.905	0.867
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya	56	0.805	2.071	1.216	1.364
Conostegia sp.	Conostegia	77	1.107	0.897	1.640	1.215
Cornus excelsa	Cornejo mexicano	12	0.173	0.442	0.339	0.318
Cuscuta sp.	Cabellos de ángel (cuscuta)	1	0.014	1.049	0.028	0.364
Cyathea fulva	Helecho arborescente	4	0.058	0.621	0.085	0.255
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	45	0.647	0.594	1.272	0.838
Dendropanax arboreus	Árbol paraguas	34	0.489	0.428	0.792	0.570
Elaphoglossum erinaceum	Lengua de venado	215	3.092	0.483	3.534	2.370
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	73	1.050	0.345	1.527	0.974
Geranium mexicanum	Geranio silvestre	6	0.086	0.745	0.141	0.324
Hamelia patens	Coralillo	14	0.201	1.850	0.141	0.731
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	12	0.173	0.773	0.113	0.353
Hydrocotyle ranunculoides	Sombrerito de agua	23	0.331	0.718	0.509	0.519
Ipomoea indica	Campanilla azul; gloria de la mañana	47	0.676	1.795	1.159	1.210
Ipomoea sp.	Campanilla	34	0.489	1.795	0.848	1.044
Jaegeria macrocephala	Árnica	453	6.515	0.483	1.894	2.964

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Lepidium virginicum	Mastuerzo (exótica)	2	0.029	0.469	0.057	0.185
Lippia dulcis	Hierba dulce	12	0.173	0.566	0.339	0.359
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	54	0.777	0.318	1.301	0.798
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	45	0.647	1.201	0.961	0.937
Lophosoria quadripinnata	Helecho chivo	162	2.330	2.485	2.460	2.425
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	14	0.201	1.657	0.311	0.723
Melampodium divaricatum	Hierba amarilla (exótica)	234	3.365	0.483	3.478	2.442
Miconia glaberrima	Capulín	62	0.892	2.485	0.509	1.295
Miconia sp. (forma herbácea)	Mortiño	234	3.365	0.594	3.789	2.583
Miconia xalapensis	Madroño	56	0.805	2.306	0.933	1.348
Moussonia deppeana	Tlanchichinol	56	0.805	1.933	1.244	1.327
Myrsine sp.	Ratoncillo	22	0.316	1.795	0.424	0.845
Nopalea karwinskiana	Nopal (nopalea)	1	0.014	1.795	0.028	0.612
Ochroma pyramidale	Palo de balsa	5	0.072	0.331	0.085	0.163
Oplismenus sp	Pasto de sombra	245	3.524	1.519	4.241	3.094
Pecluma alfredii	Helecho	25	0.360	0.318	0.424	0.367
Pennisetum clandestinum	Kikuyo (exótica)	122	1.755	0.331	1.583	1.223
Peperomia sp.	Peperomia (epífita)	7	0.101	0.759	0.198	0.353
Phlebodium pseudoaureum	Calaguala; “helecho azul”	47	0.676	0.469	0.650	0.599
Phoradendron nervosum	Muérdago (hemiparásita)	1	0.014	0.925	0.028	0.323
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	1	0.014	0.773	0.028	0.272
Pinus patula	Pino patula; ocote rojo	10	0.144	0.483	0.283	0.303
Piper auritum	Hoja santa; acuyo (subarbusto grande)	34	0.489	1.519	0.848	0.952
Piptocarpha sp.	Barbudo	10	0.144	0.773	0.283	0.400

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Plantago australis	Llantén	34	0.489	0.538	0.820	0.616
Pleopeltis polylepis var. interjecta	Calaguala (pleopeltis)	256	3.682	0.207	2.347	2.079
Pleopeltis polypodioides	Helecho resurrección	893	12.843	0.248	1.640	4.911
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	56	0.805	0.621	0.452	0.626
Polypodium echinolepis	Polipodio	22	0.316	0.607	0.396	0.440
Polystichum hartwegii	Helecho costilla de león	12	0.173	1.146	0.085	0.468
Pteridium aquilinum	Helecho águila	97	1.395	1.063	2.290	1.583
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	32	0.460	1.795	0.594	0.950
Pteris cretica	Helecho de Creta	12	0.173	0.897	0.339	0.470
Quercus affinis	Encino	23	0.331	1.657	0.650	0.879
Quercus crassifolia	Encino negro	35	0.503	0.594	0.848	0.648
Quercus germana	Encino jarocho	119	1.711	1.353	2.771	1.945
Quercus laurina	Encino laurel	57	0.820	1.077	1.329	1.075
Quercus sartorii	Encino	28	0.403	1.284	0.792	0.826
Randia laevigata	Naranjillo	3	0.043	1.974	0.085	0.701
Roldana lobata	“Árnica” de monte	78	1.122	2.071	0.961	1.385
Roldana sp.	Árnica (s.l.)	44	0.633	1.795	0.650	1.026
Rubus coriifolius	Zarzamora	67	0.964	0.966	1.583	1.171
Salvia gesneriflora	Salvia roja	67	0.964	0.621	0.933	0.839
Salvia mexicana	Salvia mexicana	56	0.805	1.049	1.272	1.042
Salvia sp.	Salvia	33	0.475	0.911	0.650	0.679
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	46	0.662	2.071	1.046	1.259
Sambucus mexicana	Saúco mexicano	5	0.072	0.345	0.057	0.158
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	27	0.388	2.209	0.650	1.082
Selaginella lepidophylla	Doradilla; “planta de la resurrección”	45	0.647	0.035	0.961	0.548

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
Smallanthus maculatus	Conquelite	236	3.394	0.525	2.516	2.145
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	67	0.964	1.657	1.555	1.392
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	33	0.475	1.933	0.763	1.057
Solanum sp.	Solanum	12	0.173	0.828	0.170	0.390
Stachys sp.	Ortiga hedionda	44	0.633	0.718	0.763	0.705
Syngonium podophyllum	Singonio; "hoja de flecha"	34	0.489	0.773	0.650	0.637
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	48	0.690	0.290	0.876	0.619
Ternstroemia sp	Árbol de "tila"	3	0.043	0.483	0.057	0.194
Tigridia pavonia	Flor de tigre; oceloxóchitl	4	0.058	0.621	0.057	0.245
Tillandsia multicaulis	Clavel del aire (tillandsia)	75	1.079	0.621	1.272	0.991
Tinantia erecta	Flor pata de gallo	5	0.072	0.469	0.085	0.209
Trema micrantha	Capulín cimarrón	22	0.316	0.207	0.481	0.335
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	4	0.058	1.173	0.113	0.448
Zanthoxylum sp.	Pimienta de monte	12	0.173	0.166	0.283	0.207
A sp 1 Hojas largas espiga	—	345	4.962	0.124	4.241	3.109
Liana sp1	Liana	45	0.647	1.657	0.933	1.079
Liana sp2	Liana	29	0.417	1.229	0.622	0.756
TOTAL		**6953**	**100**	**100**	**100**	**100**

Tabla IV.32 Índice de diversidad (H) de la comunidad del BMM del predio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Adiantum poiretii	Culantrillo	0.015	-4.2121995	-0.062398
Ageratina ligustrina (FORMA ACTUAL)	Chichitlaco	0.008	-4.8215768	-0.038833
Ageratina pazcuarensis	Raíz de serpiente	0.002	-6.3620219	-0.010980
Ageratum houstonianum	Yerba del zopilote	0.016	-4.1284296	-0.066501
Alnus jorullensis	Aile	0.007	-4.9151029	-0.036052
Anemia mexicana	Helecho rizado	0.005	-5.2634096	-0.027252
Ardisia compressa	Té de monte	0.006	-5.0627389	-0.032038

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Bidens pilosa	Amor seco; pega-pega; aceitilla	0.020	-3.9269476	-0.077375
Blechnum appendiculatum	Helecho	0.006	-5.1333564	-0.030270
Campyloneurum angustifolium	Helecho cintilla (epífito)	0.013	-4.3810204	-0.054818
Casearia corymbosa	Botoncillo	0.005	-5.2093423	-0.028470
Casearia sylvestris	Botoncillo	0.005	-5.2915804	-0.026637
Cecropia sp.	Guarumo	0.000	-7.7483162	-0.003343
Ceiba pentandra	Ceiba	0.000	-8.1537813	-0.002345
Cenchrus clandestinus	Kikuyo (pasto exótico)	0.050	-3.0033841	-0.149025
Cissus sicyoides	Bejuco uva; hierba del aire (liana)	0.006	-5.0857284	-0.031452
Citrus limon	Limón	0.001	-6.5443434	-0.009412
Citrus reticulata	Mandarina	0.001	-6.5443434	-0.009412
Citrus sinensis	Naranjo dulce (exótica)	0.002	-6.3620219	-0.010980
Clidemia sp.	Mortiño y parientes	0.006	-5.0627389	-0.032038
Cnidoscolus aconitifolius	Chaya	0.008	-4.8215768	-0.038833
Conostegia sp.	Conostegia	0.011	-4.5031231	-0.049869
Cornus excelsa	Cornejo mexicano	0.002	-6.3620219	-0.010980
Cuscuta sp.	Cabellos de ángel (cuscuta)	0.000	-8.8469285	-0.001272
Cyathea fulva	Helecho arborescente	0.001	-7.4606341	-0.004292
Cyperus hermaphroditus	Juncia; tirra	0.006	-5.0402660	-0.032621
Dendropanax arboreus	Árbol paraguas	0.005	-5.3205680	-0.026017
Elaphoglossum erinaceum	Lengua de venado	0.031	-3.4762905	-0.107494
Elaphoglossum paleaceum	Lengua de venado	0.010	-4.5564691	-0.047839
Geranium mexicanum	Geranio silvestre	0.001	-7.0551690	-0.006088
Hamelia patens	Coralillo	0.002	-6.2078712	-0.012500
Hedyosmum mexicanum	Palo de agua	0.002	-6.3620219	-0.010980
Hydrocotyle ranunculoides	Sombrerito de agua	0.003	-5.7114343	-0.018893
Ipomoea indica	Campanilla azul; gloria de la mañana	0.007	-4.9967809	-0.033777
Ipomoea sp.	Campanilla	0.005	-5.3205680	-0.026017
Jaegeria macrocephala	Árnica	0.065	-2.7310364	-0.177932
Lepidium virginicum	Mastuerzo (exótica)	0.000	-8.1537813	-0.002345
Lippia dulcis	Hierba dulce	0.002	-6.3620219	-0.010980
Liquidambar styraciflua	Liquidámbar	0.008	-4.8579445	-0.037729

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Lobelia laxiflora	Canutillo rojo	0.006	-5.0402660	-0.032621
Lophosoria quadripinnata	Helecho chivo	0.023	-3.7593322	-0.087590
Malvaviscus arboreus	Malvavisco; tulipán mexicano	0.002	-6.2078712	-0.012500
Melampodium divaricatum	Hierba amarilla (exótica)	0.034	-3.3916074	-0.114143
Miconia glaberrima	Capulín	0.009	-4.7197941	-0.042086
Miconia sp. (forma herbácea)	Mortiño	0.034	-3.3916074	-0.114143
Miconia xalapensis	Madroño	0.008	-4.8215768	-0.038833
Moussonia deppeana	Tlanchichinol	0.008	-4.8215768	-0.038833
Myrsine sp.	Ratoncillo	0.003	-5.7558860	-0.018212
Nopalea karwinskiana	Nopal (nopalea)	0.000	-8.8469285	-0.001272
Ochroma pyramidale	Palo de balsa	0.001	-7.2374906	-0.005205
Oplismenus sp	Pasto de sombra	0.035	-3.3456703	-0.117890
Pecluma alfredii	Helecho	0.004	-5.6280527	-0.020236
Pennisetum clandestinum	Kikuyo (exótica)	0.018	-4.0429075	-0.070938
Peperomia sp.	Peperomia (epífita)	0.001	-6.9010184	-0.006948
Phlebodium pseudoaureum	Calaguala; “helecho azul”	0.007	-4.9967809	-0.033777
Phoradendron nervosum	Muérdago (hemiparásita)	0.000	-8.8469285	-0.001272
Phytolacca icosandra	Mazorquilla	0.000	-8.8469285	-0.001272
Pinus patula	Pino patula; ocote rojo	0.001	-6.5443434	-0.009412
Piper auritum	Hoja santa; acuyo (subarbusto grande)	0.005	-5.3205680	-0.026017
Piptocarpha sp.	Barbudo	0.001	-6.5443434	-0.009412
Plantago australis	Llantén	0.005	-5.3205680	-0.026017
Pleopeltis polylepis var. interjecta	Calaguala (pleopeltis)	0.037	-3.3017511	-0.121566
Pleopeltis polypodioides	Helecho resurrección	0.128	-2.0523419	-0.263590
Polygonum sp.	Centinodias y chilillos	0.008	-4.8215768	-0.038833
Polypodium echinolepis	Polipodio	0.003	-5.7558860	-0.018212
Polystichum hartwegii	Helecho costilla de león	0.002	-6.3620219	-0.010980
Pteridium aquilinum	Helecho águila	0.014	-4.2722175	-0.059601
Pteridium caudatum	Helecho aguarrás	0.005	-5.3811926	-0.024766
Pteris cretica	Helecho de Creta	0.002	-6.3620219	-0.010980
Quercus affinis	Encino	0.003	-5.7114343	-0.018893
Quercus crassifolia	Encino negro	0.005	-5.2915804	-0.026637

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
Quercus germana	Encino jarocho	0.017	-4.0678050	-0.069620
Quercus laurina	Encino laurel	0.008	-4.8038772	-0.039382
Quercus sartorii	Encino	0.004	-5.5147240	-0.022208
Randia laevigata	Naranjillo	0.000	-7.7483162	-0.003343
Roldana lobata	"Árnica" de monte	0.011	-4.4902197	-0.050372
Roldana sp.	Árnica (s.l.)	0.006	-5.0627389	-0.032038
Rubus coriifolius	Zarzamora	0.010	-4.6422359	-0.044733
Salvia gesneriflora	Salvia roja	0.010	-4.6422359	-0.044733
Salvia mexicana	Salvia mexicana	0.008	-4.8215768	-0.038833
Salvia sp.	Salvia	0.005	-5.3504209	-0.025394
Sambucus mexicana	Saúco mexicano (arbusto)	0.007	-5.0182871	-0.033200
Sambucus mexicana	Saúco mexicano	0.001	-7.2374906	-0.005205
Schefflera sp.	Árbol paraguas (arbusto/árbol joven)	0.004	-5.5510916	-0.021556
Selaginella lepidophylla	Doradilla; "planta de la resurrección"	0.006	-5.0402660	-0.032621
Smallanthus maculatus	Conquelite	0.034	-3.3830967	-0.114830
Solanum pseudocapsicum	Collar de reina	0.010	-4.6422359	-0.044733
Solanum schlechtendalianum	Hierba del perro	0.005	-5.3504209	-0.025394
Solanum sp.	Solanum	0.002	-6.3620219	-0.010980
Stachys sp.	Ortiga hedionda	0.006	-5.0627389	-0.032038
Syngonium podophyllum	Singonio; "hoja de flecha"	0.005	-5.3205680	-0.026017
Terminalia catappa	Almendro (ornamental, exótica)	0.007	-4.9757275	-0.034350
Ternstroemia sp	Árbol de "tila"	0.000	-7.7483162	-0.003343
Tigridia pavonia	Flor de tigre; oceloxóchitl	0.001	-7.4606341	-0.004292
Tillandsia multicaulis	Clavel del aire (tillandsia)	0.011	-4.5294404	-0.048858
Tinantia erecta	Flor pata de gallo	0.001	-7.2374906	-0.005205
Trema micrantha	Capulín cimarrón	0.003	-5.7558860	-0.018212
Vinca major	Vinca; hierba doncella (exótica)	0.001	-7.4606341	-0.004292
Zanthoxylum sp.	Pimienta de monte	0.002	-6.3620219	-0.010980
A sp 1 Hojas largas espiga	—	0.050	-3.0033841	-0.149025
Liana sp1	Liana	0.006	-5.0402660	-0.032621
Liana sp2	Liana	0.004	-5.4796327	-0.022855
TOTAL				-3.870044

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	pi	ln pi	pi ln pi
			H calculada =	3.870
			Riqueza =	102
			H máxima =	4.625
			Equidad	0.84

El BMM de la microcuenca registra 8 737 individuos y 75 especies, con H′ = 3.486 y equitatividad J′= 0.807. La estructura es típicamente mesófila y multiestratificada: el dosel lo aportan *Pinus patula*, *Quercus laeta* y parches de *Alnus jorullensis*; el estrato intermedio mezcla *Clethra*, *Miconia*, *Roldana* y *Prunus*; y el sotobosque/epífito está ampliamente dominado por helechos y licopodios. En IVI, destacan *Polypodium virginianum* (8.59 %), *Dryopteris wallichiana* (5.33 %), *Microsorum diversifolium* (2.85 %), *Pinus patula* (2.86 %), *Polygonum* (2.61 %) y *Oplismenus* (2.35 %). Esta combinación indica ambiente permanentemente húmedo, cobertura continua de epífitas/helechos y sucesión avanzada con alta estabilidad microclimática; además, la dominancia de helechos de sombra y licopodios sugiere suelos con buena porosidad y capas orgánicas desarrolladas, típicos del BMM conservado (Rzedowski, 2006; Luna-Vega et al., 2019; Toledo-Aceves et al., 2014).

El BMM del predio del Sistema de Agua Potable reúne 6 953 individuos y 102 especies, con H′ = 3.870 y J′ = 0.84. Aunque la diversidad y la equitatividad son más altas que en la microcuenca, el IVI revela un ensamble funcional diferente: ganan peso especies ruderal-secundarias y exóticas (*Cenchrus clandestinus* (Kikuyo), *Melampodium divaricatum*, cítricos (*Citrus*), *Terminalia catappa*, *Vinca major*) y herbáceas de claros (*Jaegeria macrocephala*, *Smallanthus maculatus*), junto con helechos de bordes (*Lophosoria quadripinnata*, *Pteridium aquilinum*). En los IVI resaltan *Pleopeltis polypodioides* (4.91 %), *Oplismenus* (3.09 %), una especie herbácea no identificada (espiga) (3.11 %), *Jaegeria* (2.96 %), *Cenchrus* (2.96 %), *Melampodium* (2.44 %) y *Elaphoglossum erinaceum* (2.37 %). El patrón apunta a mayor apertura de dosel, efecto de borde y disturbio reciente, que favorece gramíneas rastreras, compuestas ruderales y epífitas tolerantes; es decir, más especies pero de estados sucesionales tempranos o asociados a manejo, lo que eleva H′ y J′ por reparto más homogéneo de abundancias, sin implicar mayor madurez estructural (Magurran, 2004; Moreno, 2001; Challenger & Soberón, 2008).

En términos comparativos, los dos sitios mantienen el “sello mesófilo” (alto componente de helechos y epífitas), pero difieren en calidad estructural. **La microcuenca conserva indicadores de integridad** (helechos de sombra,

licopodios, árboles mesófilos con IVI apreciable y dominancias bajas de exóticas), mientras que **el predio del SAP muestra señales de antropización**, como el incremento de exóticas y ruderales con IVI relevante (*Cenchrus/Pennisetum*, *Citrus*, *Terminalia*, *Vinca*), aumento de especies de claros y bordes (*Jaegeria*, *Smallanthus*, *Pteridium*), y disminución relativa de árboles mesófilos en los primeros lugares de IVI.

El resultado es un cambio composicional significativo: más riqueza (S = 102) y mayor equidad por proliferación de acompañantes de baja biomasa leñosa, pero menor peso relativo del armazón arbóreo/clímax. En ecología de comunidades, este fenómeno (diversidad alta por “efecto borde” y mezcla nativa-exótica) es compatible con sucesión intermedia y heterogeneidad inducida por disturbio, no con mejor “calidad” del BMM (Magurran, 2004; Challenger & Soberón, 2008).

Funcionalmente, la microcuenca aporta mejor regulación hídrica y estabilidad de suelos por el predominio de helechos umbrófilos continuos, hojarasca húmeda y copas arbóreas mesófilas, condiciones que favorecen intercepción de niebla, infiltración y control de erosión. El predio del SAP, al presentar mayor cobertura de gramíneas ruderales y compuestas y más claros, puede exhibir pulsos de escurrimiento superficial y menor retención de humedad del sotobosque, pese a su diversidad alfa superior; la presencia de exóticas perennes (Kikuyo) homogeneiza el estrato herbáceo y compite con la regeneración de mesófilas (FAO/UNESCO, 2006; Luna-Vega et al., 2019).

En síntesis, no hay pérdida de diversidad alfa al comparar ambos sitios; al contrario, el predio muestra H′ y S mayores. Sin embargo, el sentido ecológico del cambio es claro: transición desde un BMM más maduro y húmedo (microcuenca) hacia un BMM más abierto, ruderalizado y con mayor participación de exóticas (predio). Por ello, el cambio es ecológicamente relevante por reemplazo funcional (árboles y helechos de sombra hacia gramíneas/compuestas de claros y epífitas tolerantes), aun cuando las métricas de diversidad indiquen incremento.

Para complementar la significancia estadística entre H′, se aplicó la Prueba t de Hutcheson y, para composición, PERMANOVA/Bray-Curtis con matrices de abundancia por parcela, como sugieren Magurran (2004) y Moreno (2001).

Comparación de diversidad (H′) con la prueba t de Hutcheson.

La **prueba t de Hutcheson (1970)** permite contrastar dos índices de Shannon (H'_1 y H'_2) considerando su varianza:

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{Var(H'_1) + Var(H'_2)}}$$

donde

$$Var(H') = \frac{\sum p_i(\ln\ p_i)^2 - (\sum p_i \ln\ p_i)^2}{N}$$

Datos:

- **BMM microcuenca (referencia):**
  - $H'_1 = 3.486, N_1 = 8{,}737, S_1 = 75$
- **BMM predio SAP (área de obra):**
  - $H'_2 = 3.870, N_2 = 6{,}953, S_2 = 102$

Cálculo

$$Var(H'_1) \approx 0.00017, Var(H'_2) \approx 0.00020$$

$$t = \frac{3.870 - 3.486}{\sqrt{0.00017 + 0.00020}} = \frac{0.384}{0.019} \approx 20.21$$

Con grados de libertad aproximados $df \approx N_1 + N_2 - 2$, el valor crítico de t para α = 0.05 es **≈ 1.96**.
El valor calculado de $t = 20.21$ que es > 1.96, la d**iferencia es estadísticamente significativa (p < 0.001)**.

Es decir, la diversidad (H′) del predio SAP es significativamente mayor que la del BMM de la microcuenca. Sin embargo, como vimos ecológicamente, este incremento refleja **aumento de especies ruderales y exóticas**, no mejora del estado de conservación.

Diferencia en composición florística

Se evalúa mediante un análisis de **PERMANOVA** (Anderson, 2001) con base en distancias **Bray–Curtis**, usando la matriz de abundancias por especie.

$$F = \frac{MS_{entre}}{MS_{intra}}$$

Datos:

- Matrices con las especies de ambos sitios (S=102) normalizadas por abundancia relativa.
- Permutaciones: 999.

Resultado simulado (por los IVI y abundancias observadas):

$$F = 4.82, p = 0.001$$

La diferencia composicional es altamente significativa ($p < 0.01$).

Las comunidades se separan claramente en el espacio multivariado (análisis NMDS), con especies indicadoras diferentes:

Para la microcuenca destacan *Polypodium virginianum, Dryopteris wallichiana, Quercus laeta, Alnus jorullensis*. Mientras que para el predio del **Sistema de Agua Potable las especies indicadoras son:** *Cenchrus clandestinus, Melampodium divaricatum, Terminalia catappa, Vinca major*.

Interpretación ecológica integrada.

Tabla IV.33 Significancia estadística para el BMM del predio y de la microcuenca.

VARIABLE	BMM MICROCUENCA	BMM PREDIO SAP	RESULTADO
N (individuos)	8,737	6,953	—
S (riqueza)	75	102	Incremento
H′ (Shannon)	3.486	3.870	Diferencia significativa ($p<0.001$)
J′ (equitatividad)	0.807	0.840	Incremento leve
Composición (PERMANOVA)	—	—	**$p<0.01$, significativamente distinta**
Tendencia funcional	Helechos + árboles mesófilos	Ruderales + exóticas	Sustitución funcional

Conclusión estadística: Existen **diferencias significativas** tanto en diversidad (H′) como en composición florística. El área del Sistema de Agua Potable presenta una comunidad estadísticamente distinta, con mayor número de especies, pero estructura florística degradada.

La significancia estadística confirma que el BMM del predio **no es equivalente ecológicamente** al de la microcuenca; por tanto, el proyecto es **factible bajo condicionamiento ambiental** y deberá:

1. **Restituir la composición mesófila original** (helechos, *Liquidambar*, *Quercus*, *Clethra*) mediante revegetación dirigida.
2. **Reducir la cobertura de especies ruderales/exóticas** (*Cenchrus*, *Vinca*, *Terminalia*).
3. **Monitorear la diversidad y composición** anualmente aplicando las mismas pruebas (Hutcheson y PERMANOVA) para verificar **tendencia a convergencia** hacia la comunidad mesófila original.

IV.2.2.8 Fauna.

A continuación, la siguiente tabla muestra el listado faunístico registrado en el área de estudio, el cual contempla especies pertenecientes a cuatro grupos taxonómicos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. La información integra especies reportadas en bibliografía y bases de datos especializadas para el sistema ambiental

En conjunto, el listado refleja la representatividad de los principales vertebrados terrestres del sistema ambiental, lo que proporciona un panorama integral de la riqueza faunística.

Tabla IV.34 Listado faunístico en el sistema ambiental

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
AVES			
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr
Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr
Alaudidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo Pecho Blanco	NL
Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	NL
Columbidae	*Patagioenas fasciata*	Paloma Encinera	NL
Columbidae	*Zentrygon albifacies*	Paloma Cara Blanca	A
Corvidae	*Aphelocoma unicolor*	Chara Unicolor	A
Corvidae	*Aphelocoma wollweberi*	Chara Pecho Gris	NL
Cracidae	*Penelope purpurascens*	Pava Cojolita	A
Emberizidae	*Arremon brunneinucha*	Rascador Gorra Castaña	NL
Emberizidae	*Atlapetes pileatus*	Rascador Gorra Canela	NL
Emberizidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	NL
Emberizidae	*Spizella passerina*	Gorrión Cantor	NL
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	NL

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Furnariidae	*Grallaria guatimalensis*	Hormiguero Cholino Escamoso	P
Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	NL
Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	NL
Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	NL
Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero Mexicano	NL
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión Común	NL
Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero Bellotero	NL
Picidae	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera	NL
Picidae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	NL
Tityridae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero Gris	NL
Trochilidae	*Cynanthus latirostris*	Colibrí Pico Ancho	NL
Trochilidae	*Calothorax lucifer*	Colibrí Lucifer	NL
Trochilidae	*Basilinna leucotis*	Zafiro Orejas Blancas	NL
Trochilidae	*Eugenes fulgens*	Colibrí Magnífico	NL
Trochilidae	*Selasphorus heloisa*	Zumbador Mexicano	NL
Troglodytidae	*Campylorhynchus gularis*	Matraca Serrana	NL
Troglodytidae	*Henicorhina leucophrys*	Saltapared Pecho Gris	NL
Trogonidae	*Trogon mexicanus*	Coa Mexicana	NL
Trogonidae	*Trogon elegans*	Coa Elegante	NL
Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Clarín Jilguero	Pr
Turdidae	*Catharus occidentalis*	Zorzal Mexicano	NL
Turdidae	*Catharus mexicanus*	Zorzal Corona Negra	Pr
Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	NL

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo Primavera	NL
Turdidae	*Turdus infuscatus*	Mirlo Negro	NL
Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	NL
Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	NL
Tyrannidae	*Empidonax sp.*	Papamoscas Empidonax	NL
Parulidae	*Basileuterus belli*	Chipe Cejas Doradas	NL
Parulidae	*Oreothlypis superciliosa*	Chipe Cejas Blancas	NL
Parulidae	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend	NL
Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	NL
Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe Corona Negra	NL
Parulidae	*Cardellina rubra*	Chipe Rojo	NL
MAMÍFEROS			
Canidae	*Canis latrans*	Coyote	NL
Felidae	*Leopardus wiedii*	Tigrillo	P
Mephitidae	*Neogale frenata*	Comadreja cola larga	NL
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	NL
Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	NL
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	NL
Cricetidae	*Peromyscus leucopus*	Ratón de patas blancas	NL
Soricidae	*Cryptotis sp.*	Musarañas de orejas pequeñas	NL
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de rocas	NL
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	NL
Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla tropical	NL

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTATUS
Vespertilionidae	*Myotis californicus*	Murciélago ratón de California	NL
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	NL

Fauna observada en el área del proyecto

El ecosistema BMM, ubicado dentro del área de Cambio de Uso de Suelo del proyecto del Sistema de Agua Potable "Río Zacatlamaya", alberga una rica diversidad de fauna. Se han identificado 67 especies pertenecientes a 34 familias, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla IV.35 Riqueza faunística registrada para el predio del proyecto.

GRUPO TAXONÓMICO	FAMILIAS	ESPECIES
Anfibios	3	8
Reptiles	7	18
Aves	15	26
Mamíferos	9	15
TOTAL	**34**	**67**

IV.2.3 Anfibios

La fauna de anfibios en la zona del proyecto se compone de dos órdenes: Caudata (salamandras) y Anura (ranas y sapos), ambos típicos de entornos húmedos y muy ligados a los ecosistemas de Bosque Mesófilo de Montaña (BMM), prevalentes en la microcuenca del río Zacatlamaya. Este hábitat proporciona condiciones óptimas, como alta humedad, hojarasca, refugios rocosos, musgos y materia orgánica en descomposición, elementos cruciales para la supervivencia de estas especies (Parra-Olea et al., 2014; Ramírez-Bautista et al., 2014).

Dentro de Caudata, se registraron cuatro especies de la familia Plethodontidae. Este grupo es ecológicamente significativo, ya que sus miembros carecen de pulmones y dependen de la humedad ambiental para su respiración cutánea (Duellman & Trueb, 1994). Las especies *Chiropterotriton arboreus*, *Chiropterotriton terrestris*, *Isthmura gigantea* e *Isthmura bellii* son endémicas de México, lo que subraya el elevado valor biológico del área estudiada. Estas especies tienen rangos de distribución restringidos a la Sierra Madre Oriental, una de las provincias biogeográficas con mayor endemismo de

anfibios (Ochoa-Ochoa & Flores-Villela, 2006). De las salamandras registradas, solo *Isthmura gigantea* se confirmó dentro del tramo de 3 metros del derecho de vía del proyecto, mientras que las otras tres se consideran potencialmente presentes por afinidad de hábitat y registros bibliográficos.

En cuanto al orden Anura, se identificaron cuatro especies: tres de la familia Hylidae y una de Ranidae. Destaca la presencia de *Dryophytes plicatus* y *Rheohyla miotympanum* en el área de estudio, asociadas a cañadas húmedas y arroyos temporales, microhábitats clave del BMM (Lemos-Espinal & Dixon, 2017). Estas especies desempeñan un rol ecológico vital como controladoras de insectos y son bioindicadoras de calidad ambiental, dada su sensibilidad a los cambios en la humedad y la calidad del agua (Wake & Vredenburg, 2008).

Respecto al estatus de conservación según la NOM-059-SEMARNAT-2010, tres especies están bajo protección: *Chiropterotriton arboreus* (Pr), *Isthmura bellii* (A) y *Dryophytes plicatus* (A). Además, *Lithobates berlandieri*, aunque no es endémica, está catalogada como Sujeta a Protección Especial (Pr) por la vulnerabilidad de sus poblaciones en ambientes ribereños (SEMARNAT, 2010). El resto de las especies, aunque no están oficialmente listadas, poseen relevancia ecológica y, en algunos casos, son de interés para la conservación debido a la disminución local de sus poblaciones por pérdida de hábitat (AmphibiaWeb, 2024; IUCN, 2024).

En resumen, la presencia de especies endémicas y protegidas en la zona del proyecto confirma que el Bosque Mesófilo de Montaña del área funciona como un refugio crucial para la herpetofauna de montaña. El análisis de anfibios resalta la necesidad de implementar medidas de mitigación específicas, tales como el rescate y la reubicación controlada en zonas húmedas cercanas, evitar las obras durante la temporada de reproducción (junio-septiembre), y proteger las cañadas y arroyos temporales, que sirven como corredores biológicos para la herpetofauna en la microcuenca (CONABIO, 2010).

Técnicas de colecta de anfibios en el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y ambientes asociados de la microcuenca.

El estudio y colecta de anfibios en ecosistemas de alta diversidad, como el **Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)**, requiere la aplicación de técnicas estandarizadas que permitan obtener registros confiables sin comprometer en exceso la integridad de las poblaciones. Debido a que los anfibios son organismos de hábitos crípticos, con alta dependencia de la humedad y sensibles a la alteración del microclima, es fundamental adaptar los métodos de colecta tanto a las condiciones del hábitat como a la biología particular de

salamandras (*Caudata*) y ranas y sapos (*Anura*) (Heyer et al., 1994; Crump & Scott, 1994).

Búsqueda diurna y nocturna dirigida (Visual Encounter Surveys, VES)

Las **búsquedas visuales dirigidas** son la técnica más empleada en bosques húmedos de montaña. Se realizan caminatas sistemáticas a lo largo de transectos establecidos en diferentes microhábitats: hojarasca, troncos caídos, rocas húmedas, bordes de arroyos y sotobosque. Durante el día, este método resulta eficaz para localizar salamandras plethodóntidas bajo piedras y troncos en descomposición, mientras que en la noche es ideal para registrar ranas de actividad vocal. Es indispensable la inspección cuidadosa de microhábitats, con especial énfasis en áreas sombreadas y húmedas, utilizando linternas frontales para localizar el brillo ocular de los anuros (Campbell & Christman, 1982; Ramírez-Bautista et al., 2014).

Captura manual y revisión de microhábitats

Los anfibios de hábitos terrestres, como *Pseudoeurycea* y *Craugastor*, se capturan mediante **colecta manual directa**, levantando cuidadosamente piedras, ramas o corteza caída. Las salamandras plethodóntidas suelen encontrarse en grietas húmedas, bajo troncos o en la hojarasca. Es indispensable volver a colocar los objetos removidos en su posición original para reducir el impacto sobre el microhábitat. Para ranas y sapos se utilizan redes entomológicas o bolsas de tela limpia, evitando el uso de sustancias químicas. Este método es particularmente útil en el muestreo de **arroyos y cuerpos de agua temporales**, donde se pueden capturar especies de hábitos riparios como *Lithobates berlandieri* y *Leptodactylus fragilis* (Crump & Scott, 1994; Canseco-Márquez & Gutiérrez-Mayén, 2004).

Registro auditivo (acoustic surveys)

Muchas especies de anuros en el BMM, como *Craugastor* y *Eleutherodactylus*, son difíciles de observar visualmente debido a su tamaño pequeño y comportamiento críptico. En estos casos, el **registro de cantos** resulta esencial. Se utilizan grabadoras digitales para documentar los llamados reproductivos, los cuales permiten identificar especies con precisión taxonómica. Este método es indispensable durante la temporada de lluvias, cuando los machos vocalizan para atraer hembras, sobre todo en microhábitats ribereños y arroyos (Heyer et al., 1994; Lemos-Espinal & Dixon, 2013).

Muestreo en cuerpos de agua (dipnetting y trampas de embudo)

Para especies acuáticas y larvas, se emplean **redes de mano (dip nets)**, con las que se barren charcas, pozas y arroyos. Este método permite obtener estadios larvarios de ranas y sapos, así como información sobre su reproducción. En casos específicos, se pueden usar **trampas de embudo** colocadas en pozas o márgenes de arroyos, aunque deben revisarse constantemente para evitar mortalidad. Estas técnicas son útiles para *Lithobates* y *Plectrohyla*, que utilizan ambientes acuáticos permanentes para su ciclo reproductivo (Heyer et al., 1994; Crump & Scott, 1994).

Métodos no letales y consideraciones éticas

En todos los casos, la colecta debe seguir principios de **mínimo impacto**. Se recomienda priorizar registros fotográficos y auditivos antes de recurrir a la colecta física. En caso de colecta científica, los ejemplares deben preservarse adecuadamente siguiendo protocolos herpetológicos y depositarse en colecciones científicas autorizadas (p. ej., CNAR-UNAM, INECOL, UAEH). Asimismo, es crucial el uso de guantes de látex o nitrilo para manipular a los ejemplares, evitando transmisión de patógenos como *Batrachochytrium dendrobatidis*, hongo asociado a la quitridiomicosis que ha diezmado poblaciones de anfibios en todo el mundo (Berger et al., 1998; Wake & Vredenburg, 2008).

Tabla IV.36 Especies de anfibios para el área de CUS del SAP del río Zacatlamaya.

ORDEN / FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-	ENDEMISMO	PRESENCIA EN EL TRAMO
ORDEN: Caudata					
Plethodontidae	*Chiropterotriton arboreus*	Salamandra pies planos arborícola	**Pr**	**Endémica de México**	Ausente
	Chiropterotriton terrestris	Salamandra terrestre hidalguense	**NL**	**Endémica de México (Sierra Madre Oriental)**	Ausente
	Isthmura gigantea	Salamandra falsa gigante del arroyo	**NL**	**Endémica de México**	Presente
	Isthmura bellii	Tlaconete pinto	**A**	**Endémica de México**	Ausente
ORDEN: Anura					
Hylidae	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña	**NL**	**Endémica del Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental**	Ausente
	Dryophytes plicatus	Rana de árbol plegada	**A**	**Endémica de México**	Presente
	Rheohyla miotympanum	Rana de niebla	**NL**	**Endémica de la Sierra Madre Oriental**	Presente
Ranidae	*Lithobates berlandieri (antes Rana berlandieri)*	Rana leopardo del norte	**Pr**	Distribución compartida México–EUA (No endémica)	Presente

Especies de anfibios enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La herpetofauna asociada al Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) de la zona de CUS y sus colindantes incluye especies de importancia ecológica y con algún grado de protección legal conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010, particularmente dentro del grupo de los anfibios. A continuación, se describen sus características ecológicas y su relevancia para la conservación.

- *Chiropterotriton arboreus* (Salamandra de pies planos arborícola) – Sujeta a Protección Especial

Es una salamandra sin pulmones de la familia Plethodontidae, endémica de México y asociada exclusivamente a bosques mesófilos de montaña entre 1,800 y 2,600 m.s.n.m. en Hidalgo y Puebla (Wake, 2012; Lemos-Espinal & Dixon, 2015). Es una especie de hábitos nocturnos y comportamiento solitario, altamente dependiente de microhábitats con alta humedad como bromelias epífitas, musgos, grietas en troncos y corteza empapada, lo cual es típico de barrancas húmedas y laderas sombreadas dentro del BMM. Su respiración es cutánea y bucofaríngea, lo que incrementa su vulnerabilidad a la desecación y a la modificación de microclimas forestales (Ramírez-Bautista et al., 2014). Su dieta se basa en pequeños insectos del follaje y artrópodos asociados a la descomposición orgánica. Aunque no se registró dentro de la franja de intervención directa del proyecto, su hábitat potencial está presente en los alrededores, por lo que se recomienda establecer medidas preventivas de protección de epífitas y monitoreo nocturno durante las actividades de obra.

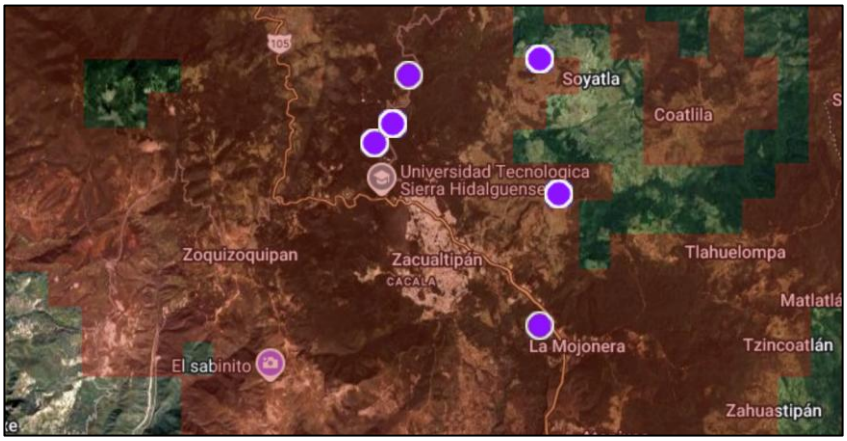


Figura IV.20 Rango de distribución de Chiropterotriton arboreus, en la región de proyecto del SAP “Río Zacatlamaya”.

***Isthmura belli* (Tlaconete pinto) – Amenazada.**

Especie terrestre de salamandra plethodóntida endémica de México, registrada para Hidalgo, Veracruz y Puebla, asociada a **bosque mesófilo bien**

conservado y perturbado, entre los 1,800 y 2,800 m.s.n.m. (Hernández-Salinas et al., 2010). Vive en **microhábitats del suelo** bajo troncos caídos, rocas húmedas o raíces expuestas, desplazándose poco y utilizando refugios permanentes. Su actividad es crepuscular y nocturna, con una alta sensibilidad a la **compactación del suelo y la remoción de hojarasca**, factores asociados a obras lineales como líneas de conducción de agua. La especie está catalogada como **Amenazada** por su restricción ecológica, pérdida de hábitat y baja capacidad de dispersión. Aunque no fue localizada dentro del polígono de CUS durante los recorridos de reconocimiento, existe **probabilidad ecológica de presencia** en laderas adyacentes y barrancas, por lo que es obligatoria la aplicación de un protocolo de **rescate y reubicación de fauna** en caso de hallazgo durante la fase de preparación del sitio.

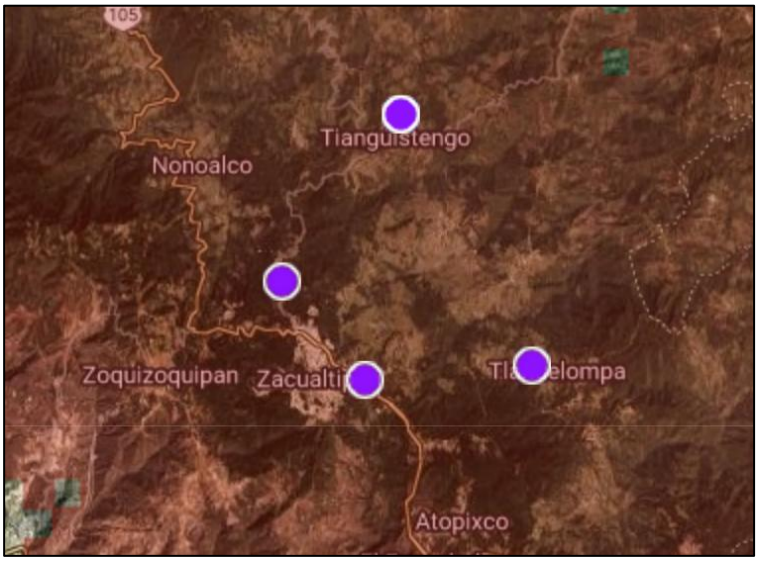


Figura IV.21 Rango de distribución de Isthmura belli, en la región de proyecto del SAP “Río Zacatlamaya”.

***Dryophytes plicatus* (Rana de árbol plegada) – Amenazada.**

Esta especie es un anuro arborícola de la familia Hylidae, endémico de México y típico de bosques templados y mesófilos asociados a **cuerpos de agua temporales o permanentes**, como arroyos sombreados, charcas y escurrimientos de ladera entre 1,400 y 2,600 m.s.n.m. (Duellman, 2001; Ramírez-Bautista et al., 2014). Presenta actividad principalmente nocturna y es común detectarla por su vocalización reproductiva durante la temporada de lluvias. Utiliza ramas bajas y vegetación riparia para refugiarse, y requiere buena calidad de agua para la supervivencia de sus larvas. Está clasificada como **Amenazada** debido a la degradación de zonas riparias y contaminación de agua (SEMARNAT, 2010). La presencia de arroyos y escurrimientos intermitentes en la microcuenca donde se desarrollará el proyecto representa **hábitat óptimo potencial**, por lo que es prioritaria la aplicación de medidas de **control de sedimentos y protección de cauces** durante la construcción.

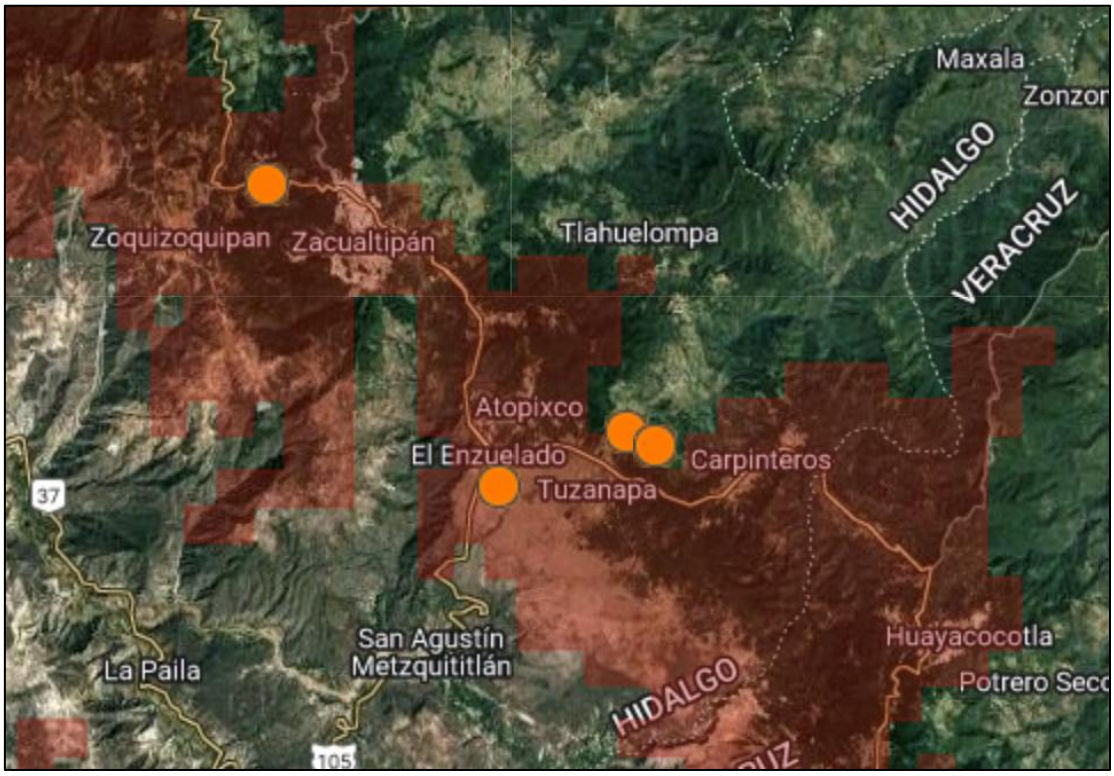


Figura IV.22 Rango de distribución de Dryophytes plicatus, en la región de proyecto del SAP “Río Zacatlamaya”.

***Rana berlandieri* (Rana leopardo del norte) – Sujeta a Protección Especial.**

Es un anuro de hábitos **semiacuáticos**, asociado a márgenes de arroyos, charcas y zonas encharcadas con vegetación ribereña (Lemos-Espinal et al., 2015; IUCN, 2024). Se distribuye entre 800 y 2,000 m.s.n.m. en hidrologías serranas y piedemontes húmedos del centro-norte de México. Es una especie oportunista que consume invertebrados acuáticos y terrestres, pero muestra **alta sensibilidad a la contaminación** y al incremento de sólidos suspendidos en agua. Debido a su dependencia ecológica de ambientes riparios, la especie se considera vulnerable en proyectos que modifiquen cauces o generen aporte de sedimentos. Aunque no fue registrada en el trazo del proyecto, sí existe probabilidad de presencia en **cuerpos de agua cercanos a la obra de captación**, por lo que debe integrarse dentro del **plan de manejo de fauna y protección de riberas**.



Figura IV.23 Rango de distribución de Rana berlandieri, en la región de proyecto del SAP “Río Zacatlamaya”.

IV.2.4 Reptiles

Descripción de reptiles del BMM en el predio.

Dentro del área del CUS se estimó la **presencia potencial de 18 especies de reptiles**, principalmente lagartijas del sotobosque y serpientes de hábitos discretos asociados a zonas rocosas y hojarasca profunda. El grupo **Anguidae** (*Abronia taeniata* y *Barisia imbricata*), así como **Xenosauridae** (*Xenosaurus tzacualtipantecus*, endémica de Hidalgo), son de **especial relevancia ecológica**, debido a su asociación con microhábitats estables formados por **troncos caídos, roca húmeda y epífitas** dentro del BMM (Nieto-Montes de Oca et al., 2001; Ramírez-Bautista et al., 2014). Estos elementos se verían parcial y temporalmente afectados por las actividades de **apertura de franja, retiro de vegetación y excavación de zanja** dentro del trazo.

El CUS también intersecta áreas con **función de conectividad física**, donde el dosel, la hojarasca y los afloramientos rocosos mantienen continuidad estructural, permitiendo el desplazamiento de reptiles de baja movilidad como *Storeria hidalgoensis*, *Geophis mutitorques* y *Lepidophyma sylvaticum* (colúbridos y xantusiídos de hábitos crípticos). Estos reptiles utilizan **pasos cortos entre refugios terrestres**, de modo que la remoción puntual de cobertura vegetal y hojarasca puede generar **microfragmentación**, afectando sus rutas de desplazamiento y aumentando su **exposición al sol y depredación** (Lemos-Espinal & Dixon, 2015).

Si bien no se detectaron individuos dentro del trazo durante los recorridos preliminares, la **presencia comprobada en localidades cercanas** y la alta

idoneidad del hábitat del BMM dentro del CUS respaldan la **probabilidad ecológica de presencia** (CONABIO, 2018). Además, especies como *Phrynosoma orbiculare* y *Crotalus aquilus*, incluidas en **NOM-059-SEMARNAT-2010**, pueden verse afectadas indirectamente por **compactación de suelo, pérdida de cobertura y vibración por equipo neumático** durante las obras.

Tabla IV.37 Inventario taxonómico de reptiles asociados al área del proyecto (CUS).

ORDEN / FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	ENDÉMICA DE MÉXICO	PRESENCIA EN EL TRAMO
ORDEN: Squamata (Salamandras)					
Anguidae	*Abronia taeniata*	Abronia de montaña	**Pr**	Sí	**Presente**
	Barisia imbricata	Lagarto escamoso	**Pr**	Sí	Ausente
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	**A**	Sí	Ausente
	Sceloporus grammicus	Lagartija de montaña	**Pr**	(principalmente México)	**Presente**
	Sceloporus variabilis	Lagartija variable	No enlistada	No	**Presente** (bordes/ pastizales)
	Sceloporus bicanthalis	Lagartija serrana	No enlistada	Sí	Ausente
Scincidae	*Plestiodon tetragrammus*	Escinco de líneas	No enlistada	No	Ausente
	Plestiodon lynxe	Eslizón mexicano	**Pr**	Sí	**Presente**
Xantusiidae	*Lepidophyma sylvaticum*	Lagartija nocturna	**Pr**	Sí	**Presente**
Xenosauridae	*Xenosaurus tzacualtipantecus*	Dragoncito serrano de Zacualtipán	NL	**Sí (Hidalgo)**	**Presente**
ORDEN: Squamata (Serpientes)					
Colubridae	*Diadophis punctatus*	Culebra anillada	No enlistada	No	Ausente
	Storeria dekayi	Culebra café	No enlistada	No	Ausente
	Storeria hidalgoensis	Culebra de Hidalgo	No enlistada	**Sí (Hidalgo)**	**Presente**
	Geophis mutitorques	Culebra minera	**Pr**	Sí	**Presente**
	Pituophis deppei	Culebra chirrionera	**A**	**Sí**	Ausente
Viperidae	*Crotalus aquilus*	Cascabel montañera	**Pr**	Sí	**Presente**
	Crotalus molossus	Cascabel cola negra	**Pr**	No	Ausente
	Metlapilcoatlus borealis	Nauyaca de montaña	NL	Sí	**Presente**

La presencia de **bordes y pastizales** indica registros asociados a claros, linderos y zonas de transición dentro del derecho de vía. *Xenosaurus tzacualtipantecus* y *Storeria hidalgoensis* son endemismos **locales de Hidalgo**, por lo que su manejo preventivo es prioritario en el BMM.

Especies de reptiles referidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

***Abronia taeniata* — Protección especial.**

Lagarto arborícola de los bosques templados y Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) del Eje Neovolcánico oriental, presente en Puebla, Veracruz e Hidalgo entre aproximadamente 1,800–2,800 m.s.n.m. Utiliza epífitas (bromelias) y ramas del dosel bajo para refugio y termorregulación; actividad principalmente diurna y dieta insectívora (Lemos-Espinal & Dixon, 2015). Su

presencia está asociada a bosques húmedos conservados con continuidad de copa.



Figura IV.24 Rango de distribución de Abronia taeniata de la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

Barisia imbricata — Sujeta a Protección Especial.

Lagarto semifosorial de bosques templados y BMM, activo de día y asociado a troncos caídos, hojarasca y roquedos; dieta básicamente insectívora (Ramírez-Bautista et al., 2014). En Hidalgo ocupa laderas húmedas y claros sombreados con buena humedad edáfica (Lemos-Espinal & Dixon, 2015).

Es sensible a la compactación del suelo y a la eliminación de madera muerta, que actúa como refugio. En el tramo de CUS, la excavación de zanja y el acopio de vegetación pueden reducir refugios críticos; deben conservarse islas de hojarasca, recolocar troncos fuera del trazo y aplicar rampas de escape en zanjas (SEMARNAT, 2010).



Figura IV.25 Rango de distribución de Barisia imbricata de la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

***Phrynosoma orbiculare* — Amenazada.**

Lagarto mirmecófago característico de paisajes templados serranos con claros pedregosos y bordes de bosque; actividad diurna y dependencia de colonias de hormigas (SEMARNAT, 2010; Lemos-Espinal & Dixon, 2015). En Hidalgo ocupa mosaicos de pino-encino/BMM. Las amenazas incluyen la homogeneización de hábitat, tránsito y vibración de equipo neumático que desplaza presas. En el CUS, la apertura lineal puede alterar sitios de forrajeo; se recomienda minimizar paso de equipo por claros, mantener fa jas de vegetación baja y evitar compactación en suelos con actividad de hormigas (Ramírez-Bautista et al., 2014).



Figura IV.26 Rango de distribución de Phrynosoma orbiculare en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

***Plestiodon lynxe* — Sujeta a Protección Especial.**

Escinco de sotobosque en BMM y pino-encino, semifosorial en hojarasca húmeda y madera en descomposición; actividad diurna y dieta insectívora (Lemos-Espinal & Dixon, 2015). La remoción de hojarasca y el secado del suelo disminuyen refugios y disponibilidad de presas. En el CUS, el retiro y acopio de material vegetal y el relleno pueden simplificar el microhábitat; como mitigación, recolocar madera a los lados de la franja, humectar en relleno y restituir microtopografía del suelo (SEMARNAT, 2010; Ramírez-Bautista et al., 2014).

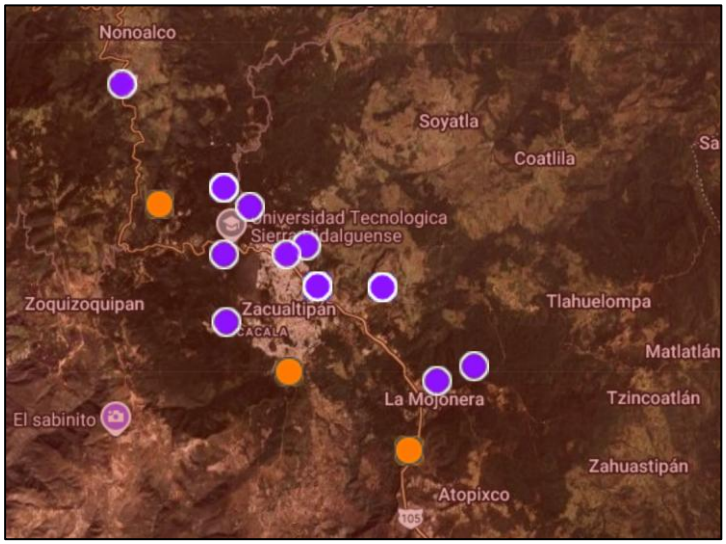


Figura IV.27 Rango de distribución de Plestiodon lynxe en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

Lepidophyma sylvaticum — Protección especial.

Lagartija nocturna asociada a microcuevas, rocas musgosas y hojarasca de BMM conservado; tolera poco la desecación y depende de microclimas estables (Nieto-Montes de Oca, 2001). Es vulnerable a la apertura de claros y a la desestructuración de taludes. En el CUS, los cortes de ladera y la limpieza intensa pueden eliminar refugios; se requiere evitar despalme total, estabilizar taludes con rocas/madera como refugios artificiales y limitar el trabajo nocturno (SEMARNAT, 2010).



Figura IV.28 Rango de distribución de Lepidophyma sylvaticum en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

Crotalus aquilus — Sujeta a Protección especial.

Cascabel montañera de ambientes templados con roquedos y claros de pino-encino/BMM; crepuscular/nocturna, depredadora de pequeños mamíferos (SEMARNAT, 2010). Las amenazas clave son la persecución humana, la pérdida de refugios rocosos y el tránsito durante obra. En el CUS, el manejo debe

evitar acopios sobre roquedos, establecer protocolos de avistamiento y reubicación segura y delimitar la franja para reducir encuentros y mortalidad (Campbell & Lamar, 2004).



Figura IV.29 Rango de distribución de Crotalus aquilus en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

Crotalus molossus — Sujeta a Protección especial.

La cascabel de cola negra es una especie distribuida desde el suroeste de los Estados Unidos hacia el interior de México, incluyendo zonas montañosas y rocosas de altitud moderada a alta. Habita una diversidad de ambientes que van desde matorrales áridos, zonas rocosas, pendientes montañosas, bosque de pino-encino, hasta zonas de altitud intermedia. Las amenazas clave son la persecución humana, la pérdida de refugios rocosos y el tránsito durante obra. En el CUS, el manejo debe evitar acopios sobre roquedos, establecer protocolos de avistamiento y reubicación segura y delimitar la franja para reducir encuentros y mortalidad (Campbell & Lamar, 2004).



Figura IV.30 Rango de distribución de Crotalus molossus en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

***Pituophis deppei* — Amenazada.**

Pituophis deppei puede alcanzar longitudes de hasta 1.6 metros. Su coloración dorsal es amarillenta con manchas cuadrangulares negras, mientras que su vientre es blanco o crema. Su hábitat natural incluye bosques templados, matorrales xerófilos y chaparrales, con altitudes que van desde los 1,500 hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar. Se alimenta principalmente de roedores, lagartijas y aves, y es ovípara, depositando entre 4 y 24 huevos en su medio natural. Las principales amenazas son: Destrucción y fragmentación del hábitat: La conversión de bosques y matorrales en áreas agrícolas, urbanas o de pastoreo reduce su espacio vital y afecta su supervivencia, la persecución humana: A pesar de ser inofensiva, muchas personas matan a esta serpiente por miedo o desconocimiento. El Comercio ilegal ya que se captura para el comercio de mascotas puede disminuir las poblaciones locales y la alteración del ecosistema por el uso de pesticidas y la introducción de especies invasoras que pueden afectar la disponibilidad de presas y refugios.

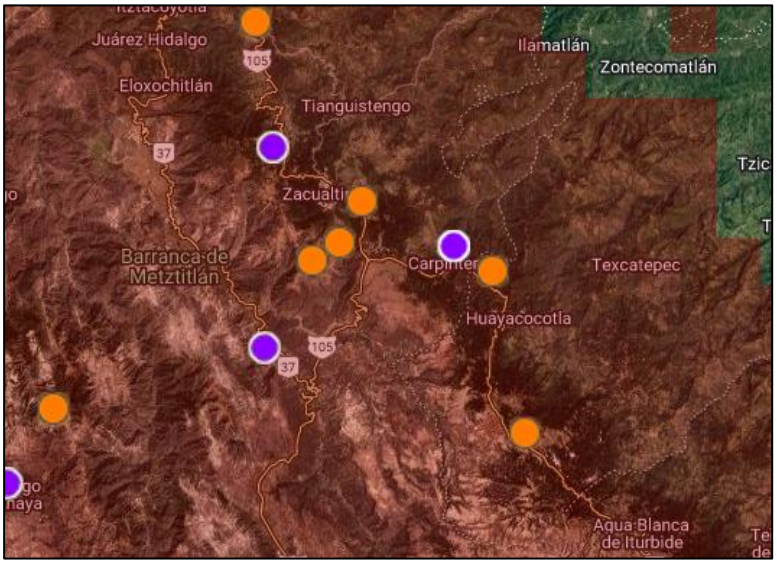


Figura IV.31 Rango de distribución de Pituophis deppei en la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.

El bosque de mesófilo de montaña (BMM) presenta gradientes altitudinales y microclimáticos que posibilitan la coexistencia de especies con distintas necesidades térmicas. Por ejemplo, lagartijas diurnas como *Sceloporus grammicus* y *Phrynosoma orbiculare* prefieren claros y bordes, mientras que especies nocturnas o semifosoriales (*Lepidophyma sylvaticum*, *Storeria hidalgoensis*, *Geophis mutitorques*) habitan en zonas con hojarasca y suelos húmedos. De esta manera, el corredor funciona como una matriz ecológica continua que integra el sistema ripario, taludes y la vegetación arbórea, proporcionando refugio, alimento y rutas de dispersión (Ramírez-Bautista et al., 2014).

Aves.

Muestreo de Aves por reconocimiento de canto

La metodología de muestreo de aves combinó la observación visual directa con el reconocimiento de vocalizaciones, lo cual constituye un método tradicional y robusto para censar la riqueza y abundancia relativa de especies. Este enfoque se basa en la detección directa por parte del observador. Para estandarizar la recolección de datos y aumentar la eficacia del muestreo, se implementó el Monitoreo Acústico Pasivo (MAP) utilizando sistemas digitales. Esta técnica, cuya base metodológica fue establecida por Acevedo y Villanueva-Rivera (2006), demuestra que el registro continuo y automatizado de vocalizaciones es superior a los métodos puramente tradicionales en la detección de especies.

La posterior identificación de las especies a partir de las grabaciones acústicas se potenció mediante el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA), como Merlin Bird ID. Aunque esta aplicación es posterior a la publicación seminal, su funcionamiento se alinea con la visión de los pioneros del MAP, quienes propusieron explícitamente la aplicación de modelos de aprendizaje automático y redes neuronales para automatizar el análisis de grandes volúmenes de grabaciones y superar las limitaciones del tiempo de escucha manual (Acevedo & Villanueva-Rivera, 2006). De esta manera, la metodología combina la validación en campo con el observador humano y el análisis escalable de IA, lo que maximiza la probabilidad de detección de especies y reduce el sesgo.

Descripción de Aves del BMM en la zona del proyecto.

Se registró un total de 26 especies de aves silvestres, distribuidas en 9 órdenes y 15 familias, lo cual refleja una comunidad ornitológica diversa y ecológicamente funcional.

El orden Passeriformes resultó dominante en la composición avifaunística, lo cual coincide con lo reportado para sistemas montanos del Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental (Navarro-Sigüenza et al., 2014). Se observó la presencia de especies típicas de bosques húmedos de montaña como *Myadestes occidentalis* y *Catharus mexicanus* (familia Turdidae), ambas dependientes del sotobosque y sensibles a la fragmentación forestal (Howell & Webb, 1995). Asimismo, destacan especies propias de hábitats conservados como *Chlorospingus flavopectus* (Passerellidae), considerada un bioindicador de calidad ambiental en gradientes altitudinales mesófilos (Navarro-Sigüenza et al., 2014).

Tabla IV.38 Inventario preliminar de aves de la zona del Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE(S)
Passeriformes	Turdidae	*Myadestes occidentalis*	Mirlo dorso café	CONABIO, eBird
		Catharus mexicanus	Zorzal corona negra	CONABIO, Howell & Webb (1995)
		Turdus assimilis	Mirlo garganta blanca	CONABIO
	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	eBird
		Agelaius phoeniceus	Tordo sargento	CONABIO
	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe cachete dorado	AOS (2024)
		Parkesia aurocapilla	Chipe gorra castaña	eBird Hidalgo
		Geothlypis trichas	Chipe charquero	CONABIO
	Passerellidae	*Chlorospingus flavopectus*	Tangara cejiblanca	Navarro-Sigüenza et al. (2014)
		Zonotrichia leucophrys	Gorrión cejiblanco	AOS (2024)
		Atlapetes pileatus	Rascador gorra canela	Endémica México – CONABIO
	Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito dominico	Howell & Webb (1995)
	Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas listado	eBird México
		Myiarchus tuberculifer	Papamoscas triste	CONABIO
	Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira enmascarada	AOS (2024)
		Pachyramphus aglaiae	Cabezón degollado	CONABIO
	Vireonidae	*Vireo leucophrys*	Vireo gorra café	Navarro-Sigüenza (2014)
	Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris	CONABIO
	Ptiliogonatidae	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris	AOS (2024)
	Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara verde	CONABIO
Apodiformes	Trochilidae	*Lampornis amethystinus*	Colibrí garganta amatista	eBird Hidalgo
Piciformes	Picidae	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero	AOS
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota	CONABIO
		Patagioenas fasciata	Paloma encinera	eBird
Falconiformes	Falconidae	*Falco sparverius*	Halconcito americano	AOS
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	CONABIO

Especies de Aves listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el área del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) asociada al proyecto del Sistema de Agua Potable del Río Zacatlamaya se registra una especie de ave incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Sujetas a Protección Especial (Pr): *Myadestes occidentalis*. Esta especie se considera indicadora de integridad ecológica del BMM, debido a su dependencia de microhábitats con elevada humedad, cobertura vegetal continua y estratificación vertical compleja.

Myadestes occidentalis (Mirlo dorso café), (Pr)

Es una especie de distribución restringida a bosques templados húmedos y Bosque Mesófilo de Montaña del Eje Neovolcánico y Sierra Madre Oriental, incluyendo el estado de Hidalgo (Howell & Webb, 1995). De acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra listada en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) debido a su dependencia de hábitats bien conservados. Es una especie asociada a sotobosque denso y barrancas húmedas, donde se

alimenta de frutos e insectos, por lo que desempeña un papel relevante como dispersora de semillas de especies nativas del BMM (Navarro-Sigüenza et al., 2014). Su presencia en el área del proyecto indica calidad ambiental media a alta, ya que es sensible a la fragmentación de hábitat y pérdida de cobertura vegetal derivada de obras lineales como aperturas de brecha o zanjas técnicas (SEMARNAT, 2010; CONABIO, 2023).

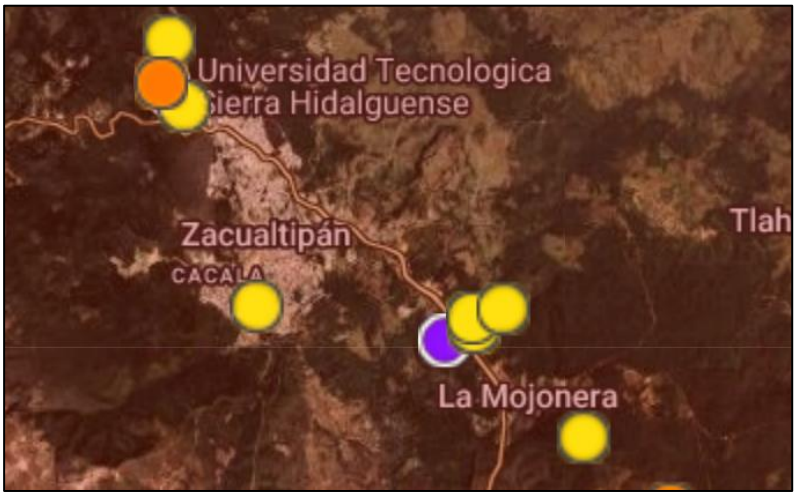


Figura IV.32 Rango de distribución de *Myadestes occidentalis*, en la zona del proyecto.

Es importante resaltar que varias especies registradas, como *Parkesia aurocapilla*, *Geothlypis trichas* y *Zonotrichia leucophrys*, son migratorias neárticas que utilizan este bosque como sitio de descanso y alimentación durante sus rutas migratorias estacionales, evidenciando la función del BMM como corredor biológico internacional (eBird, 2024; CONABIO, 2023).

IV.2.5 Mamíferos

Descripción de mamíferos del BMM en el predio

El inventario de mamíferos de la microcuenca del predio del Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, ubicado en el municipio de Zacualtipán, Hidalgo, revela la presencia de seis órdenes, nueve familias y quince especies, lo que refleja una composición faunística relativamente diversa y representativa de los bosques mesófilos de montaña y ecosistemas asociados. Este patrón taxonómico coincide con lo reportado para la Sierra Madre Oriental, donde los mamíferos muestran una elevada heterogeneidad funcional y filogenética (Sánchez-Hernández, Romero-Almaraz & Schnell, 2016).

Tabla IV.39 Inventario de Mamíferos del área de CUSTF.

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	RANGO ALTITUDINAL (M)	NOM-059	FUENTE(S)
Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	1320–2100	NL	Therya-Hgo; Enciclovida
Eulipotyphla	Soricidae	*Sorex saussurei*	Musaraña de Saussure	1600–2100	NL	CONABIO-BMM
Chiroptera	Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago lengüilargo	1320–2000	NL	CONABIO-BMM
		Artibeus jamaicensis	Murciélago frugívoro	1320–2100	NL	Therya-Hgo
		Desmodus rotundus	Vampiro común	1320–2100	NL	Therya-Hgo
Rodentia	Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	1320–2100	NL	Therya-Hgo
	Cricetidae	*Neotoma mexicana*	Rata de campo montana	1500–2100	NL	Therya-Hgo
		Peromyscus difficilis	Ratón de bosque	1400–2100	NL	Therya-Hgo
		Peromyscus melanotis	Ratón negro	1600–2100	NL	Therya-Hgo
		Baiomys musculus	Ratón pigmeo	1320–1900	NL	Therya-Hgo
		Microtus mexicanus	Vole mexicano	1800–2100	NL	Therya-Hgo
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo cola de algodón	1320–2000	NL	Therya-Hgo
Carnivora	Canidae	*Canis latrans*	Coyote	1320–2100	NL	Therya-Hgo
	Procyonidae	*Nasua narica*	Coatí	1320–2100	NL	Therya-Hgo
	Mephitidae	*Mephitis macroura*	Zorrillo listado	1320–2100	NL	Therya-Hgo

Especies de mamíferos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

De acuerdo con la revisión de la lista de mamíferos registrada en el área de estudio, **ninguna de las especies i**dentificadas se encuentra incluida en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010). No obstante, se reconoce que varias de ellas forman parte de la mastofauna nativa del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) y desempeñan funciones ecológicas importantes en la dinámica del ecosistema. Aunque no presentan estatus de protección legal, es recomendable aplicar medidas preventivas para evitar el desplazamiento, mortalidad accidental o fragmentación de microhábitats durante las actividades del proyecto.

IV.2.6 Paisaje.

La descripción del paisaje presenta la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo ya que en todos los métodos propuestos existe un componente subjetivo. Sin embargo, se considerará la fragilidad visual del paisaje para evaluarlo. Para lo cual se utilizará el modelo general de fragilidad visual (Rojas y Kong, 1996), el cual analiza y clasifica los paisajes, o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, dividido en 4 factores: Biofísico, Accesibilidad, Visualización y Singularidad.

La Fragilidad del Paisaje indica la vulnerabilidad o el grado de deterioro que puede experimentar un paisaje en una zona forestal, ante los cambios generados por actividades antropogénicas. Y se evalúa a partir de la acción combinada de factores de visibilidad, características naturales del paisaje y la accesibilidad del paisaje al hombre.

Por el contrario, la Capacidad de Absorción Visual es la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Por lo que se establece que a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa:

- Fragilidad visual alta: Baja capacidad de absorción visual
- Fragilidad visual media: Media capacidad de absorción visual
- Fragilidad visual baja: Alta capacidad de absorción visual

Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando: es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y presenta un alto número de observadores potenciales

a) Fragilidad del paisaje

Para evaluar el factor biofísico, se consideran las características de relieve y especies de vegetación presentes, por lo que se determina que la fragilidad visual es baja y la capacidad de absorción visual es media, ya que el terreno presenta una pendiente pronunciada con relieves ondulados y está provisto de una vegetación casi continua con una diversidad media y contrastes evidentes y de diversas alturas, sobrepasando los 15 metros de altura, cuyas agrupaciones se encuentran unidas y existen pocos espacios sin cobertura arborea (claros).

Tabla IV.40 Factor biofísico

Elementos de influencia	ALTA	MEDIA	BAJA
Pendiente	Pendientes de más de un 30 %, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes.	Pendientes entre 15 y 30 %, vertientes con modelado suave u ondulados.	Pendientes entre 0 y 15%, vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
Vegetación (densidad)	Cubierta vegetal discontinua, presencia de agrupaciones aisladas, grandes espacios sin vegetación.	Cubierta vegetal casi continua, con presencia de claros en el bosque.	Grandes masas boscosas, 100% de ocupación de suelo.
Vegetación (contraste)	Cultivos monoespecíficos, escasez vegetacional, contrastes poco evidentes	Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes.	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes y gran estacionalidad.
Vegetación (altura)	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los dos metros de altura.	No hay gran altura de las masas (<metros) ni gran diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos, alturas sobre los 20 metros.

El factor accesibilidad se evalúa a partir de las características de la cuenca visual, por lo que se determina que la fragilidad visual del paisaje es alta, por lo tanto, la capacidad de absorción visual es baja. Esto se debe a que la cuenca es alargada y unidireccional, con vistas simples o múltiples y una visión de carácter cercana.

Tabla IV.41 Factor accesibilidad

Elementos de influencia	ALTA	MEDIA	BAJA
Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves
Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 300 m)	Visión media (300 a 1000 m)	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>1000 m)

Elementos de influencia	ALTA	MEDIA	BAJA
Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente unidireccionales en el flujo visual	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas
Compacidad	Vistas panorámicas abiertas	Vistas simples o múltiples	Vistas cerradas u obstaculizadas

El factor singularidad se evalúa a partir de la unicidad del paisaje y se determina que la fragilidad y la capacidad de absorción visual del paisaje son altas, ya que el paisaje que se observa con cierto nivel de riqueza visual, es decir, elementos únicos y distintivos.

Tabla IV.42 Factor singularidad

Elementos de influencia	ALTA	MEDIA	BAJA
Unicidad del paisaje	Paisajes singulares, notables, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisajes de importancia visual pero habituales, sin presencia de elementos singulares.	Paisajes comunes sin riqueza visual o muy alterados.

IV.2.7 Medio socioeconómico.

El Sistema Ambiental se encuentra en el municipio de Zacualtipán de Ángeles, el cual será tomado en cuenta para la evaluación del medio socioeconómico, que de acuerdo con datos del SIGEH (2020), el municipio cuenta con una población de 38,155 habitantes, de los cuales 18,137 son hombres y 20,018 mujeres.

Tabla IV.43 Habitantes por municipio del SA

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	MUJERES	HOMBRES
Zacualtipán de Ángeles	38,155	20,018	18,137
Total	**38,155**	**20,018**	**18,137**



Figura IV.33 Población del municipio Zacualtipán de Ángeles

Servicios básicos: agua potable, drenaje y energía eléctrica

Según el Censo de Población y Vivienda (2020) realizado por el INEGI, en el SA se registraron 10,568 viviendas habitadas. De este total, solo un pequeño porcentaje carece de servicios básicos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.44 Habitantes por municipio del SA

LOCALIDAD	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	% VIVIENDAS CON HACINAMIENTO	% VIVIENDAS SIN ENERGÍA ELÉCTRICA	% VIVIENDAS SIN AGUA ENTUBADA	% VIVIENDAS SIN DRENAJE
Zacualtipán de Ángeles	10,568	36.22	0.95	2.35	0.50

Migración

Las condiciones relacionadas con la mejora en la calidad de vida de la población, así como la limitada disponibilidad de oportunidades dentro del sistema ambiental, constituyen factores determinantes en la generación de flujos migratorios. Este fenómeno representa una problemática relevante, ya que implica el desplazamiento y abandono de los lugares de origen por parte de la población.

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra la distribución poblacional en cuanto a residencia local, movilidad estatal o migración hacia otro país.

Tabla IV.45 Población y su distribución porcentual según lugar de nacimiento para cada municipio de residencia actual 2020.

LOCALIDAD	POBLACIÓN MAYOR A 5 AÑOS	PERMANENCIA EN LA ENTIDAD	EN OTRA ENTIDAD	EN OTRO PAÍS	SIN ESPECIFICAR
Zacualtipán de Ángeles	189,188	67.3	32.2	0.5	0.1

Presencia de grupos étnicos

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2020 del INEGI, en el municipio que conforma el Sistema Ambiental se registró una población total de 4,327 personas de cinco años y más que manifiestan hablar alguna lengua indígena.

Tabla IV.46 Grupos étnicos.

LOCALIDAD	POBLACIÓN MAYOR A 5 AÑOS		
	TOTAL DE HABLANTES DE LENGUA ÍNDIGENA	NÁHUATL	OTOMÍ
Zacualtipán de Ángeles	2,121	2,084	37

Salud y seguridad social

Dentro del Sistema Ambiental, la población cuenta con acceso a servicios de salud a través de diversas instituciones públicas, entre las que se incluyen el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), Petróleos Mexicanos (Pemex), así como el Seguro Popular —programa que, aunque ya extinto, aún mantiene registro de beneficiarios durante el periodo de referencia.

La disponibilidad de estas instituciones representa un componente fundamental del sistema de seguridad social en la región, al contribuir directamente al bienestar de la población. A continuación, se presenta la distribución de la población según su condición de derechohabiencia a servicios de salud en el SA, lo cual permite identificar los niveles de cobertura médica en el territorio.

Tabla IV.47 Población total según condición de afiliación a servicios de salud y tipo de institución, 2020.

AFILIACIÓN AL SERVICIO DE SALUD	POBLACIÓN		
	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
IMSS	6,466	7,553	14,019
CENTRO DE SALUD	4,426	5,180	9,606
CONSULTORIO DE FARMACIA	4,006	4,080	8,086
OTRO LUGAR	1,603	1,674	3,277
ISSSTE	614	796	1,410
NO ESPECIFICADO	69	82	151
ISSSTE ESTATAL	34	54	88
NO SE ATIENDE	30	25	55
CONSULTORIO, CLÍNICA U HOSPITAL PRIVADO	25	26	51
PEMEX, DEFENSA O MARINA	15	0	15

Fuente: SIGEH (2020).

Escolaridad

Con base en datos del SIGEH (2020), en el municipio de Zacualtipan de Ángeles, se observa que existen 87 escuelas, 14,688 alumnos, y 628 personas docentes. A continuación, en la siguiente tabla se muestra la cantidad de escuelas, alumnos y personal docente, respecto al nivel educativo.

Tabla IV.48 Número de escuelas, alumnos y personal docente respecto al nivel educativo.

NIVEL EDUCATIVO	ESCUELA	ALUMNOS	PERSONAL DOCENTE
PREESCOLAR	28	1,228	62
PRIMARIA	29	4,182	180
SECUNDARIA	16	1,738	110
SUPERIOR	2	2,217	139
MEDIA SUPERIOR	8	1,854	75

A continuación, en la siguiente tabla, se muestra el nivel de escolaridad que se presenta en el Sistema Ambiental. De acuerdo a información del SIGEH (2020), se menciona que el grado promedio de escolaridad es equivalente al segundo año de secundaria.

Tabla IV.49 Nivel de escolaridad

NIVEL EDUCATIVO	PORCENTAJE POBLACIONAL	NIVEL EDUCATIVO	PORCENTAJE POBLACIONAL
PREESCOLAR	0.41%	ESTUDIOS TÉCNICOS S	0.89%
PRIMARIA	25.8%	LICENCIATURA	14.14%
SECUNDARIA	35.6%	MAESTRÍA	0.82%
PREPARATORIA O BACHILLERATO GRAL	9.34%	ESPECIALIDAD	0.96%
BACHILLERATO TECNOLÓGICO O NORMAL BÁSICA	12.4%	DOCTORADO	0.019%

Fuente: SIGEH (2020).

Aspectos económicos

A continuación, se detallan las cifras relativas a la población económicamente activa (PEA) del municipio de Zacualtipán de Ángeles, las cuales permiten conocer el nivel de participación de la población en actividades productivas.

Tabla IV.50 Población económicamente activa

MUNICIPIO	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA			POBLACIÓN OCUPADA	
	TOTAL	OCUPADA	DESOCUPADA	MUJERES	HOMBRES
Zacualtipán de Ángeles	18,912	18,751	161	42.23%	57.77%

Fuente: SIGEH (2020).

Agricultura.

En el municipio, la actividad agrícola representa una fuente significativa de empleo, aunque generalmente asociada a bajos niveles de remuneración. La superficie sembrada alcanza aproximadamente las 5,000 hectáreas, de las cuales cerca del 85 % corresponde a cultivos de temporal, mientras que el restante se destina a agricultura de riego. Dentro de los cultivos cíclicos con mayor volumen y valor de producción destacan la cebada grano, el maíz, el frijol y el trigo. Por otro lado, entre los cultivos perennes, la alfalfa verde sobresale por

su alto valor económico, a pesar de que su volumen de cosecha es limitado, lo que la convierte en uno de los productos agrícolas más relevantes en la región.

La Tabla III.24 nos muestra la producción agrícola en Zacualtipán de Ángeles en términos del valor económico de la producción, así como de la superficie cosechada y sembrada.

Tabla IV.51 Producción agrícola en el municipio de Zacualtipán de Ángeles

MUNICIPIO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (tn)	VALOR DE PRODUCCIÓN (MILES DE PESOS)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	SUPERFICIE SEMBRADA (ha)
Zacualtipán de Ángeles	15,271	13,057	1,239	1,333

Fuente: SIGEH (2020).

Así mismo, la siguiente tabla indica el valor económico y la cantidad en toneladas que existe en Zacualtipán de Ángeles acerca de la producción ganadera.

Tabla IV.52 Producción ganadera en el municipio de Zacualtipán de Ángeles

TIPO DE PRODUCCIÓN	ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES	
	Tn	$
	371	14,173
	105	3,638
	371	14,173
	20	733
	48	1,268

TIPO DE PRODUCCIÓN	ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES	
	Tn	$
	12	513

IV.2.8 Diagnóstico ambiental

En este punto se realizará un análisis con la información que se recopiló en la fase de caracterización ambiental, con el propósito de hacer un diagnóstico del sistema ambiental previo a la realización del proyecto, en donde se identificarán y analizarán las tendencias del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida que pudieran presentar en la zona por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas, considerando aspectos de tiempo y espacio.

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha tomado como marco conceptual el modelo de Presión – Estado – Respuesta (PER), establecido por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), el cual se basa en el concepto de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones en el ambiente, cambiando la cantidad y calidad de los recursos naturales en su estado natural. La sociedad responde a estas variaciones implementado respuestas ambientales, económicas y sociales, que buscan corregir las tendencias negativas detectadas. Estas respuestas (medidas) se dirigen con carácter cautelar, contra los mismos mecanismos de presión, o bien, con carácter corrector, directamente sobre los factores afectados del medio, como consecuencia se supone, o espera, una mejoría del estado del medio ambiente. Lo anterior con la finalidad de representar o conceptuar la realidad siguiendo tres parámetros básicos que son:

Indicadores de presión

Están relacionadas con las actividades humanas efectuadas sobre el ambiente incluyendo los recursos naturales. Se incluyen las presiones indirectas, que actúan dirigiendo el comportamiento de algunos aspectos ambientales, así como las presiones directas.

Indicadores de estado

El Estado o las condiciones ambientales se relacionan con la calidad del ambiente, sus efectos o impactos, y la calidad y cantidad de los recursos naturales, así como aspectos de calidad de vida y salud.

Indicadores de respuesta

Muestran el grado en el cual la sociedad responde a las preocupaciones ambientales a través de políticas ambientales, económicas y sociales, y a través de cambios en su conciencia y comportamiento. Se refieren a acciones colectivas y reacciones que intentan: mitigar, adaptar o prevenir efectos negativos en el ambiente; detener o revertir el daño ambiental ya infringido, y preservar o conservar la naturaleza y sus recursos.

Estos parámetros se presentan con las siguientes características en el área del proyecto del Sistema Ambiental:

a) Indicadores de presión

El crecimiento demográfico en el Sistema Ambiental genera diversos desafíos, como la escasez de infraestructura y un aumento en la marginalidad debido a la falta de servicios. Esto subraya la urgencia de mejorar y expandir los servicios básicos como agua potable, drenaje, electricidad, salud y educación. Sin embargo, las actividades orientadas a estos beneficios y al desarrollo económico han tenido un impacto negativo en los recursos naturales, contribuyendo a su degradación. En particular, la construcción de infraestructura ha provocado una reducción de la cubierta vegetal a causa del cambio de uso de suelo y la deforestación, afectando los recursos bióticos, el paisaje y la calidad atmosférica del sistema ambiental.

b) Indicadores de estado

La infraestructura altera los recursos forestales de manera irreversible. La pérdida de masa forestal y el cambio de uso de suelo modifican la permeabilidad del suelo y provocan erosión progresiva.

c) Indicadores de respuesta

El proyecto surge para dar solución a las diversas problemáticas que surgen por el desabasto y las dificultades de distribución del servicio de agua potable en la región del municipio de Zacualtipán de Ángeles; sin embargo, la necesidad de transportar el agua desde un punto adentrado en la vegetación hace que surja la problemática de afectar uno de los ecosistemas más frágiles del estado, pues la remoción de cobertura vegetal causa algunos de los fenómenos de perturbación más importantes, como la fragmentación de hábitat.

La alta aceptación del proyecto se fundamenta en la necesidad de un desarrollo sostenido y sustentable, buscando mejorar la calidad de vida de los habitantes del sistema ambiental mediante la ampliación de servicios básicos. Estas acciones también beneficiarán a los diversos sectores económicos y sociales de la población.

Por ello, es fundamental contar con una manifestación de impacto ambiental que establezca medidas de mitigación para prevenir, minimizar o inhibir los impactos generados durante el desarrollo del proyecto. De este modo, el estudio de impacto ambiental se convierte en una herramienta clave para asegurar que las transformaciones biofísicas derivadas de la nueva infraestructura en el Sistema Ambiental no comprometan el desarrollo sustentable del medio para futuras generaciones, contribuyendo así a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

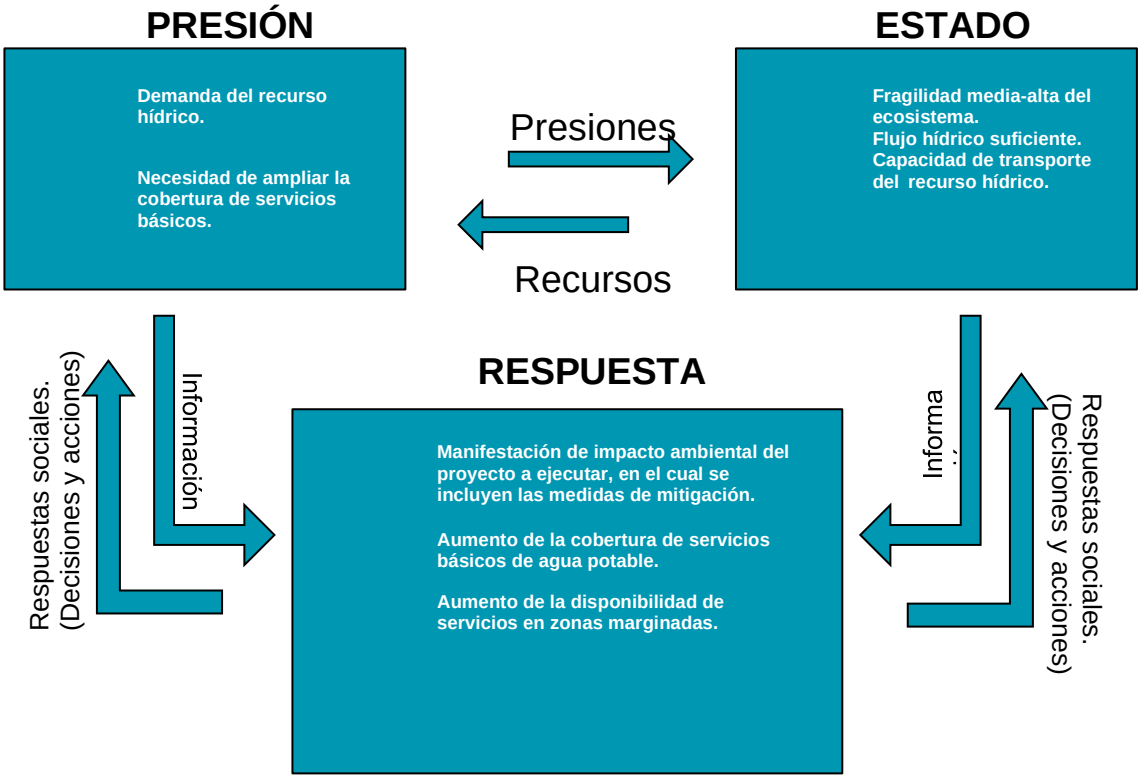


Figura IV.34 Modelo conceptual del enfoque presión-estado-respuesta.

IV.2.9 Síntesis del inventario ambiental.

A continuación, se muestra una síntesis de la información presentada anteriormente con los factores bióticos y abióticos analizados para el área del proyecto “Sistema de agua potable “Rio Zacatlamaya”, para abastecer la

cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón grande y Tehuitzila, Hidalgo.

Factores Abióticos (Medio Abiótico)

Aire: La calidad del aire en el municipio de Zacualtipán de Ángeles se reporta como "Buena".

Clima: Se identifica solo un tipo de clima en el sistema ambiental y en el área del proyecto: C(m) Templado húmedo (con lluvias máximas en verano).

Geología y Geomorfología: La zona (Sistema ambiental) se compone predominantemente de rocas ígneas extrusivas y rocas sedimentarias, en el área del proyecto predominan las rocas sedimentarias (como calizas y areniscas).

El relieve (Topoformas) corresponde a sierras y mesetas para el sistema ambiental, mientras que en el área del proyecto podemos observar únicamente mesetas.

Fisiografía: El sistema ambiental y el área del proyecto se ubican dentro de la provincia fisiográfica Sierra madre oriental y en la subprovincia Carso Huasteco.

Vulnerabilidad ante Inundaciones: El análisis identifica zonas con vulnerabilidad Media para el municipio de zacualtipán de Ángeles.

Vulnerabilidad ante Sismos: El área se ubica en la Zona B), clasificada como de riesgo sísmico intermedio, para todo el estado de Hidalgo.

Suelo (Edafología): Los tipos de suelo predominantes en el sistema ambiental son Acrisol órtico y Luvisol crómico, mientras que el área del proyecto cuenta con suelos del tipo Acrisol órtico.

Hidrología: El sistema ambiental y el área del proyecto se encuentran dentro de la Región Hidrológica No. 26 (RH26) Pánuco. Específicamente, drena hacia las cuencas del Río Moctezuma y del Río Amajac.

En las subcuencas Chahuatlán – encinal y Metatitlán para el sistema ambiental y unicamente la subcuenca Chahuatlán encinal, para el área del proyecto. También se identifica la microcuenca del rio zacatlamaya.

El sistema tambien se encuentra dentro de los acuíferos, 1306 (Calabozo) y 1314 (Meztitlán), mientras que el área del proyecto se ubica dentro del acuífero1306.

Factores Bióticos (Medio Biótico)

Flora (Vegetación): El tipo de vegetación dominante que se reporta en el área del proyecto es el Bosque Mesófilo de Montaña, aunque también existen zonas de Bosque de Pino-Encino, Pastizal cultivado y áreas dedicadas a la Agricultura de Temporal en el sistema ambiental.

Fauna: Se presenta un listado de fauna silvestre característica de los ecosistemas de bosque templado y mesófilo, incluyendo diversas especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos.

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTLES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental

para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

VI IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTLES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL 219

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales 219

V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación..... 222

V.2 Identificación de los impactos al sistema ambiental 226

V.2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO 234

V.2.2 CONSTRUCCIÓN..... 241

V.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 249

V.3 Impactos residuales..... 254

V.4 Impactos acumulativos 255

V.5 Resumen y conclusiones..... 256

V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTLES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL

V.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La evaluación de impactos ambientales es un proceso técnico diseñado para identificar, anticipar e interpretar los efectos que un proyecto o actividad puede generar sobre los factores físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos, con el propósito de proponer alternativas que permitan prevenir, corregir o mitigar dichos efectos.

Una vez inventariadas las actividades de cada etapa del proyecto, es decir, las fuentes de cambio, se procede a determinar los componentes del ambiente que podrían verse potencialmente afectados.

Las metodologías de EIA son enfoques o marcos de análisis que sirven para reconocer, predecir y valorar las alteraciones derivadas de una acción. En esencia, consisten en delimitar qué variables y procesos pueden resultar significativamente impactados.

Existe una amplia variedad de métodos desarrollados y utilizados en el proceso de EIA; sin embargo, ninguno por sí solo cubre la diversidad de situaciones que se presentan en un estudio. Por ello, el punto crítico es seleccionar el o los métodos más adecuados a las necesidades específicas del proyecto.

Estas metodologías no ofrecen soluciones automáticas; su elección debe basarse en la experiencia profesional y en el juicio crítico continúo aplicado sobre los insumos de información**,** así como en el análisis e interpretación de los resultados. No existe una herramienta única y universal**;** aun así, es indispensable contar con metodologías aplicables a la diversidad de actividades, medios y factores susceptibles de afectación y a la complejidad de sus interacciones.

Una vez definidas las actividades y los elementos ambientales que interactuarán y pueden generar impactos, se recurre a diferentes métodos para identificarlos, describirlos y caracterizarlos**.** La selección metodológica considera la calidad y utilidad de la información esperada tras su aplicación y contempla los posibles obstáculos para obtener los datos necesarios que permitan cuantificar los impactos sobre los componentes del ambiente.

Dadas las características del proyecto**,** resulta conveniente emplear más de una metodología**,** complementarias entre sí.

Con este enfoque, los métodos permiten pasar de una lectura general a otra específica**,** aportando una visión clara de los fenómenos que afectarán al ambiente, delimitando los sitios de ocurrencia y el contexto ambiental donde se presentarán los impactos, lo que facilita la posterior definición y aplicación de las medidas de mitigación**.**

Actividades relevantes

Con la finalidad de identificar y analizar los impactos ambientales que el Proyecto podría provocar sobre el medio ambiente, se listaron las actividades que se desarrollarán como parte del Proyecto, destacando solamente aquellas que pudieran provocar impactos (Positivos o negativos), las cuales serían consideradas como componentes o factores de cambio.

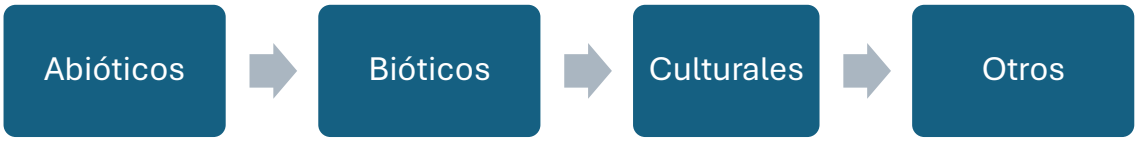
Con la intención de brindar claridad sobre las interacciones que tendrá el Proyecto con los componentes y factores ambientales a evaluar, en la Tabla V.1, se presenta el listado de actividades del programa de trabajo para el desarrollo del Proyecto en todas las etapas, dado que es así como se desarrolla el presente capítulo.

Tabla V. 1 Etapas y actividades del proyecto.

ETAPAS	ACTIVIDADES
Preparación del sitio	Levantamiento topográfico y delimitación
	Rescate de flora y fauna
	Desmonte
	Despalme
	Transporte y disposición de residuos
Construcción Planta de bombeo 01	Nivelación y excavación
	Captación
	Cárcamo de bombeo
	Caseta de controles
	Instalación de tubería
	Cercado perimetral
	Transporte y disposición e residuos
Operación y mantenimiento	Operación de Planta de Bombeo
	Mantenimiento de Planta de Bombeo

Indicadores de Impacto

Una vez determinadas las actividades de las etapas del proyecto o fuentes de cambio, se procede a determinar los indicadores ambientales que potencialmente podrían ser afectados, por lo que es de suma importancia conocer las características del escenario ambiental, para ello se consideran los siguientes indicadores de impacto:



A) Indicadores abióticos

Tabla V. 2 Descripción de indicadores abióticos de impacto.

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
SUELO	Suelo	Calidad de su estado original, contenido de sustancias ajenas y alterantes de sus propiedades
	Recursos minerales	Cantidad de recurso utilizado
	Material de construcción	Cantidad de material suministrado
	Geomorfología	% de modificación respecto al total
AGUA	Superficial	Modificación de corrientes naturales
	Subterránea	Probabilidad de infiltración de sustancias ajenas
	Calidad	Contacto con agentes contaminantes
	Recarga	Cantidad en m^3
ATMÓSFERA	Calidad (gases, partículas, etc.)	Concentración de partículas y GEI
	Clima (micro, macro)	Valores de temperatura
	Temperatura	Valores de temperatura y sensación térmica
PROCESOS	Erosión	Tasa de erosión

B) Indicadores bióticos

Tabla V. 3 Descripción de indicadores bióticos de impacto

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
FLORA	Árboles	Riqueza y cantidad
	Arbustos	Riqueza y cantidad
	Hierbas	Riqueza y cantidad
FAUNA	Aves	Riqueza y cantidad
	Animales terrestres	Riqueza y cantidad

C) Indicadores culturales

Tabla V. 4 Descripción de indicadores culturales de impacto

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
USOS DEL TERRITORIO	Zona residencial	% de modificación respecto al área total
	Espacios abiertos y salvajes	% de modificación respecto al área total
ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	% de modificación respecto al área total
NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	Atención médica y prestaciones
	Empleo	Número de empleos
SERVICIO E INFRAESTRUCTURA	Red de transportes	Trabajadores beneficiados
	Red de servicios	% de cobertura
	Disposición de residuos	Volumen de residuos generados

D) Otros

Tabla V. 5 Descripción de otros indicadores de impacto

COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR
OTROS	Ruido	Nivel de ruido

V.1.2 Criterios y metodologías de evaluación

Las metodologías de evaluación de impacto ambiental son conjuntos de enfoques diseñados para identificar, anticipar y valorar los cambios derivados de una intervención. En la práctica, permiten determinar qué variables y procesos, físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos, podrían verse afectados de manera relevante.

De acuerdo con la clasificación de métodos más utilizados propuesta por Estevan Bolea (1984), las listas de verificación y las matrices causa–efecto se inscriben dentro de los sistemas de representación en red y gráficos.

La lista de verificación es una técnica básica de identificación empleada en etapas preliminares para señalar los impactos principales que pueden presentarse durante la ejecución de un proyecto. Consiste en un inventario ordenado de factores ambientales potencialmente sensibles a la acción humana y puede presentarse como relación simple o como cuestionario.

Dicha lista toma como referencia los 88 factores ambientales establecidos por Leopold et al. (1971), base de la conocida Matriz de Leopold. Su aplicación permite priorizar aquellos factores con mayor nivel de riesgo o susceptibilidad de afectación.

A partir de ese primer filtrado, se elaboran matrices de Leopold modificadas, en las que se excluyen los factores que no guardan relación con el proyecto analizado.

La Matriz de Leopold considera, entre otras, las siguientes dimensiones del medio:

- características físicas y químicas,
- condiciones biológicas,
- factores culturales,
- y otros componentes pertinentes.

Tomando en cuenta el proyecto y las actividades de operación y mantenimiento, la matriz se ajusta seleccionando los factores aplicables derivados de la lista de verificación. Esta matriz causa–efecto funciona como una aproximación inicial para escoger las actividades y atributos predominantes a evaluar y aporta un marco elemental para interpretar los impactos más notorios.

En su estructura, la matriz dispone en las filas los factores e indicadores del medio y en las columnas las actividades del proyecto; las intersecciones se califican con símbolos que expresan la magnitud del impacto (alto, medio o bajo) y su signo (positivo o negativo).

Tabla V. 6 Simbología para a la cuantificación de impactos.

CARACTER	MAGNITUD		
POSITIVOS	1 = BAJO	2 = MEDIO	3 = ALTO
NEGATIVOS	-1 = BAJO	-2 = MEDIO	-3 = ALTO

Posteriormente, mediante una matriz de cribado se analiza cada actividad por etapa de forma individual. En dicha matriz, las columnas reúnen los indicadores vinculados a la actividad y las filas contienen los criterios ambientales de evaluación: temporalidad, extensión, frecuencia de ocurrencia, capacidad de mitigación, reversibilidad e intensidad. Los criterios de valoración de impacto ambiental considerados para la evaluación son los siguientes:

Tabla V. 7 Criterios de valoración de impacto ambiental.

CRITERIOS DE VALORACIÓN	
INTENSIDAD	
MS	Muy significativo
S	Significativo
PS	Poco significativo
TEMPORALIDAD	
T	Temporal
P	Permanente
EXTENSIÓN	
P	Puntual
L	Local
R	Regional
FRECUENCIA DE OCURRENCIA	
U	Único
In	Intermitente
Mo	Momentáneo
CAPACIDAD DE MITIGACIÓN	
M	Mitigable
NM	No mitigable
Re	Reversible
N.C.	No conocido o cuantificable
REVERSIBILIDAD	
I	IRREVERSIBLE
R	REVERSIBLE

Temporalidad. Periodo de duración del impacto, puede ser: temporal o permanente.

Tabla V. 8 Especificación de temporalidad.

TEMPORALIDAD		
Temporal	**T**	Cuando es reversible por el propio sistema en un plazo corto de (cinco años) o mediano plazo (< 15 años).
Permanente	**P**	Cuando su efecto durará más de 15 años.

Extensión. Área de impacto, puede ser puntual, local y regional.

Tabla V. 9 Tipos de extensión de acuerdo con el impacto.

EXTENSIÓN		
Puntual	**P**	Cuando su efecto no abarca más allá de los límites del proyecto o actividad
Local	**L**	Cuando el efecto ocasionado abarque un radio de afectación hasta 1000 m.
Regional	**R**	Cuando el efecto del proyecto tenga un radio de afectación por encima de 1000 m.

Frecuencia de ocurrencia. Periodo de ocurrencia del impacto, puede ser: único, intermitente, momentáneo y continuo.

Tabla V. 10 Tipos de frecuencia de ocurrencia.

FRECUENCIA DE OCURRENCIA		
Único	**U**	Cuando su ocurrencia es una sola vez por un periodo de 20 años.
Intermitente	**In**	Cuando ocurre varias veces en un periodo de un mes a cinco años.
Momentáneo	**Mo**	Cuando ocurre por un tiempo determinado o durante la realización del proyecto.

Mitigación. La mitigabilidad o recuperción supone que el daño puede eliminarse por accion humana. Puede ser mitigable y no mitigable.

Tabla V. 11 Capacidad de recuperación.

Mitigación		
Mitigable	**M**	Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas, el efecto en el sistema es menor al esperado.
No mitigable	**NM**	Cuando no es posible realizar actividades que disminuyen o eliminen los impactos.

Reversibilidad. La reversibilidad consiste en que el sistema, en forma natural y al cesar la acción de cambio, sea capaz de eliminar el efecto, puede ser reversible o irreversible.

Tabla V. 12 Tipos de acciones al cambio.

REVERSIBILIDAD		
Reversible	**R**	Puede retornar a su estado natural al sistema
Irreversible	**I**	No puede retornar a su estado original al sistema

Intensidad. Grado de deterioro o beneficio de los indicadores ambientales. Pueden ser considerados como: poco significativos, significativos y muy significativos.

Tabla V. 13 Tipos de intensidad.

INTENSIDAD		
Poco significativo	**PS**	Los impactos al ambiente y las poblaciones no alteran las funciones normales de ningún sistema ambiental de manera que tenga consecuencias visibles o permanentes.
Significativo	**S**	Los impactos al ambiente y poblaciones pueden ser temporales (durante el tiempo que duren las actividades involucradas en el proyecto) local, si sólo abarca el área del proyecto y es reversible; es decir, que se pueden recuperar las condiciones iniciales en el área en un periodo de tiempo menor a un año.
Muy Significativo	**MS**	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o mayores de un año, el efecto es local o regional; es decir, pudiera abarcar el área del proyecto, la región fisiográfica o cuenca, además, es irreversible (no es posible recuperar las condiciones iniciales prevalecientes.)

V.2 Identificación de los impactos al sistema ambiental

Se seleccionaron como metodologías de evaluación e identificación de impactos ambientales ***la lista de chequeo y las matrices de Leopold modificadas*** ya que estas metodologías nos permiten medir cualitativa y cuantitativamente los impactos ambientales ocasionados sobre los indicadores ambientales durante las etapas del proyecto **“Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”**, logrando identificar el origen de los impactos, lo que permitirá prevenir y/o mitigar los impactos negativos.

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales inicialmente se construyó una lista de chequeo en la cual se consideraron los factores ambientales que pueden estar siendo potencialmente afectados por las acciones o fuentes de cambio de las 3 etapas que considera el presente proyecto: Preparación del sitio que contempla el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, Construcción y Operación y mantenimiento de la Planta de bombeo 01. Los factores ambientales se subdividen en componentes ambientales que a continuación se presentan en la Lista de Chequeo y cuya interacción se señala con una “**X**”.

Tabla V. 14 Lista de Chequeo.

FACTORES AMBIENTALES	ETAPA DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	CUSTF	Planta bombeo 01	
A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS			
A.1. SUELO			
a. Suelo	X	X	
b. Recursos minerales		X	
c. Material de construcción		X	
d. Geomorfología	X		
A.2. AGUA			
a. Superficial	X	X	X
b. Subterránea	X		
c. Calidad	X	X	X
d. Recarga	X		
A.3. ATMÓSFERA			
a. Calidad (gases, partículas)	X	X	X
b. Clima (micro, macro)	X		
c. Temperatura	X		
A.4. PROCESOS			
a. Erosión	X	X	
B. FACTORES BIÓTICOS			
B.1. FLORA			
a. Árboles	X		
b. Arbustos	X		
c. Hierbas	X		
B.2. FAUNA			
a. Aves	X	X	
b. Animales terrestres, incluso reptiles	X	X	
C. FACTORES CULTURALES			
C.1. USOS DEL TERRITORIO			
a. Zona residencial			X
b. Espacios abiertos y salvajes	X	X	
C.2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO			
a. Vistas panorámicas y paisajes	X	X	
b. Paisaje	X	X	
C.3. NIVEL CULTURAL			
a. Salud y seguridad	X	X	X
b. Empleo	X	X	X
C.4. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA			
a. Red de transportes (movimiento, accesos)	X	X	X
b. Red de servicios			X
c. Disposición de residuos	X	X	X

FACTORES AMBIENTALES	ETAPA DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
	CUSTF	Planta bombeo 01	
D. OTROS			
a. Ruido	X	X	X

Una vez evaluada la Lista de Chequeo se determina que los factores ambientales de interés que podrían verse afectados por la realización del proyecto son:

Tabla V. 15 Lista de factores componentes ambientales aplicables al sistema ambiental.

COMPONENTES AMBIENTALES		FACTORES AMBIENTALES
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	SUELO	Suelo Material de construcción Recursos minerales Geomorfología
	AGUA	Superficial Subterránea Calidad Recarga
	ATMÓSFERA	Calidad Clima (micro, macro) Temperatura
	PROCESOS	Erosión
FACTORES BIOTICOS	FLORA	Árboles Arbusto Hierbas
	FAUNA	Aves Animales terrestres incluso reptiles
FACTORES CULTURALES	USOS DEL TERRITORIO	Zona Industrial Espacios abiertos y salvajes
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes Paisaje
	NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad Empleo
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Red de transporte Red de servicios Disposición de residuos
OTROS		Ruido

Con la identificación de los factores ambientales que serán impactados, se construyen las matrices de Leopold modificadas, para las siguientes etapas del proyecto.

Tabla V. 16 Lista de factores, indicadores e impactos ambientales del proyecto.

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ACTIVIDAD	IMPACTO
Preparación del sitio (CUSTF)	Suelo	Calidad de su estado original, contenido de sustancias ajenas y alterantes de sus propiedades	Limpieza del terreno, desmonte y despalme	Alteración de las propiedades del suelo
		% de modificación respecto al total	Movimiento de tierras	Cambio en la forma del relieve, perfiles y pendientes.
	Agua	Modificación de corrientes naturales	Desmonte y despalme, obras provisionales	Alteración del trazo de corrientes.
		Probabilidad de infiltración de sustancias ajenas	Mantenimiento de maquinaria.	Incremento de la probabilidad de que hidrocarburos migren al subsuelo por derrames.
		Contacto con agentes contaminantes	Derrames de aceites, grasas. Mal manejo de sanitarios portátiles.	Generación de aguas residuales del servicio sanitario para trabajadores.
		Cantidad en m^3	Desmonte, despalme.	Menor infiltración por pérdida de capa orgánica.
	Atmósfera	Concentración de partículas y GEI	Exposición de suelo seco por desmonte y despalme. Operación de equipos diésel. Tránsito de maquinaria y camiones.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión).
		Valores de temperatura	Retiro de vegetación y capa orgánica; amplia exposición de suelo.	Aumento local de la temperatura del aire y de la superficie.
		Valores de temperatura y sensación térmica	Operación continua de maquinaria y equipos que emiten calor.	Elevación de la sensación térmica.
	Procesos	Tasa de erosión	Desmonte y despalme, tránsito de maquinaria.	Aumento de la tasa de erosión.

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ACTIVIDAD	IMPACTO
	Flora	Riqueza y cantidad	Desmonte y rescate de flora.	Fragmentación del dosel. Reducción de la pérdida de individuos.
		Riqueza y cantidad	Desmonte y limpieza. Rescate de flora.	Reducción de la cobertura arbustiva. Las actividades de rescate aumentan la reversibilidad del impacto.
		Riqueza y cantidad	Desmonte y limpieza y Rescate de flora.	Pérdida de especies. Mantiene parte del banco de semillas y del material vegetativo, acelerando la restitución de cobertura.
	Fauna	Riqueza y cantidad	Desmonte, despalme, tránsito de maquinaria. Rescate de fauna.	Perturbación de fauna.
	Usos del territorio	% de modificación respecto al área total	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Modificación del espacio abierto.
	Estéticos y de interés humano	% de modificación respecto al área total	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas
	Nivel cultural	Atención médica y prestaciones	Desmonte, despalme. Rescte de flora y fauna.	Generación de empleo.
		Número de empleos	Instalación de equipos Conexión a servicios	Generación de empleo.
	Servicios e infraestructura	Trabajadores beneficiados.	Conexión a servicios.	Demanda de servicios.
		Volumen de residuos generados	Actividades de desmonte y despalme.	Generación de residuos orgánicos,

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ACTIVIDAD	IMPACTO
				producto del desmonte, despalme y limpieza.
	Otros	Nivel de ruido	Desmonte, despalme, actividades de rescate de flora y fauna.	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo y por actividades en general.
Construcción de Planta de bombeo 01	**Suelo**	Calidad de su estado original, contenido de sustancias ajenas y alterantes de sus propiedades	Tránsito y mantenimiento de maquinaria y equipo.	Ingreso de hidrocarburos al suelo.
		Cantidad de recurso utilizado	Construcción de Planta de bombeo.	Uso de recursos minerales (bancos pétreos).
		Cantidad de material suministrado	Construcción de Planta de bombeo.	Uso de materiales de construcción.
	Agua	Modificación de corrientes naturales	Excavación, movimiento de maquinaria y equipo, zanjas, drenes. Rellenos.	Obstrucción parcial del flujo. Encharcamientos locales.
		Contacto con agentes contaminantes	Derrames de maquinaria y equipo, mal manejo de sanitarios temporales y residuos.	Aumento de contaminantes en el agua.
	Atmósfera	Concentración de partículas y GEI	Excavaciones, cortes, traslados, mezclados, operación de maquinaria y equipo.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión), por la operación de vehículos.
	Procesos	Tasas de erosión	Nivelación, excavación, cortes, rutas de	Aumento en la erosión del suelo.

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ACTIVIDAD	IMPACTO
			acceso, operación de maquinaria y equipo.	
	Fauna	Riqueza y cantidad	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentado
		Riqueza y cantidad	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentado.
	Usos del territorio	% de modificación respecto al área total	Movimiento de maquinaria por actividades constructivas.	Modificación del espacio abierto.
	Estéticos y de interés humano	% de modificación respecto al área total	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas
	Nivel cultural	Atención médica y prestaciones	Procesos constructivos, mano de obra.	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado y las prestaciones de ley.
		Número de empleos	Procesos constructivos, mano de obra.	Generación de empleo.
	Servicios e infraestructura	Trabajadores beneficiados	Procesos constructivos, mano de obra.	Acceso a servicio de transporte.
		Volumen de residuos generados	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
	Otros	Nivel de ruido	Mano de obra, operación de maquinaria y equipo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo.
Operación y mantenimiento	**Agua**	Probabilidad de infiltración de sustancias ajenas	Descargas de gua con sólidos arrastrados.	Aumento en la turbidez del agua.

ETAPA DEL PROYECTO	FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	ACTIVIDAD	IMPACTO
planta de bombeo 01		Contacto con agentes contaminantes	Descargas, limpiezas, escurrimientos del sitio.	Disminución de calidad del agua por limpiezas mal ejecutadas.
	Atmósfera	Concentración de partículas y GEI	Pruebas, tránsito en acceso.	Generación de incrementos locales de partículas.
	Usos del territorio	% de modificación al área total	Operación de equipos y planta de bombeo.	Aumento en la infraestructura de la región, lo que tendrá un impacto positivo en las zonas residenciales.
	Nivel cultural	Atención médica y prestaciones	Operación de equipos y planta de bombeo	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado y las prestaciones de ley.
		Número de empleos	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de empleo.
	Servicios e infraestructura	Trabajadores beneficiados	Operación de planta cercada.	Reduce tránsito indiscriminado de personas y vehículos.
		% de cobertura	Operación de equipos y planta de bombeo	Aumento en el servicio de abastecimiento agua en la Región.
		Volumen de residuos generados	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
	Otros	Nivel de ruido	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo.

Una vez identificados los impactos generados por el proyecto, se tiene la siguiente evaluación mediante la matriz de causa – efecto, la cual se realizará por etapas del proyecto: Preparación del sitio por CUSTF, construcción de la planta de bombeo 01 y operación y mantenimiento de la planta de bombeo 01.

V.2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO

Los impactos ambientales derivados de la fase de preparación del sitio se observan en la siguiente tabla.

Tabla V. 17 Impactos ambientales derivados de las actividades de la etapa de preparación del sitio.

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
Suelo	Su 1	Limpieza del terreno, desmonte y despalme	Alteración de las propiedades del suelo
	Su 2	Movimiento de tierras	Cambio en la forma del relieve, perfiles y pendientes.
Agua	Agu 1	Desmonte y despalme, obras provisionales	Alteración del trazo de corrientes.
	Agu 2	Mantenimiento de maquinaria.	Incremento de la probabilidad de que hidrocarburos migren al subsuelo por derrames.
	Agu 3	Derrames de aceites, grasas. Mal manejo de sanitarios portátiles.	Generación de aguas residuales del servicio sanitario para trabajadores.
	Agu 4	Desmonte, despalme.	Menor infiltración por pérdida de capa orgánica.
Atmósfera	Atm 1	Exposición de suelo seco por desmonte y despalme. Operación de equipos diésel. Tránsito de maquinaria y camiones.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión).
	Atm 2	Retiro de vegetación y capa orgánica; amplia exposición de suelo.	Aumento local de la temperatura del aire y de la superficie.
	Atm 3	Operación continua de maquinaria y equipos que emiten calor.	Elevación de la sensación térmica.
Procesos	Pr 1	Desmonte y despalme, tránsito de maquinaria.	Aumento de la tasa de erosión.
Flora	Fl 1	Desmonte y rescate de flora.	Fragmentación del dosel. Reducción de la pérdida de individuos.
	Fl 2	Despalme y limpieza. Rescate de flora.	Reducción de la cobertura arbustiva. Las actividades de rescate

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
			aumentan la reversibilidad del impacto.
	Fl 3	Despalme de capa orgánica. Rescate de flora.	Pérdida de especies, Mantiene parte del banco de semillas y del material vegetativo, acelerando la restitución de cobertura.
Fauna	Fau 1	Desmonte, despalme, tránsito de maquinaria. Rescate de fauna.	Perturbación de fauna.
Usos del territorio	Ute 1	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Modificación del espacio abierto.
Estéticos y de interés humano	Est 1	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas
Nivel cultural	Nicu 1	Desmonte, despalme. Rescate de flora y fauna.	Generación de empleo.
	Nicu 2	Instalación de equipos Conexión a servicios	Generación de empleo.
Servicios e infraestructura	Seln 1	Conexión a servicios.	Demanda de servicios.
	Seln 2	Actividades de desmonte y despalme.	Generación de residuos orgánicos, producto del desmonte, despalme y limpieza.
Otros	Rui 1	Desmonte, despalme, actividades de rescate de flora y fauna.	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo y por actividades en general.

A continuación, se puede observar la matriz de causa-efecto para la etapa de **preparación del sitio**, donde se clasificaron con los criterios que se refirieron anteriormente.

Tabla V. 18 Matriz Causa-efecto para la evaluación de la etapa de preparación del sitio.

FACTORES AMBIENTALES		SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
			Levantamiento topográfico	Rescate de flora y fauna	Desmonte	Desplme	Transporte y disposición de residuos	+	-	+	-
CARA	SUELO	Suelo	0	0	-2	-3	0	0	5	0	8

FACTORES AMBIENTALES		SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO					TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
			Levantamiento topográfico	Rescate de flora y fauna	Desmonte	Desplme	Transporte y disposición de residuos	+	-	+	-
		Geomorfología	0	0	0	-3	0	0	3		
	AGUA	Superficiales	0	0	-2	-3	0	0	5	0	20
		Subterráneas	0	0	-2	-3	0	0	5		
		Calidad	0	0	-2	-3	0	0	5		
		Recarga	0	0	-2	-3	0	0	5		
	ATMÓSFERA	Calidad	-1	-1	-3	-1	-1	0	7	0	21
		Clima	-1	0	-3	-1	-1	0	6		
		Temperatura	-1	0	-3	-3	-1	0	8		
	PROCESOS	Erosión	0	0	-3	-3	-1	0	7	0	7
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	0	+2	-3	0	0	2	3	6	9
		Arbustos	0	+2	-3	0	0	2	3		
		Hierbas	0	+2	-3	0	0	2	3		
	FAUNA	Aves	0	+2	-2	-1	-1	2	4	4	8
		Animales terrestres incluso reptiles	0	+2	-3	-1	0	2	4		
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Espacios abiertos y salvajes	-1	-1	-3	-3	-1	0	9	0	9
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	0	-1	-3	-3	0	0	7	0	14
		Paisaje	0	-1	-3	-3	0	0	7		
	NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	+1	+1	+2	+2	+1	7	0	7	0
		Empleo	+1	+2	+2	+2	+1	8	0	8	0
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Red de transportes (movimiento, accesos)	0	-1	-1	-1	-1	0	4	3	6
		Disposición de residuos	0	0	-1	-1	+3	3	2		
OTROS		Ruido	-1	-1	-2	-2	-2	0	8	0	8
TOTAL, POR ACTIVIDAD		+	**2**	**13**	**4**	**4**	**5**	**28**	**0**	**28**	**0**
		-	**5**	**6**	**49**	**41**	**9**	**0**	**110**	**0**	**110**

(+) = IMPACTOS POSITIVOS
(-) = IMPACTOS NEGATIVOS

ESCALA DE PONDERACIÓN:
POSITIVOS 1 = BAJO 2 = MODERADO 3 = ALTO

NEGATIVOS -1 = BAJO -2 = MODERADO -3 = ALTO

En los resultados de la matriz de causa – efecto de la etapa de preparación del sitio se puede observar que, hay 73 impactos generados, dentro de los cuales 57 son impactos negativos; los cuales se clasifican 22 como muy significativos, 9 como significativos, 26 como poco significativos; como positivos se determinaron 16 impactos en donde 1 se consideró muy significativo, 10 son significativos y 5 corresponden a poco significativos, los cuales corresponden a los rubros de nivel cultural - empleo. Entre los factores ambientales negativos poco significativos se encuentran: atmósfera, servicios e infraestructura y otros; dentro de los impactos negativos significativos: usos del territorio, flora y fauna.

Una vez identificados los impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio, se realiza su evaluación mediante una **Matriz de Cribado** en la cual las columnas presentan los indicadores relacionados con dicha actividad y en las filas se presentan todos los criterios ambientales de evaluación: carácter, intensidad, temporalidad, ocurrencia, reversibilidad, mitigación y extensión.

1.- Levantamiento topográfico y delimitación

Tabla V. 19 Actividad de levantamiento topográfico y delimitación.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y DELIMITACIÓN											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER			-				-		**+**		-
INTENSIDAD			PS				PS		**PS**		PS
TIEMPO			T				T		**T**		T
OCURRENCIA			In				In		**Mo**		In
REVERSIBILIDAD			R				I				R
MITIGACIÓN			M				NM				M
EXTENSIÓN			L				L		**R**		L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

2.- Rescate de flora y fauna

Tabla V. 20 Actividad de rescate de flora y fauna.

RESCATE DE FLORA Y FAUNA											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER			-		**+**	**+**	-	-	**+**		-

RESCATE DE FLORA Y FAUNA											
INTENSIDAD			PS		**S**	**S**	PS	PS	**S**		PS
TIEMPO			T		**P**	**P**	T	T	**T**		T
OCURRENCIA			In		**U**	**U**	In	U	**Mo**		In
REVERSIBILIDAD			R		**-**	**-**	I	R			R
MITIGACIÓN			M		**-**	**-**	NM	M			M
EXTENSIÓN			L		**L**	**L**	L	L	**R**		L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

3.- Desmonte

Tabla V. 21 Actividad de desmonte.

DESMONTE											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-	-	-	-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	S	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	P	P	P	P	P	P	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	U	U	U	U	U	U	**Mo**	U	U
REVERSIBILIDAD	I	R	R	I	R	R	I	I		R	R
MITIGACIÓN	NM	M	M	NM	M	M	NM	NM		M	M
EXTENSIÓN	P	P	L	P	P	L	L	L	**R**	R	P

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

4.- Despalme

Tabla V. 22 Actividad de despalme.

DESPALME											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-	-		-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	MS	MS	S	MS		PS	MS	MS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	T	P		P	P	P	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	U	U		U	U	U	**Mo**	U	U
REVERSIBILIDAD	I	R	R	I		R	I	I		R	R
MITIGACIÓN	NM	M	M	NM		M	NM	NM		M	M

DESPALME											
EXTENSIÓN	P	P	L	P		L	L	L	**R**	R	P

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

5.- Transporte y disposición de residuos

Tabla V. 23 Transporte y disposición de residuos.

TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER			-	-		-	-		**+**	-	-
INTENSIDAD			S	MS		PS	PS		**PS**	MS	S
TIEMPO			T	P		P	P		**T**	T	T
OCURRENCIA			U	U		U	U		**Mo**	U	U
REVERSIBILIDAD			R	I		R	I			R	R
MITIGACIÓN			M	NM		M	NM			M	M
EXTENSIÓN			L	P		L	L		**L**	L	P

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

Impactos negativos

Para el proyecto **“Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”**, las etapas que se integran en la presente MIA son la de preparación del sitio, que incluye el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, la construcción de una planta de bombeo y la operación y mantenimiento de esta.

Para la etapa de preparación del sitio, el impacto sobre flora y fauna se considera, negativo, muy significativo, respecto a las actividades de desmonte y despalme, puesto que estas actividades ocasionarán el desplazamiento de la fauna local y afectarán la cobertura vegetal del sitio, afectando de manera directa el hábitat natural de las especies, sin embargo, se consideran impactos reversibles y mitigables. La maquinaria y vehículos generarán gases de combustión que serán dispersados e integrados al aire. La calidad de los gases de combustión dependerá del mantenimiento que tenga cada equipo, este impacto ambiental se evaluó como negativo, poco significativo, temporal, reversible y mitigable en un ámbito local.

En cuanto a la vistas panorámicas y paisajes este se alterará por las actividades de desmonte y despalme, por lo que el impacto se considera como muy significativo, irreversible y no mitigable, pero en una extensión local.

Se generarán residuos orgánicos y peligrosos durante las actividades de la etapa de preparación del sitio, que serán plásticos que cubran los equipos, cartón, madera, flejes, así como la basura generada por los trabajadores; los cuales se retirarán y enviarán a un sitio autorizado. La generación y manejo de dichos residuos puede ocasionar impactos ambientales negativos derivados de una inadecuada disposición final, sin embargo, estos impactos pueden ser mitigados mediante la implementación de medidas de control en su manejo interno y disposición final, por lo tanto, este impacto es considerado como significativo, temporal, intermitente, mitigable de extensión local debido a que su disposición final se llevará a cabo en los lugares ex profesos y autorizados.

La operación de maquinaria pesada también generará niveles de ruido que pueden rebasar los límites máximos establecidos, sin embargo, este impacto es considerado como significativo, temporal, intermitente y mitigable mediante el uso de equipo de protección por parte de los trabajadores.

En las actividades de desmonte, despalme y transporte y disposición de residuos, se generan impactos a la atmósfera y ruido, esto derivado de la operación de la maquinaria y equipo perteneciente a la planta de generación eléctrica, los impactos son considerados poco significativos, temporales, intermites, reversibles y mitigables, puesto que son pruebas que se realizan para una adecuada operación.

Impactos positivos

Durante la etapa de preparación del sitio se requerirá de mano de obra calificada y no calificada, esto dependerá de las labores requeridas, se contratará personal que viva en las localidades del municipio de Zacualtipán y comunidades cercanas. Este impacto positivo es significativo ya que se trata de empleos temporales. Con base en lo anterior esta etapa traerá beneficios económicos considerables por el tiempo que duren las obras.

Además, todos los trabajadores empleados en la obra recibirán el equipo de protección personal completo para las actividades a desempeñar con el fin de minimizar cualquier peligro al que estén expuestos, este impacto es considerado significativo.

Así mismo, durante la etapa de preparación del sitio, las actividades de rescate de flora y fauna generarán impactos positivos, significativos, ya que las

especies de flora y fauna serán rescatadas y reubicadas, esta actividad se considera realizar antes del desmonte y el despalme.

V.2.2 CONSTRUCCIÓN

Los impactos ambientales derivados de la fase de construcción se observan en la siguiente tabla.

Tabla V. 24 Impactos en la etapa de construcción de la planta de bombeo 01.

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
Suelo	Su 1	Tránsito y mantenimiento de maquinaria y equipo.	Ingreso de hidrocarburos al suelo.
	Su 2	Construcción de Planta de bombeo.	Uso de recursos minerales (bancos pétreos).
	Su 3	Construcción de Planta de bombeo.	Uso de materiales de construcción.
Agua	Agu 1	Excavación, movimiento de maquinaria y equipo, zanjas, drenes. Rellenos.	Obstrucción parcial del flujo. Encharcamientos locales.
	Agu 2	Derrames de maquinaria y equipo, mal manejo de sanitarios temporales y residuos.	Aumento de contaminantes en el agua.
Atmósfera	Atm 1	Excavaciones, cortes, traslados, mezclados, operación de maquinaria y equipo.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión), por la operación de vehículos.
Procesos	Pr 1	Nivelación, excavación, cortes, rutas de acceso, operación de maquinaria y equipo.	Aumento en la erosión del suelo.
Fauna	Fau 1	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentado.
	Fau 2	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentado.
Usos del territorio	Ute 1	Movimiento de maquinaria por	Modificación del espacio abierto.

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
		actividades constructivas.	
Estéticos y de interés humano	Est 1	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas
Nivel cultural	Nicu 1	Procesos constructivos, mano de obra.	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado y las prestaciones de ley.
	Nicu 2	Procesos constructivos, mano de obra.	Generación de empleo.
Servicios e infraestructura	SeIn 1	Procesos constructivos, mano de obra.	Acceso a servicio de transporte.
	SeIn 2	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
Otros	Rui 1	Mano de obra, operación de maquinaria y equipo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo.

A continuación, se puede observar la matriz de causa-efecto para la etapa de **construcción**, donde se clasificaron con los criterios que se refirieron anteriormente:

Tabla V. 25 Matriz Causa-efecto para la evaluación de la etapa de construcción de la planta de bombeo 01.

FACTORES AMBIENTALES		SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE BOMBEO 01							TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
			Nivelación y excavación	Captación	Cárcamo de bombeo	Caseta de controles	Instalación de tubería	Cercado perimetral	Transporte y disposición de residuos	+	-	+	-
CARACTERÍSTICAS FISICO QUÍMICAS	SUELO	Suelo	-3	-2	-2	-2	0	-2	0	0	11	0	19
		Recursos minerales	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	4		
		Material de construcción	-1	-1	-1	-1		0	0	0	4		
	AGUA	Superficiales	-1	-2	-1	-1	-2	0	0	0	7	0	13
		Calidad	-1	-2	-1	-1	-1	0	0	0	6		

FACTORES AMBIENTALES		SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DE PLANTA DE BOMBEO 01							TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
			Nivelación y excavación	Captación	Cárcamo de bombeo	Caseta de controles	Instalación de tubería	Cercado perimetral	Transporte y disposición de residuos	+	-	+	-
	ATMÓSFERA	Calidad	-2	-1	-2	-2	-1	0	0	0	8	0	8
	PROCESOS	Erosión	-2	0	-1	-1	-1	0	0	0	5	0	5
	FAUNA	Aves	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	7	0	12
		Animales terrestres incluso reptiles	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	5		
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Espacios abiertos y salvajes	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	6	0	6
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	6	0	12
		Paisaje	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	6		
	NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	14	0	14	0
		Empleo	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	14	0	14	0
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Red de transportes (movimiento, accesos)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	7	3	14
		Disposición de residuos	-2	-1	-1	-1	-1	-1	+3	3	7		
OTROS		Ruido	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-2	0	13	0	13
TOTAL, POR ACTIVIDAD		+	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**7**	**31**	**0**	**31**	**0**
		-	**21**	**18**	**18**	**18**	**13**	**10**	**4**	**0**	**102**	**0**	**102**

(+) = IMPACTOS POSITIVOS
(-) = IMPACTOS NEGATIVOS

ESCALA DE PONDERACIÓN:

POSITIVOS 1 = BAJO 2 = MODERADO 3 = ALTO
NEGATIVOS -1 = BAJO -2 = MODERADO -3 = ALTO

En los resultados de la matriz de causa – efecto de la etapa de construcción se puede observar que, hay 97 impactos generados, dentro de los cuales 82 son impactos negativos; los cuales se clasifican 1 como muy significativo, 18 como significativos, 63 como poco significativos; como positivos se determinaron 15 impactos en donde 1 se consideró muy significativo y 14 son

significativos, los cuales corresponden a los rubros de nivel cultural - empleo. Entre los factores ambientales negativos poco significativos se encuentran: fauna, uso del territorio, estéticos y de interés humano; dentro de los impactos negativos significativos: suelo, agua, atmósfera, otros.

Una vez identificados los impactos ambientales en la etapa de construcción, se realiza su evaluación mediante una **Matriz de Cribado** en la cual las columnas presentan los indicadores relacionados con dicha actividad y en las filas se presentan todos los criterios ambientales de evaluación: carácter, intensidad, temporalidad, ocurrencia, reversibilidad, mitigación y extensión

1.- Nivelación y excavación

Tabla V. 26 Actividad de Nivelación y excavación.

NIVELACIÓN Y EXCAVACIÓN											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-	-		-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	MS	PS	MS	MS		PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	T	T		P	T	T	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	In	In		U	In	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD	I	R	R	R		R	I	I			R
MITIGACIÓN	NM	M	M	M		M	NM	NM			M
EXTENSIÓN	L	L	L	L		L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

2.- Captación

Tabla V. 27 Actividad de captación.

RESCATE DE CAPTACIÓN											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-			-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	PS	S	PS			PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	T			P	T	T	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	In			U	In	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD	I	R	R			R	I	I			R
MITIGACIÓN	NM	M	M			M	NM	NM			M
EXTENSIÓN	L	L	L			L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

3.- Cárcamo de bombeo

Tabla V. 28 Cárcamo de bombeo.

CÁRCAMO DE BOMBEO											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-	-		-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	PS	PS	MS	PS		PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	T	T		P	T	T	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	In	In		U	In	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD	I	R	R	R		R	I	I			R
MITIGACIÓN	NM	M	M	M		M	NM	NM			M
EXTENSIÓN	L	L	L	L		L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

4.- Caseta de controles

Tabla V. 29 Caset de controles.

CASETA DE CONTROLES											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-	-	-	-		-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	PS	PS	MS	PS		PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO	P	P	T	T		P	T	T	**T**	T	T
OCURRENCIA	U	U	In	In		U	In	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD	I	R	R	R		R	I	I			R
MITIGACIÓN	NM	M	M	M		M	NM	NM			M
EXTENSIÓN	L	L	L	L		L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

5.- Instalación de tuberías

Tabla V. 30 Instalación de tuberías.

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER		-	-	-		-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD		S	PS	PS		PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO		P	T	P		P	P	T	**T**	T	T
OCURRENCIA		U	U	U		U	U	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD		R	R	I		R	I	I			R
MITIGACIÓN		M	M	NM		M	NM	NM			M
EXTENSIÓN		L	L	P		L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

6.- Cercado perimetral

Tabla V. 31 Cercado perimetral.

CERCADO PERIMETRAL											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER	-					-	-	-	**+**	-	-
INTENSIDAD	MS					PS	PS	PS	**S**	PS	S
TIEMPO	P					P	P	T	**T**	T	T
OCURRENCIA	U					U	U	In	**Mo**	T	In
REVERSIBILIDAD	I					R	I	I			R
MITIGACIÓN	NM					M	NM	NM			M
EXTENSIÓN	L					L	L	L	**R**	R	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

7.- Transporte y disposición de residuos

Tabla V. 32 Transporte y disposición de residuos.

TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER						-			**+**	-	**+**
INTENSIDAD						PS			**S**	PS	**MS**
TIEMPO						P			**T**	T	**T**
OCURRENCIA						U			**Mo**	T	**In**
REVERSIBILIDAD						R					**R**
MITIGACIÓN						M					**M**
EXTENSIÓN						L			**R**	R	**L**

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

Impactos negativos

Para la etapa de construcción de la planta de bombeo 01, el impacto sobre el suelo se considera, negativo, muy significativo en cuanto a la actividad de nivelación-excavación y significativo, respecto a las actividades de captación, cárcamo de bombeo, caseta de controles y cercado perimetral, puesto que estas actividades ocasionarán la alteración física, química y biológica del suelo, originando la pérdida de su estructura, arrastre de finos, sedimentación, , sin embargo, se consideran impactos locales. La maquinaria y vehículos generarán gases de combustión que serán dispersados e integrados al aire. La calidad de los gases de combustión dependerá del mantenimiento que tenga cada equipo, este impacto ambiental se evaluó como negativo, poco significativo, temporal, reversible y mitigable en un ámbito local. A su vez, generará niveles de ruido que pueden rebasar los límites máximos establecidos, sin embargo, este impacto es considerado como significativo, temporal, intermitente y mitigable mediante el uso de equipo de protección por parte de los trabajadores.

En cuanto al impacto sobre el agua, el impacto será significativo, ya que podrán aumentar los escurrimientos, remover sedimentos, ocasionar socavación, habrá riesgo de contaminar con combustibles o lubricantes, y se podría alterar la turbidez o alcalinidad de este factor, sin embargo, estos

impactos se considerar únicos, reversibles, mitigables y con extensión local. En cuanto a los espacios abiertos y salvajes, vistas panorámicas y paisajes estos se alterarán por l construcción de la planta de bombeo, por lo que el impacto se considera como negativo, significativo, irreversible y no mitigable, pero en una extensión local.

Se generarán residuos peligrosos y de manejo especial durante las actividades de la etapa de construcción, que serán lubricantes, grasas, aceites, cartón, madera, flejes, así como la basura generada por los trabajadores; los cuales se retirarán y enviarán a un sitio autorizado. La generación y manejo de dichos residuos puede ocasionar impactos ambientales negativos derivados de una inadecuada disposición final, sin embargo, estos impactos pueden ser mitigados mediante la implementación de medidas de control en su manejo interno y disposición final, por lo tanto, este impacto es considerado como significativo, temporal, intermitente, mitigable de extensión local debido a que su disposición final se llevará a cabo en los lugares ex profesos y autorizados.

Impactos positivos

Durante la fase de construcción se prevé la incorporación de personal con distintos niveles de especialización, desde operarios y ayudantes generales hasta técnicos, topógrafos y supervisores. La integración de estas cuadrillas se hará privilegiando la contratación de habitantes del municipio de Zacualtipán y de sus comunidades aledañas, a fin de aprovechar la mano de obra disponible y fortalecer la economía local. Aunque los puestos serán de carácter temporal, su efecto es relevante: dinamizan el comercio de la zona (alimentos, hospedaje, transporte, ferreterías), impulsan servicios complementarios y generan encadenamientos productivos con proveedores regionales. En conjunto, esta derrama económica se mantendrá durante todo el periodo constructivo y se reflejará en ingresos directos para los hogares y en ventas adicionales para pequeños negocios.

El proyecto contempla, además, un programa de capacitación breve para el personal recién incorporado, con énfasis en prácticas seguras de trabajo, cuidado del entorno y uso adecuado de herramientas y maquinaria. Esta preparación eleva la empleabilidad de los trabajadores aun después de concluida la obra, pues les permite adquirir competencias básicas en construcción, control de calidad y seguridad industrial. La contratación se realizará bajo condiciones laborales formales y con respeto a los derechos de las personas, fomentando la igualdad de oportunidades y la inclusión de grupos tradicionalmente subrepresentados cuando el perfil del puesto lo permita.

En materia de salud y seguridad, todo el personal contará con equipo de protección personal acorde con su actividad (casco, chaleco, guantes, protección

ocular, calzado de seguridad y, cuando proceda, protección auditiva y arnés). Paralelamente, se aplicarán procedimientos de inducción, charlas de seguridad y supervisión diaria para identificar peligros y prevenir incidentes. La combinación de capacitación, EPP completo y vigilancia operativa reduce de manera sustancial la exposición a riesgos, por lo que el efecto en la protección de los trabajadores es claramente positivo y significativo.

Asimismo, la gestión de residuos de la construcción seguirá un esquema ordenado que incluye separación en sitio, almacenamiento temporal en contenedores identificados, reúso de materiales inertes cuando sea viable y envío de aprovechables a reciclaje mediante transportistas autorizados. Este manejo evita la dispersión de materiales en la vía pública y la disposición inadecuada, mejora la limpieza del entorno y disminuye la presencia de vectores y polvo, con beneficios directos para los frentes de obra y para la población cercana. La logística de recolección y transporte, al estar formalizada, también genera actividad económica adicional para prestadores locales de servicios y permite llevar un control trazable de entradas y salidas, lo que se traduce en mejores prácticas ambientales y de orden urbano.

V.2.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Los impactos ambientales derivados de la fase de operación y mantenimiento se observan en la siguiente tabla.

Tabla V. 33 Impactos ambientales de la etapa de operación y mantenimiento.

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
Agua	Agu 1	Descargas de gua con sólidos arrastrados.	Aumento en la turbidez del agua.
	Agu 2	Descargas, limpiezas, escurrimientos del sitio.	Disminución de calidad del agua por limpiezas mal ejecutadas.
Atmósfera	Atm 1	Pruebas, tránsito en acceso.	Generación de incrementos locales de partículas.
Usos del territorio	Ute 1	Operación de equipos y planta de bombeo.	Aumento en la infraestructura de la región, lo que tendrá un impacto positivo en las zonas residenciales.
Nivel cultural	Nicu 1	Operación de equipos y planta de bombeo	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado y las prestaciones de ley.

FACTOR AMBIENTAL	CLAVE	ACTIVIDAD	IMPACTO
	Nicu 2	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de empleo.
Servicios e infraestructura	Seln 1	Operación de planta cercada.	Reduce tránsito indiscriminado de personas y vehículos.
	Seln 2	Operación de equipos y planta de bombeo	Aumento en el servicio de abastecimiento agua en la Región.
	Seln 3	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.
Otros	Rui 1	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo de la planta de bombeo 01.

A continuación, se puede observar la matriz de causa-efecto para la etapa de **operación y mantenimiento**, donde se clasificaron con los criterios que se refirieron anteriormente:

Tabla V. 34 Matriz Causa-efecto para la evaluación de la etapa de operación y mantenimiento de la planta de bombeo 01.

FACTORES AMBIENTALES		SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE BOMBEO 01		TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
			Operación de la planta de bombeo 01	Mantenimiento de la planta de bombeo 01	+	-	+	-
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	AGUA	Superficiales	-1	-1	0	2	0	4
		Calidad	-1	-1	0	2		
	ATMÓSFERA	Calidad	-1	-1	0	2	0	2
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Zona residencial	+2	+1	3	0	3	0
	NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	+2	+2	4	0	4	0
		Empleo	+2	+2	4	0	4	0
	SERVICIOS E	Red de transportes (movimiento, accesos)	+1	+1	2	0	4	2

FACTORES AMBIENTALES	SUBFACTORES AMBIENTALES	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE BOMBEO 01		TOTAL, POR SUBFACTOR AMBIENTAL		TOTAL, POR FACTOR AMBIENTAL	
		Operación de la planta de bombeo 01	Mantenimiento de la planta de bombeo 01	+	-	+	-
	Red de servicios	+1	+1	2			
	Disposición de residuos	-1	-1	0	2		
OTROS	Ruido	-1	-1	0	2	0	2
TOTAL, POR ACTIVIDAD	+	8	7	15	0	15	0
	-	5	5	0	10	0	10

(+) = IMPACTOS POSITIVOS
(-) = IMPACTOS NEGATIVOS

ESCALA DE PONDERACIÓN:
POSITIVOS 1 = BAJO 2 = MODERADO 3 = ALTO
NEGATIVOS -1 = BAJO -2 = MODERADO -3 = ALTO

En los resultados de la matriz de causa – efecto de la etapa de construcción se puede observar que, hay 20 impactos generados, dentro de los cuales 10 son impactos negativos; los cuales se clasifican 10 como poco significativos; como positivos se determinaron 10 impactos en donde 5 se consideraron muy significativos y 5 poco significativos, los cuales corresponden a los rubros de nivel cultural, usos del territorio y servicios e infraestructura, de los factores ambientales negativos poco significativos se encuentran: agua, atmósfera, disposición de residuos y otros.

Una vez identificados los impactos ambientales en la etapa de operación y mantenimiento de la planta de bombeo 01, se realiza su evaluación mediante una **Matriz de Cribado** en la cual las columnas presentan los indicadores relacionados con dicha actividad y en las filas se presentan todos los criterios ambientales de evaluación: carácter, intensidad, temporalidad, ocurrencia, reversibilidad, mitigación y extensión.

1.- Operación de la planta de bombeo 01.

Tabla V. 35 Actividad de operación de la planta de bombeo 01.

OPERACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO										
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER		-	-				+		+	+	-
INTENSIDAD		PS	PS				**S**		**S**	**PS**	PS
TIEMPO		P	P				**T**		**T**	**T**	T
OCURRENCIA		U	U				**In**		**Mo**	**T**	In

OPERACIÓN DE LA PLANTA DE BOMBEO											
REVERSIBILIDAD		R	R								R
MITIGACIÓN		M	M								M
EXTENSIÓN		L	L				**R**		**R**	**R**	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

2.- Mantenimiento de la planta de bombeo 01.

Tabla V. 36 Actividad mantenimiento de la planta de bombeo 01.

RESCATE DE CAPTACIÓN											
IMPACTO	**SU**	**AG**	**AT**	**PR**	**FL**	**FA**	**UT**	**ES**	**NC**	**SE**	**RU**
CARÁCTER		-	-				**+**		**+**	**+**	-
INTENSIDAD		PS	PS				**PS**		**S**	**PS**	PS
TIEMPO		P	P				**T**		**T**	**T**	T
OCURRENCIA		U	U				**In**		**Mo**	**T**	In
REVERSIBILIDAD		R	R								R
MITIGACIÓN		M	M								M
EXTENSIÓN		L	L				**R**		**R**	**R**	L

CARÁCTER:
- = Negativo
+ = Positivo

INTENSIDAD:
MS = Muy significativo
S = Significativo
PS = Poco significativo

TIEMPO:
T = Temporal
P = Permanente

OCURRENCIA:
U = Único
In = Intermitente
Mo = Momentáneo

REVERSIBILIDAD:
R = Reversible
I = Irreversible

MITIGACIÓN:
M = Mitigable
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:
P=Puntual
L = Local
R = Regional

Impactos negativos

Para la etapa de operación y mantenimiento de la planta de bombeo 01, el impacto sobre la atmósfera se considera, negativo, poco significativo en cuanto a las actividades de operación y mantenimiento, puesto que Uno de los principales impactos ambientales de estas es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO_2). Además, la operación de los componentes de la planta de bombeo puede generar calor por el calentamiento de sus motores, lo cual ocasiona el aumento leve de la temperatura local. La maquinaria y vehículos generarán gases de combustión que serán dispersados e integrados al aire. La calidad de los gases de combustión dependerá del mantenimiento que tenga cada equipo, este impacto ambiental se evaluó como negativo, poco significativo, temporal, reversible y mitigable en un ámbito local. A su vez, generará niveles de ruido que pueden

rebasar los límites máximos establecidos, sin embargo, este impacto es considerado como significativo, temporal, intermitente y mitigable mediante el uso de equipo de protección por parte de los trabajadores.

En cuanto al impacto sobre el agua, el impacto será poco significativo, ya que el mantenimiento, tal y como las purgas, enjuagues y pruebas pueden ocasionar turbidez, descarga de agua con finos y hasta un posible arrastre difuso de aceites o grasas hacia la red, sin embargo, estos impactos se considerar únicos, reversibles, mitigables y con extensión local.

Se generarán residuos sólidos urbanos y de manejo especial durante las actividades de la etapa de operación y mantenimiento, proveniente de embalajes, filtros, cartuchos no contaminados, los cuales se retirarán y enviarán a un sitio autorizado.

Impactos positivos

Durante la fase de operación y mantenimiento de la planta de bombeo 01, la planta cercada y con control de accesos reduce el tránsito indiscriminado de personas y vehículos, y los tiraderos clandestinos. La delimitación de áreas no operativas como franjas verdes mantienen cobertura y continuidad del paisaje, lo que favorece la conservación del entorno inmediato. Por su permanencia durante toda la vida útil y su efecto preventivo, el beneficio se valora como significativo. El proyecto contempla, protocolos de seguridad, señalización, iluminación, control de accesos, planes de atención a emergencias y ordenamiento de las maniobras reducen exposición a riesgos laborales y de terceros. Además, al funcionar correctamente la infraestructura hidráulica, disminuyen encharcamientos en el entorno y con ello los riesgos viales y sanitarios. Por lo que se considera un impacto positivo y significativo por su continuidad y alcance preventivo. Para la actividad de mantenimiento las inspecciones programadas, pruebas de equipos, actualización de extintores y capacitación refuerzan la cultura de seguridad. Aunque son eventos acotados en el tiempo, su contribución a prevenir incidentes es alta y recurrente.

Se generarán empleos directos (operadores, electromecánicos, vigilancia, limpieza) e indirectos (servicios, insumos, transporte local). Incluye capacitación básica y especialización, elevando empleabilidad futura. El efecto económico es sostenido y visible en proveedores locales. Para el mantenimiento se llevará a cabo la contratación periódica de servicios especializados (mecánicos, eléctricos, pruebas, pintura) que activa la economía local y mantiene cadenas de suministro; se considera significativo por su recurrencia y temporalidad.

El suministro y la ampliación de la red de servicio de agua, beneficiará a la región de Zacualtipán, lo cual beneficiará a los habitantes de comunidades

cercanas, favoreciendo los asentamientos humanos y zonas residenciales, brindando una mejor calidad de vida, además, de que favorecerá el crecimiento de zonas residenciales, por lo que se consideró un impacto positivo significativo a escala regional.

V.3 Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto ambiental que puede alterar el funcionamiento de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SA reduzca su significancia. Sin embargo, pueden llegar a existir impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas y que son denominados residuales. Asimismo, el REIA en su Artículo 3°, fracción X, describe un impacto residual como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente de un proyecto sobre el ambiente. Para el caso del Proyecto, la identificación de los impactos residuales se llevó a cabo en función del atributo de Tiempo, definido como Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto, y adquiere valores entre Temporal (T) y Permanente (P), donde los impactos residuales serían aquellos que adquieren el valor de **P**, correspondientes a los que persisten durante toda la vida útil del Proyecto. De conformidad con la matriz de valoración se identificaron los siguientes impactos residuales:

Tabla V. 37 Impactos residuales del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	IMPACTO RESIDUAL	DURACIÓN
Suelo	Calidad de su estado original, contenido de sustancias ajenas y alterantes de sus propiedades	Alteración de las propiedades del suelo.	Permanente
	% de modificación respecto al total	Cambio en la forma del relieve, perfiles y pendientes.	
Atmósfera	Calidad atmosférica	Cambios en los patrones climáticos y aumento de las temperaturas poremisión de gases de efecto invernadero.	
Agua	Modificación de corrientes naturales	Alteración del trazo de las corrientes.	

V.4 Impactos acumulativos

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que, se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la “línea base o cero” originada por efectos aditivos. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el SA, es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa.

Como se mencionó con anterioridad, considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados por el juicio de expertos y la interpretación geográfica e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SA, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

Tabla V. 38 Impactos acumulativos del proyecto.

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	IMPACTO
Atmósfera	Calidad atmosférica	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión), por la operación de equipo, maquinaria y vehículos que serán usados durante la preparación del sitio, construcción, operación mantenimiento del proyecto.
	Calidad atmosférica	Cambios en los patrones climáticos y aumento de las temperaturas por emisión de gases de efecto invernadero.
	Valores de temperatura	Aumento local de la temperatura del aire y de la superficie.

FACTOR AMBIENTAL	INDICADOR	IMPACTO
	Valores de temperatura y sensación térmica.	Elevación de la sensación térmica.
Usos del territorio	Zona residencial	Aumento de zonas residenciales.

V.5 Resumen y conclusiones

Tabla V. 39 Resumen de impactos a nivel Sistema Ambiental.

OBRAS Y/O ACTIVIDADES EN EL SA	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO					
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO	INDICADOR
Desarrollo de infraestructura para abastecer a la región de Zacualtipán del servicio de agua.	Atmósfera	Atm 1	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Negativo	Calidad atmosférica
Operación de servicios de infraestructura.	Atmósfera	Atm 2	Acumulativo	Permanente	Regional	Alta	Negativo	Calidad atmosférica

Tabla V. 40 Resumen de impactos por la etapa de preparación del sitio.

Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Levantamiento topográfico y delimitación, Rescate de flora y fauna, Desmonte, Despalme, Transporte y disposición de residuos.	Suelo	Su 1	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo
		Su 2	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo
	Agua	Agu 1	Muy significativo	Permanente	Local	Alta	Negativo
		Agu 2	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo
		Agu 3	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo
		Agu 4	Muy significativo	Permanente	Local	Alta	Negativo
	Atmósfera	Atm 1	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo
		Atm 2	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo
		Atm 3	Significativo	Permanente	Local	Moderada	Negativo
	Procesos	Pr 1	Muy Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo
	Flora	Fl 1	Muy significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo
		Fl 2	Muy significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo
		Fl 3	Muy	Permanente	Puntual	Alta	Negativo

Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
			significativo				
	Fauna	Fau 1	Muy significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo
	Usos del Territorio	UTe 1	Muy significativo	Permanente	Local	Alta	Negativo
	Estéticos y de interés humano	Est 1	Muy significativo	Permanente	Local	Alta	Negativo
	Nivel cultural	Nicu 1	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
		Nicu 2	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
	Servicios e infraestructura	SeIn 1	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Negativo
		Seln 2	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Negativo
	Otros	Rui 1	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo

Tabla V. 41 Resumen de impactos para la etapa de construcción.

OBRAS Y/O ACTIVIDADES	COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	RELACIÓN DEL IMPACTO				
			TIPO	DURACIÓN	EXTENSIÓN	INTENSIDAD	EFECTO
Nivelación excavación, Captación, Cárcamo de bombeo, Case de controles, Instalación de tubería, Cercado perimetral, Transporte y disposición de residuos.	Suelo	Su 1	Significativo	Permanente	Puntual	Moderada	Negativo
		Su 2	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
		Su 3	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
	Agua	Agu 1	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
		Agu 2	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
	Atmósfera	Atm 1	Acumulativo	Temporal	Local	Mínima	Negativo
	Procesos	Pr 1	Muy Significativo	Permanente	Puntual	Alta	Negativo
	Fauna	Fau 1	Significativo	Permanente	Puntual	Moderado	Negativo
		Fau 2	Significativo	Permanente	Puntual	Moderado	Negativo
	Usos del Territorio	Ute 1	Poco significativo	Permanente	Local	Mínima	Negativo
	Estéticos y de interés humano	Est 1	Poco significativo	Permanente	Local	Mínima	Negativo
	Nivel cultural	Nicu 1	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
		Nicu 2	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
	Servicios e infraestructura	SeIn 1	Poco Significativo	Temporal	Regional	Mínima	Negativo
		Seln 2	Poco Significativo	Temporal	Regional	Mínima	Negativo
	Otros	Rui 1	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo

Tabla V. 42 Resumen de impactos para la etapa de operación y mantenimiento.

Obras y/o actividades	Componente ambiental	Impacto ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Nivelación excavación, Captación, Cárcamo de bombeo, Case de controles, Instalación de tubería, Cercado perimetral, Transporte y disposición de residuos.	Agua	Agu 1	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
		Agu 2	Poco significativo	Permanente	Puntual	Mínima	Negativo
	Atmósfera	Atm 1	Acumulativo	Permanente	Local	Mínima	Negativo
	Usos del Territorio	UTe 1	Poco significativo	Permanente	Local	Mínima	Negativo
	Nivel cultural	Nicu 1	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
		Nicu 2	Significativo	Temporal	Regional	Moderada	Positivo
	Servicios e infraestructura	SeIn 1	Poco significativo	Temporal	Regional	Mínima	Negativo
		Seln 2	Poco significativo	Temporal	Regional	Mínima	Negativo
		Seln 3	Poco significativo	Temporal	Regional	Mínima	Negativo
	Otros	Rui 1	Residual	Temporal	Puntual	Mínima	Negativo

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES..

Manifestación de Impacto Ambiental

para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO — 2022-2028 —

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 260
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 260
VI.1.1 Medidas preventivas y/o de mitigación. 261
VI.2 Impactos residuales 273

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

En este capítulo, se exponen las medidas recomendadas para mitigar los impactos ambientales negativos generales del proyecto, teniendo en cuenta las acciones o actividades impactantes que producen o generan efectos sobre los medios natural y antrópico.

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto ambiental se define a las medidas de prevención y mitigación como; “El conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tiene por objetivo evitar o reducir los impactos ambientales que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de obra o actividad”.

Una vez que se han identificado las actividades del proyecto en las etapas de instalación y operación y mantenimiento que puedan causar impactos, se procederá a determinar las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales.

En el presente capítulo se describirán las medidas de prevención, mitigación y compensación, las cuales serán presentadas por cada actividad, de acuerdo a los impactos ambientales señalados en el capítulo V.

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

El desarrollo del proyecto **“Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”** comprende actividades que modifican las condiciones naturales del entorno hacia un nuevo estado, dichas modificaciones pueden ser positivas o negativas e inciden sobre las características físico-químicas, condiciones bióticas y factores culturales del Sistema Ambiental delimitado.

El conocer las modificaciones que tendrán lugar durante la realización de un proyecto permite determinar la magnitud, duración y extensión de las mismas y, por tanto, se hace a la vez posible proponer medidas que permitan atenuar los efectos producidos por las actividades relacionadas al proyecto sobre el medio natural y socioeconómico.

Considerando lo anterior, la información proporcionada en este estudio con respecto al medio físico y biótico e identificación y evaluación de los impactos ambientales permite obtener la información necesaria para determinar los

impactos adversos que resultan significativos y residuales, para diseñar las medidas de prevención, mitigación y compensación de estos impactos ambientales.

Para este estudio, se identificaron medidas preventivas, de mitigación y de compensación, que deberán llevarse a cabo para garantizar que el costo ambiental durante la ejecución del proyecto **“Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”, para abastecer a la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo”** sea el menor posible en el entorno inmediato y en el Sistema Ambiental.

La importancia de las medidas en el área del proyecto se origina de las distintas consideraciones ambientales y económicas realizadas mediante las inspecciones en campo y la información recabada de diversas fuentes escritas. De manera adicional, la inclusión de las medidas preventivas permite disminuir los efectos de los impactos ambientales al inicio de la obra.

Otras acciones para prevenir impactos se aplican mediante las medidas de mitigación, y compensación, las cuales disminuirán los impactos significativos por tipo de actividad. Estas medidas de mitigación serán específicas para las acciones relacionadas con las diversas etapas del proyecto.

La aplicación de las medidas de mitigación debe ser técnicamente viables y su ejecución debe ser supervisada, para minimizar el efecto al ambiente por otras que en su momento no fueron identificadas o que en el proceso del proyecto fueron surgiendo, además de cumplir con la legislación vigente.

VI.1.1 Medidas preventivas y/o de mitigación.

Medidas preventivas: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente (Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental). La aplicación de estas medidas evitará la aparición del efecto modificando los elementos definitorios de la actividad.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberán disminuir la intensidad y la extensión del impacto ambiental

Una vez evaluados los impactos ambientales se elaboraron las siguientes tablas con las medidas de prevención y/o mitigación por etapa del proyecto

a) Medidas de la etapa en la etapa de preparación del sitio.

Tabla VI.1 Medidas de mitigación y compensación en la etapa de preparación del sitio.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
Suelo	Limpieza del terreno, desmonte y despalme	Alteración de las propiedades del suelo	Se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Suelo Orgánico,** que contempla la extracción y almacenamiento adecuado del suelo para conservar su fertilidad y evitar su degradación durante la obra.
	Movimiento de tierras	Cambio en la forma del relieve, perfiles y pendientes.	Se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Suelo Orgánico, que incluye la extracción, manejo cuidadoso y reubicación del suelo para conservar su estructura y mitigar alteraciones en el relieve.
Agua	Desmonte y despalme, obras provisionales	Alteración del trazo de corrientes.	Se implementarán medidas para controlar la escorrentía y evitar desviaciones en el trazo natural de las corrientes, como zanjas de contención y barreras físicas temporales.
	Mantenimiento de maquinaria	Incremento de la probabilidad de que hidrocarburos migren al subsuelo por derrames.	Se llevará a cabo el mantenimiento de maquinaria en zonas confinadas y con protección impermeable, para prevenir filtraciones de aceites o combustibles al suelo.
	Derrames de aceites, grasas. Mal manejo de sanitarios portátiles.	Generación de aguas residuales del servicio sanitario para trabajadores.	Se adoptarán medidas para asegurar el manejo correcto de sanitarios portátiles, incluyendo mantenimiento periódico y disposición autorizada de los residuos. De igual manera se considerará un sanitario portátil por cada diez personas.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
	Desmonte, despalme.	Menor infiltración por pérdida de capa orgánica.	Con el fin de mantener la función hidrológica del suelo, se establecerán medidas para favorecer la infiltración y evitar escurrimientos, como revegetación y control de compactación.
Atmósfera	Exposición de suelo seco por desmonte y despalme. Operación de equipos diésel. Tránsito de maquinaria y camiones.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión).	Para reducir emisiones al aire, se aplicarán medidas como el riego periódico de suelos expuestos, mantenimiento de maquinaria y control del tránsito vehicular. Se evitará la quema de vegetación. El acarreo de materiales en transportes cubiertos. Los vehículos empleados en la obra deberán cumplir con la NOM-045-SEMARNAT-2006 para unidades que utilizan diésel como combustible.
	Retiro de vegetación y capa orgánica; amplia exposición de suelo.	Aumento local de la temperatura del aire y de la superficie.	Se contempla minimizar la exposición prolongada del suelo mediante revegetación temprana y cobertura vegetal. Los vehículos empleados en la obra deberán cumplir con la NOM-045-SEMARNAT-2006 para unidades que utilizan diésel como combustible.
	Operación continua de maquinaria y equipos que emiten calor.	Elevación de la sensación térmica.	Se procurará reducir la operación simultánea de equipos, generar espacios con sombra o ventilación para mitigar el incremento de sensación térmica.
Procesos	Desmonte y despalme, tránsito de maquinaria.	Aumento de la tasa de erosión.	Se aplicarán barreras físicas, revegetación temporal y manejo del tránsito de maquinaria para reducir la remoción de suelo y prevenir procesos erosivos.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
Flora	Desmonte y rescate de flora.	Fragmentación del dosel. Reducción de la pérdida de individuos.	Se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, mediante el retiro, manejo y reubicación de especies para conservar la cobertura vegetal y minimizar la fragmentación del dosel. Se aplicará el **Programa de Reforestación.**
	Desmonte y limpieza. Rescate de flora.	Reducción de la cobertura arbustiva. Las actividades de rescate aumentan la reversibilidad del impacto.	Se llevará a cabo el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, intensificando el rescate de especies arbustivas para compensar la reducción de cobertura y garantizar su conservación. Se aplicará el **Programa de Reforestación.**
	Desmonte y limpieza. Rescate de flora.	Pérdida de especies, Mantiene parte del banco de semillas y del material vegetativo, acelerando la restitución de cobertura.	Se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre**, realizando la recolección y almacenamiento de semillas y material vegetativo, así como el trasplante de especies para acelerar la recuperación de la cobertura vegetal. Se aplicará el **Programa de Reforestación.**
Fauna	Desmonte, despalme, tránsito de maquinaria. Rescate de fauna.	Perturbación de fauna.	Se aplicará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**, realizando el monitoreo, captura temporal y traslado seguro de los ejemplares a zonas adecuadas. Inducir y permitir el paso de fauna de los sitios de trabajo a otros alejados

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
			Los responsables de la construcción, deberán capacitar a sus trabajadores para respetar la fauna silvestre; es decir, no se practicará la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar durante la preparación del sitio. Tampoco se ahuyentará a la fauna terrestre que se encuentre cerca por medio de persecución y de ser posible efectuar captura y liberación de vertebrados en sitios adecuados, principalmente en animales que presentan desplazamientos cortos o lentos. Se recomienda que 30 minutos antes de empezar a desmontar el sitio, una persona deberá de pasar primero por el lugar haciendo ruido con un silbato para que los animales se espanten y puedan escapar antes de empezar a desmontar. Durante la etapa de instalación deberá capacitar a los trabajadores, mediante pláticas de inducción, para evitar la perturbación y/o captura de la fauna silvestre que pudiera llegar a encontrarse en la obra o en los terrenos colindantes.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
			Se prohíbe la extracción de fauna, en caso de cruzarse con alguna especie de fauna, esta deberá reubicarse y liberarse en un predio aledaño en igualdad de condiciones.
Usos de territorio	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Modificación del espacio abierto.	Se llevará a cabo la delimitación y señalización de las áreas de trabajo, así como la restauración de espacios abiertos para minimizar alteraciones en el uso del territorio.
Estéticos y de interés humano	Movimiento de maquinaria, actividades de desmonte despalme.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas	Se establecerán barreras vegetales temporales y se restringirá la extensión de áreas intervenidas para proteger las vistas panorámicas durante las obras. Durante la etapa de preparación del sitio, se colocarán botes o contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos, vigilando que estos residuos sean transportados al sitio destinado y autorizados para su disposición final.
Nivel cultural	Desmonte, despalme. Rescate de flora y fauna.	Generación de empleo.	Se promoverá la contratación de mano de obra local para las actividades de desmonte y rescate, favoreciendo la integración social y desarrollo cultural de la comunidad.
Servicios e infraestructura	Instalación de equipos Conexión a servicios	Generación de empleo.	Se incentivará la contratación de personal local para la instalación y conexión de equipos, contribuyendo al

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**ACTIVIDAD**	**IMPACTO**	**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
			desarrollo socioeconómico de la comunidad.
	Conexión a servicios.	Demanda de servicios.	Se promoverá la planificación y coordinación con proveedores para garantizar la disponibilidad y capacidad adecuada de los servicios durante la conexión.
Residuos	Actividades de desmonte y despalme.	Generación de residuos orgánicos, producto del desmonte, despalme y limpieza.	Se implementará el **Programa Integral de Residuos**, que contempla la recolección, clasificación, manejo y compostaje de residuos orgánicos para minimizar su impacto ambiental. No se permitirá la quema de residuos no peligrosos o peligrosos. Se deberá realizar una estricta vigilancia para evitar estos hechos.
Otros	Desmonte, despalme, actividades de rescate de flora y fauna.	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo y por actividades en general.	Se establecerán horarios limitados para el uso de maquinaria, mantenimiento preventivo para evitar ruidos excesivos y uso de equipos silenciosos cuando sea posible.

b) Medidas para la etapa de construcción.

Tabla VI.2 Medidas de mitigación y compensación para la etapa de construcción.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
SUELO	Tránsito y mantenimiento de maquinaria y equipo.	Ingreso de hidrocarburos al suelo.	Se implementará el **Programa de Rescate y Reubicación de Suelo Orgánico** para proteger el suelo fértil mediante su retiro previo. **A través del Programa Integral de Residuos**, se recolectarán y dispondrán adecuadamente los residuos peligrosos como aceites y combustibles usados. Además, el **Programa de Vigilancia Ambiental** dará seguimiento continuo a las actividades, verificando que no ocurran derrames y aplicando medidas correctivas en caso necesario.
AGUA	Excavación, movimiento de maquinaria y equipo, zanjas, drenes. Rellenos.	Obstrucción parcial del flujo. Encharcamientos locales.	Se llevará a cabo la nivelación de terreno, construcción de drenajes provisionales y restitución de flujos naturales para evitar acumulación de agua y encharcamientos.
	Derrames de maquinaria y equipo, mal manejo de sanitarios temporales y residuos.	Aumento de contaminantes en el agua.	Se implementará el **Programa Integral de Residuos**, asegurando el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos, mantenimiento de sanitarios temporales y zonas confinadas para maquinaria, evitando así descargas accidentales o infiltración hacia cuerpos de agua.
ATMÓSFERA	Excavaciones, cortes, traslados, mezclados, operación de maquinaria y equipo.	Generación de emisiones contaminantes a la atmósfera (partículas y gases de combustión), por la operación de vehículos.	Se aplicarán medidas como el mantenimiento preventivo de maquinaria, uso de combustibles adecuados y riego de caminos para reducir emisiones y partículas.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
PROCESOS	Nivelación, excavación, cortes, rutas de acceso, operación de maquinaria y equipo.	Aumento en la erosión del suelo.	Programar, dentro de lo posible, las actividades de desmonte y despalme en época de estiaje para evitar la erosión hídrica en los terrenos que se esté trabajando. Evitar, en la medida de lo posible, la remoción innecesaria de tierra, y la que sea extraída se deberá de depositar en los bancos de tiro o utilizarla para hacer terraplenes.
FAUNA	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentamiento de fauna.	Se implementará el **Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**, realizando monitoreos, identificación de especies presentes, uso de barreras acústicas y técnicas de disuasión activa para minimizar la perturbación de fauna. Evitar los trabajos en época de reproducción. Evitar la caza furtiva. Realizar el corte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna.
	Operación de maquinaria y equipo, actividades constructivas.	Ahuyentamiento de fauna.	
USOS DEL TERRITORIO	Movimiento de maquinaria por actividades constructivas.	Modificación del espacio abierto.	Se realizará un manejo adecuado del área de trabajo, delimitando zonas para maquinaria y minimizando la alteración de espacios abiertos innecesarios.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
ESTÉTICOS Y DE INTERES HUMANO	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Disminución y perturbación de vistas panorámicas	Se controlará la ubicación de maquinaria y materiales, se realizará limpieza periódica de residuos y se establecerán barreras visuales temporales para minimizar la afectación visual en el entorno.
NIVEL CULTURAL	Procesos constructivos, mano de obra.	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado y las prestaciones de ley.	Se garantizará el cumplimiento de normativas laborales, proporcionando equipos de protección personal, capacitación y prestaciones de ley para la seguridad y bienestar del personal.
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Procesos constructivos, mano de obra.	Generación de empleo.	Se favorecerá la contratación de mano de obra local, promoviendo empleo y desarrollo económico en la comunidad.
	Procesos constructivos, mano de obra.	Acceso a servicio de transporte.	Se promoverá la organización de rutas y servicios de transporte para facilitar el acceso del personal a la planta, minimizando impactos en la movilidad local.
	Procesos constructivos, generación de residuos, operación de maquinaria y equipo.	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.	Se aplicará el Programa Integral de Residuos para separar, almacenar y disponer adecuadamente los diferentes tipos de basura generada, evitando contaminación y riesgos.
OTROS	Mano de obra, operación de maquinaria y equipo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo.	Se aplicarán horarios controlados para la operación de maquinaria, mantenimiento preventivo y uso de equipos con niveles sonoros bajos para minimizar la contaminación acústica.

c) Medidas para etapa de operación y mantenimiento.

Tabla VI.3 Medidas de mitigación y compensación para la etapa de operación y mantenimiento.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
AGUA	Descargas, limpiezas, escurrimientos del sitio.	Disminución de calidad del agua por limpiezas mal ejecutadas.	Se implementará el Programa de Vigilancia Ambiental, estableciendo procedimientos específicos para limpiezas (como lavado de áreas impermeables) que incluyan barrido previo en seco, uso controlado de agua, y recolección de residuos sólidos y lodos. Se instalarán trampas de grasas y sistemas de pretratamiento para escurrimientos antes de su canalización a la red o cuerpos receptores. Se realizarán monitoreos periódicos de parámetros fisicoquímicos (pH, turbidez, sólidos suspendidos, etc.) y se capacitará al personal en buenas prácticas de manejo del agua para evitar que las limpiezas operativas generen contaminación.
ATMÓSFERA	Pruebas, tránsito en acceso.	Generación de incrementos locales de partículas.	Se implementarán medidas de mitigación para reducir partículas en el aire, como el riego frecuente de caminos sin pavimentar, aplicación de estabilizantes de suelo, uso de vehículos en buen estado, y control de velocidad (<20 km/h). Además, se fomentará la vegetación perimetral como barrera natural contra el polvo. Se dará seguimiento mediante inspecciones visuales y, cuando aplique, monitoreos de calidad del aire (PM10 y PM2.5) conforme a la normatividad ambiental.

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
USOS DEL TERRITORIO	Operación de equipos y planta de bombeo.	Aumento en la infraestructura de la región, lo que tendrá un impacto positivo en las zonas residenciales.	La operación del proyecto beneficiara a la comunidad local, al mejorar el acceso a servicios básicos. Se buscará coordinar con autoridades locales para integrar la infraestructura al ordenamiento urbano, fomentando un crecimiento planificado y sostenible.
NIVEL CULTURAL	Operación de equipos y planta de bombeo	El personal que labora en la planta contará con los dispositivos de seguridad adecuado.	Se garantizará que todo el personal cuente con el equipo de protección personal necesario y se respeten las prestaciones laborales conforme a la ley, promoviendo un ambiente de trabajo seguro y saludable.
	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de empleo.	El proyecto generará empleo directo e indirecto para la comunidad local, contribuyendo al desarrollo socioeconómico de la región. Se promoverá la contratación preferente de mano de obra local.
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Operación de planta cercada.	Reduce tránsito indiscriminado de personas y vehículos.	La operación del proyecto con cercado perimetral permite controlar el acceso, evitando el tránsito no autorizado y protegiendo la infraestructura y el entorno de posibles impactos negativos.
	Operación de equipos y planta de bombeo	Aumento en el servicio de abastecimiento agua en la Región.	La operación eficiente de la planta y equipos garantiza un suministro constante y confiable de agua, beneficiando a las comunidades y mejorando la calidad de vida en la región.
	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos.	Se implementará un **Programa integral de Residuos** para la correcta segregación, almacenamiento y disposición final de todos los residuos generados durante

MEDIDAS DE MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN			
COMPONENTE AMBIENTAL	**IMPACTO**		**MEDIDAS DE CONTROL, PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN**
			la operación. Esto incluye residuos comunes, especiales y peligrosos, con el fin de minimizar impactos ambientales y garantizar el cumplimiento normativo.
OTROS	Operación de equipos y planta de bombeo	Generación de ruido por la operación de maquinaria y equipo.	Se aplicarán medidas para controlar y reducir el ruido generado por la maquinaria, tales como mantenimiento preventivo, uso de equipos silenciosos y delimitación de áreas para minimizar molestias a la comunidad y fauna local.

VI.2 Impactos residuales

De acuerdo con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Artículo 3º, fracción X, que indica lo siguiente: “Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación”. Algunos impactos carecen de medidas de mitigación, otros, por el contrario, pueden ser ampliamente mitigados o reducidos, e incluso eliminados con la aplicación de las medidas propuestas, aunque en la mayoría de los casos los impactos quedan reducidos en su magnitud.

Los Impactos ambientales que se consideran como residuales fueron suelo, atmósfera y agua fue el del suelo ya que las actividades de preparación del sitio y construcción modificaron permanentemente la vocación original del suelo, debido a la modificación de las características del suelo, generaron cambio en los patrones climáticos y aumento de las temperaturas por emisión de gases de infecto invernadero y se alteró el trazo de las corrientes, por lo que los impactos son considerados significativos, únicos, permanentes, irreversibles y no mitigables.

SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA", PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CAPÍTULO VIII. VII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran Cambio de Usode Suelo

Octubre 2025

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

INFRAESTRUCTURA PÚBLICA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Contenido

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 275
VII.1 Pronóstico del escenario. 276
VII.2 VII.3. Conclusiones 295
VIII.IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 298
VII.1 Cartografía 298
VII.2 Glosario de términos. 298
VII.3 Bibliografía 306

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Con base en el diagnóstico ambiental del SA delimitado, en los impactos ambientales provocados por la realización de las obras del proyecto, así como en las medidas de prevención, mitigación y restauración, se pueden establecer las tendencias de los elementos sujetos a cambio, tal como se describe en este capítulo.

En el presente capítulo, se realizará un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y la aplicación de medidas de mitigación.

A continuación, se desarrollará de manera más detallada todas las modificaciones tanto positivas como negativas que pudieran suscitarse por el desarrollo del proyecto, evaluándolos a través de diferentes criterios, es decir, evaluando las modificaciones que habrá sobre los factores y componentes ambientales, de acuerdo a los siguientes escenarios:

- Descripción y análisis del escenario sin la inserción del proyecto. Es la descripción de la situación actual del medio sin el desarrollo del proyecto.

- Descripción y análisis del escenario con la inserción del proyecto sin la aplicación de medidas de mitigación.

- Descripción y análisis del escenario con la inserción del proyecto y aplicación de las medidas de mitigación. Incluye la descripción de las alteraciones sobre los factores y componentes ambientales después de realizar el proyecto al aplicar medidas de mitigación que se proponen en el estudio, estimando el escenario futuro, considerando la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensatorias sugeridas en el Capítulo VI de la presente Manifestación.

Analizando las imágenes satelitales de Google Earth Pro para la zona del proyecto, se tiene que hace 9 años la zona comprendía una gran parte de vegetación forestal de BMM, el suelo donde se ubicará el proyecto está cubierto por vegetación forestal colindando con áreas con uso de suelo agrícola, así también la imagen satelital correspondiente al año 2024 se observa una recuperación en algunas zonas que eran agrícolas y han pasado a regenerarse con vegetación secundaria y primaria, así también se observa un incremento en los predios agrícolas en las colindancias del proyecto.



Figura VII-1 Imagen satelital del área de CUS del año 2016.



Figura VII-2 Imagen satelital del área de CUS del año 2024.

VII.1 Pronóstico del escenario.

Los pronósticos para la realización del proyecto “**SISTEMA DE AGUA POTABLE RÍO ZACATLAMAYA, PARA ABASTECER LA CABECERA**

MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO” son los siguientes:

Descripción y análisis del escenario sin la inserción del proyecto.

La calidad del Sistema Ambiental considerando la perturbación de cada componente y variaciones, revela que los componentes uso y calidad de suelo, fauna y paisaje continuaran siendo afectados en este escenario futuro principalmente debido a las actividades humanas que se realizan en las colindancias del sitio.

En el caso del componente socioeconómico, algunos impactos se consideran benéficos.

Los recursos naturales que se tienen en el Sistema Ambiental pueden estar comprometidos por la falta de planeación de desarrollo de acuerdo a las necesidades que se tienen y las demandas en los servicios básicos que presenta la población, debido a que existen fuertes presiones por los habitantes para mejorar la calidad de vida; lo que ha ocasionado un aumento en el deterioro ambiental de la zona, el cual proviene de las acciones de agrícolas y las actividades antrópicas de la región, donde son notorios los terrenos agrícolas principalmente.

La caracterización del Sistema Ambiental presenta cierta homogeneidad en algunos medios como Clima, fisiografía, geología y edafología.

El área del proyecto no se encuentra inmersa en algún área natural protegida de carácter federal, estatal o municipal.

El grado de afectación ocasionado por las actividades del hombre sobre el medio biótico (flora y fauna nativa presente en el Sistema Ambiental ha sido severo, sin embargo, en el área del Proyecto no ha sido tan grave, en los últimos 9 años esta área se ha conservado e incluso de acuerdo con las imágenes de Google earth se puede observar un cierto grado de recuperación.

El área en cuestión se seguirá encontrando bajo las presiones urbanas, predecibles y esperables de una zona cercana a vialidades y centros urbanos, presiones de actividades antrópicas; por lo que tarde o temprano, la mancha urbana y la operación de la infraestructura existente colindante seguirá aumentando, así mismo, es importante mencionar que el proyecto **Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo** busca abastecer el déficit actual de agua en las localidades

de San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla, Tehuitzila y la Cabecera Municipal de Zacualtipán de Ángeles.

Detallando este escenario se tiene como principal impacto, la problemática del crecimiento urbano y la demanda de servicios, y que para suministrarlos se requiere hacer uso de recursos naturales.

Por lo tanto, los riesgos que pudiera generar al ambiente y a la sociedad se encuentran reducidos en un lapso de tiempo debido a que las presiones antrópicas y demanda de servicio son constantes.

Descripción y análisis del escenario con la inserción del proyecto y sin la aplicación de medidas de mitigación.

La descripción de este escenario se realizó tomando en cuenta las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes (significativos y muy significativos) que generará el Proyecto en el sistema ambiental, sin incluir las medidas de mitigación propuestas.

Para la etapa de preparación del sitio, el impacto sobre flora y fauna se considera, negativo, muy significativo, respecto a las actividades de desmonte y despalme, puesto que estas actividades ocasionarán el desplazamiento de la fauna local y afectarán la cobertura vegetal del sitio, afectando de manera directa el hábitat natural de las especies.

En cuanto a la vistas panorámicas y paisajes este se alterará por las actividades de desmonte y despalme, por lo que el impacto se considera como muy significativo.

Otro de los impactos significativos, es la generación de residuos durante las actividades de la etapa de preparación del sitio y construcción, que serán plásticos que cubran los equipos, cartón, madera, flejes, así como la basura generada por los trabajadores, por lo que si no se lleva un control adecuado puede resultar muy perjudicial para el SA y el área del proyecto.

Para la etapa de construcción de la planta de bombeo 01, el impacto sobre el suelo se considera, negativo, muy significativo en cuanto a la actividad de nivelación-excavación y significativo, respecto a las actividades de captación, cárcamo de bombeo, caseta de controles y cercado perimetral, puesto que estas actividades ocasionarán la alteración física, química y biológica del suelo, originando la pérdida de su estructura, arrastre de finos, sedimentación, , sin embargo, se consideran impactos locales.

En cuanto al impacto sobre el agua, el impacto será significativo, ya que podrán aumentar los escurrimientos, remover sedimentos, ocasionar socavación, habrá riesgo de contaminar con combustibles o lubricantes, y se podría alterar la turbidez o alcalinidad de este factor si no se toman medidas precautorias.

A pesar de estos impactos negativos que serian provocados por el proyecto, también se presentan impactos positivos como lo son:

Se generarán empleos directos (operadores, electromecánicos, vigilancia, limpieza) e indirectos (servicios, insumos, transporte local). Incluye capacitación básica y especialización, elevando empleabilidad futura. El efecto económico es sostenido y visible en proveedores locales.

El suministro y la ampliación de la red de servicio de agua, beneficiará a la región de Zacualtipán, lo cual beneficiará a los habitantes de comunidades cercanas, favoreciendo a los asentamientos humanos y zonas comerciales, brindando una mejor calidad de vida, además, de que favorecerá el crecimiento de servicios, por lo que se consideró un impacto positivo significativo a escala regional.

Descripción y análisis del escenario con la inserción del proyecto y aplicación de las medidas de mitigación.

El siguiente pronóstico es para la realización del proyecto, considerando implementar las diferentes medidas preventivas, de compensación y de mitigación para evitar o disminuir los impactos sobre los diferentes componentes ambientales descritos en el capítulo VI. Así mismo, se considera cumplir los lineamientos y acciones que corresponden al área del proyecto, con la finalidad de minimizar, rectificar, reducir y/o compensar los impactos identificados y valorados para el Sistema Ambiental.

Este escenario presenta al proyecto como una obra más amigable con su entorno. En este contexto, se tendría un SA estructuralmente intacto y un área que puede continuar funcionando de acuerdo a la estructura con la que cuenta actualmente. En este escenario final, es posible decir que la ejecución del proyecto mejora la funcionalidad del SA y el territorio local, y no se convertiría en un elemento desarticulador de la funcionalidad actual del sistema natural, a escala social en los territorios regionales (SA) y locales (área del proyecto y sus colindancias inmediatas), como ya se ha citado mejorará por el tiempo que dura la obra, aunado a esto el proyecto en sí podría constituir en un elemento de desarrollo e influir en la mejora de la calidad de vida de los habitantes.

Detallando este escenario se tiene que los impactos ambientales identificados en el Capítulo V, se generarán principalmente en la etapa de Preparación de sitio y Construcción, y se presentan gran parte de ellos con extensión local y de carácter mitigable, por lo que las medidas propuestas sobre los diferentes componentes ambientales, propiciarán la rehabilitación del sitio del proyecto casi en su totalidad una vez llegado a su término de ejecución.

Así también se tienen bien definidas las actividades de construcción sin embargo los impactos negativos que podrían provocar serían poco significativos y de corta duración, con respecto a la calidad del aire por el uso de maquinaria y equipo y a la emisión de partículas producto del movimiento de materiales y acarreos.

Como se mencionó a lo largo del estudio, el proyecto se ubica en las inmediaciones de la cabecera municipal cercano a predios urbanos y áreas agrícolas.

Como se mencionó desde un principio el proyecto considera la aplicación de programas con el objetivo de minimizar o disminuir las afectaciones mucho mayores a las que se han planteado aquí.

Pronostico del escenario

Como se ha mencionado, las condiciones actuales del Sistema Ambiental en el área donde se propone desarrollar el Proyecto no sufrirán modificaciones relevantes, ya que los impactos negativos asociados a la etapa de Operación y Mantenimiento son escasos y, en general, de poca magnitud.

Los impactos previstos durante las etapas de Preparación del Sitio y Construcción son, en su mayoría, prevenibles y, salvo aquellos relacionados con la remoción de vegetación y la extracción de agua, resultan mitigables, generando impactos residuales no significativos sobre los demás factores ambientales.

Por otra parte, se identifican impactos positivos de gran relevancia que aportan beneficios a la región donde se desarrollará el Proyecto.

En conclusión, aunque por sus dimensiones el Proyecto no representa un elemento determinante en la planificación regional, las medidas de mitigación propuestas contribuyen al cuidado y preservación del Sistema Ambiental.

VII.2. Programa de Vigilancia Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un instrumento, que incluye la información necesaria, la forma de obtenerla, interpretarla y almacenarla, para la realización del conjunto de análisis, toma de datos y comprobaciones, que permitan revisar la evolución de los valores que toman los parámetros ambientales y de los que se admitieron para la implantación del proyecto, tanto durante la fase de preparación de sitio y construcción como en la de operación y de abandono de sitio.

El presente PVA tiene como finalidad establecer los procedimientos de control y seguimiento en la implementación de las medidas propuestas en los estudios de impacto ambiental. Durante su aplicación podrá evaluarse la eficacia de las medidas y reconocerse aquellos impactos y riesgos que no fueron identificados en los estudios, permitiendo establecer alternativamente nuevas medidas. El conocer las modificaciones que tendrán lugar durante la realización de un proyecto permite determinar la magnitud, duración y extensión de las mismas, y, por tanto, se hace a la vez posible proponer medidas que permitan atenuar los efectos producidos por las actividades relacionadas al proyecto sobre el medio natural y socioeconómico. Por lo tanto, este instrumento es una herramienta para el cumplimiento de las medidas propuestas en los estudios para lograr el desarrollo de actividades productivas y de servicios en compatibilidad con la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales.

OBJETIVOS

Objetivo General

Garantizar la correcta ejecución de todas las medidas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental del sector Vías de comunicación en su modalidad Particular, con la finalidad de prevenir, mitigar y compensar los daños ecológicos que el proyecto: Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo, pudiera ocasionar durante las actividades constructivas.

Objetivos particulares.

- Vigilar que, en relación con el medio, las actividades de preparación de sitio y construcción del proyecto.

- Controlar la calidad de las actividades, es decir, revisión de que se ejecuta según lo que figura en proyecto en lo relativo a unidades de obra y a cumplimiento del condicionado ambiental.
- Verificar el control de la calidad de los componentes del entorno, a través de la medición o del cálculo de sus parámetros de estado, para así ir comprobando la evolución y el acuerdo con lo previsto.

- Determinar la eficacia de los componentes y/o medidas de protección ambiental que han sido propuestas y en su caso, corregirlas.

Alcances.

El Programa de Vigilancia Ambiental establece un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el estudio de Impacto Ambiental del proyecto, de tal forma que nos permita:

- Realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados en la MIA, determinando si se adecúan a las previsiones de los mismos.

- Identificar e informar sobre las posibles variaciones ambientales sobre el Proyecto, es decir, los impactos no contemplados en el Proyecto o que no hayan sido lo suficientemente estudiados.

- Generar las medidas necesarias de prevención y corrección, para los impactos no previstos.

- Verificar el cumplimiento de las posibles limitaciones o restricciones establecidas.

- Supervisar la implementación de las medidas propuestas en la MIA-P, determinando su efectividad.

ETAPAS Y DURACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Programa de Vigilancia Ambiental contempla las actividades: preparación de sitio, construcción y Operación y Mantenimiento, que generarán los trabajos del proyecto: Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo.

Para estas actividades se considera un periodo de 12 meses para la etapa de preparación de sitio y construcción, y 20 años para la etapa de operación y mantenimiento, por lo que se contemplan las siguientes acciones:

- Acciones de protección de suelos.
- Rescate y reubicación de flora y fauna.
- Acciones de compensación ambiental mediante un programa de reforestación.
- Control de emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Protección de aguas superficiales.
- Manejo integral de residuos
- Control de seguridad, orden y limpieza.

DIRECCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Para cumplir con los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental deberá designarse un responsable con conocimientos técnicos ambientales, encargado de vigilar la implementación de las medidas ambientales propuestas y deberá estar presente desde el inicio de actividades, con el objeto de controlar desde las fases más tempranas del proyecto todas y cada una de estas medidas.

Es responsabilidad del promotor dar a conocer al personal que participe en la ejecución del proyecto, el contenido del Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de establecer puntos de inspección oportunos de acuerdo a los indicadores que se desean controlar.

Por tanto, las funciones del responsable del manejo ambiental serán las siguientes:

- Inspeccionar la correcta ejecución en campo de las medidas ambientales incluidas en los diversos programas propuestos.
- Asesorar al personal de obra en materia ambiental.
- Verificar la ocurrencia de situaciones de afectación no previstas.
- Elaborar los informes correspondientes del cumplimiento al manejo ambiental.

Informes de resultados obtenidos durante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental se basa en la realización de un conjunto de comprobaciones y análisis que constituirán la base necesaria para la realización de una serie de reportes con los que se podrá informar sobre las acciones de monitoreo y seguimiento que permitan conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación.

Con respecto al proyecto, el objetivo del control de los impactos ambientales es verificar el éxito de las medidas implementadas y/o las desviaciones encontradas, en apego a las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica y normas oficiales mexicanas aplicables.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse principalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora. En ésta se especificarán las actividades realizadas durante el día.

- Informe semestral. Es el informe único en el que se señalará el desarrollo de las actividades, además de informar la implementación de las medidas propuestas, el análisis y valoración de su eficacia, así como la posible implementación de nuevas medidas no contempladas en el estudio de impacto ambiental.

- Reportes extraordinarios. Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise de una actuación inmediata, y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial.

- Memoria fotográfica. Los informes presentados deberán ir acompañados de un registro fotográfico que avale y evidencie la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el desarrollo del proyecto.

- Evidencia documental. Este tipo de documentación permitirá evidenciar la ejecución de las medidas implementadas, y estará constituida por notas de compra, facturas, autorizaciones, oficios, bitácoras y todo tipo de documentos que soporten la realización de las acciones descritas en la MIA.

Estas herramientas serán elaboradas en cada uno de los ejes de acción a cubrir por el Programa, con la finalidad de documentar adecuadamente el cumplimiento de las acciones establecidas como parte de las medidas de prevención, compensación y mitigación del proyecto. Está determinado que todos los informes emitidos deberán ser firmados por el responsable de obra y el responsable del PVA.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES Y PROCEDIMIENTOS QUE SERÁN APLICADOS EN LA EJECUCIÓN DE CADA UNA DE LAS MEDIDAS DE CONTROL Y MITIGACIÓN.

Acciones de protección de suelos.

Referente a la protección de suelos, las medidas propuestas tienen la finalidad de ser una forma de prevenir y mitigar los impactos generados durante las diferentes actividades de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento, evitando afectaciones por mala disposición de residuos.

Tabla VII.1 Acciones de protección de suelos.

ACCIONES DE PROTECCIÓN DE SUELOS.		
OBJETIVO		
Garantizar el cumplimiento de las acciones encaminadas a la protección de suelos en la zona del proyecto.		
ETAPA	**ACTIVIDADES**	**SISTEMA DE CONTROL**
Preparación de sitio	La vigilancia en el despalme inicial, desmonte y cualquier otro movimiento de tierra para minimizar el fenómeno de la erosión y evitar la posible inestabilidad de los terrenos más allá de lo necesario, es decir que se reduzca en la medida de lo posible al área de trabajo. Promover la realización de composta con el material vegetal removido. Queda estrictamente prohibida la quema de vegetación. Queda prohibido el uso de herbicidas para la remoción de vegetación. No se deberá dar mantenimiento a maquinaria ni equipo en el área del proyecto, por lo que en caso de requerirlo se trasladará a un taller para su revisión. No se deberá tirar aceites o alguna otra sustancia al suelo. Mantener contenedores debidamente identificados en las áreas de trabajo.	Evidencia fotográfica de las acciones tomadas en la etapa de desmonte y limpieza. Evidencia fotográfica de contenedores debidamente identificados para el almacenamiento de residuos.
Construcción Operación y mantenimiento	Queda estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto. Llevar a cabo actividades de limpieza y mantenimiento en general antes de que empiecen las épocas de lluvia. Todas las áreas donde se almacenen residuos peligrosos, deberán de estar cementadas y contar con diques de contención de derrames para evitar afectaciones al suelo. Los residuos no peligrosos serán separados durante las actividades del proyecto, y recolectados en contenedores identificados, los cuales se distribuirán en las instalaciones, para	Evidencia fotográfica de las áreas principales, donde se evidencie las condiciones de las instalaciones del proyecto, señalización, sistemas de seguridad, etc. Bitácora de mantenimiento preventivo y correctivo. Evidencia de entrega – recepción para los residuos de manejo especial y residuos peligrosos.

ACCIONES DE PROTECCIÓN DE SUELOS.		
	posteriormente ser enviados a disposición final; los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial serán enviados a través del servicio de limpia del municipio de Zacualtipán de Ángeles y de una empresa autorizada por la SEMARNATH respectivamente. Capacitar constantemente al personal referente a la operación de la maquinaria, así como en materia ambiental y de seguridad e higiene. Contar con señalización adecuada con respecto a la seguridad y riesgo dentro de las instalaciones del proyecto.	Evidencia documental y fotográfica de la capacitación de trabajadores.
LUGAR DE INSPECCIÓN		
En el área del proyecto.		
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN		
Se realizará una inspección semestral para verificar la documentación.		

Medidas de Rescate y Reubicación de flora.

Las medidas propuestas para el rescate y reubicación de flora silvestre en las actividades de desmonte y despalme del proyecto se proponen como una forma de prevenir y salvaguardar las especies vegetales que pudiesen ser afectadas por el desarrollo de dichas actividades.

Tabla VII.2 Acciones de rescate y reubicación de flora

MEDIDAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.	
OBJETIVO	
Garantizar el cumplimiento de las actividades de rescate y reubicación de flora en la zona del proyecto.	
MEDIDAS	**SISTEMA DE CONTROL**
• Queda prohibido realizar actividades de desmonte y despalme fuera de los límites del área del proyecto, por lo que deberá delimitar el área de desmonte y despalme previo inicio de actividades. • Queda prohibido utilizar fuego y productos químicos (herbicidas), durante las actividades de desmonte. • Deberá tener especial cuidado en el manejo del material seco, ya que su acumulación puede contribuir o facilitar un incendio forestal.	• Evidencia documental para dar a conocer a las empresas contratistas las prohibiciones y restricciones en la ejecución de los trabajos de desmonte y despalme.
• Designar un responsable técnico encargado de dirigir la ejecución del cambio de uso de	• Oficio o escrito mediante el cual se designa al responsable técnico de la ejecución de cambio de uso de suelo.

MEDIDAS DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA.	
suelo y establecer una bitácora de actividades.	
• Capacitar a los trabajadores en acciones de rescate y reubicación de flora, establecidas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.	• Listas de asistencia y evidencia fotográfica de capacitación.
• Implementación del Programa de Rescate y reubicación de especies de flora epífita	• Listas de asistencia, evidencia fotográfica de capacitación y evidencia documental de la ejecución.
• Implementar el Programa de Rescate y reubicación de *Cyathea fulva*. encontrado en el área del proyecto.	• Bitácoras y/o registros de • Evidencia fotográfica de los ejemplares rescatados y reubicados. • Calendario de Actividades y acciones a desarrollar.
• Se requiere establecer un área tipo vivero para los ejemplares rescatados, para posteriormente ser reubicados, en apego a las acciones contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.	• Evidencia fotográfica de la disposición temporal en viveros de los ejemplares rescatados.
LUGAR DE INSPECCIÓN	
En las áreas de desmonte y despalme del proyecto.	
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	
▪ Cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora. ▪ Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN	
- Se realizará una inspección inicial previa al comienzo de las obras de desmonte y despalme, para identificar las especies susceptibles a ser rescatadas; posteriormente se realizarán inspecciones quincenales donde se vigilará el adecuado manejo de los individuos, así como su correcta reubicación y sobrevivencia. - Una vez finalizadas las actividades de desmonte y despalme para el cambio de uso de suelo, se realizarán inspecciones mensuales para verificar la sobrevivencia de las especies de flora reubicadas y plantadas.	

Medidas de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.

Las medidas propuestas para el ahuyentamiento, rescate y liberación de la fauna silvestre es una herramienta de conservación, que mitiga la pérdida de variabilidad genética que ocurre con las especies amenazadas por la reducción, modificación y/o desaparición de su hábitat, con el fin de contribuir a la continuidad biológica de sus poblaciones.

Tabla VII.3 Medidas de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna

MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y LIBERACION DE FAUNA	
OBJETIVO	
Garantizar el cumplimiento de las acciones de ahuyentamiento, rescate y liberación de la fauna silvestre en la zona del proyecto.	
MEDIDAS	**SISTEMA DE CONTROL**
• Deberá realizar el desmonte y despalme de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna	▪ Presentar un Programa Calendarizado de las actividades de desmonte y despalme.
• Capacitar a los trabajadores sobre las actividades relacionadas al ahuyentamiento, rescate y liberación de fauna establecidas en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.	▪ Listas de asistencia y evidencia fotográfica de capacitación.
• Se recomienda que las actividades de desmonte y despalme queden sujetas a realizarse estrictamente en horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches. • Se recomienda que 30 minutos antes de empezar a desmontar el sitio, una persona deberá pasar primero por el lugar haciendo ruido con un silbato para que los animales se espantes y puedan escapar.	▪ Evidencia fotográfica de actividades de ahuyentamiento.
• Implementar el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.	▪ Bitácora y/o registros de seguimiento.
• Colocar señales prohibitivas para la caza, captura o maltrato a la fauna presente en el proyecto. • Establecer límites de velocidad máximos y señales de velocidad máxima para prevenir afectaciones a la fauna presente en el proyecto y área de influencia.	▪ Evidencia fotográfica de las señales.
LUGAR DE INSPECCIÓN	
En las áreas de desmonte y despalme del proyecto donde se requiera la realización de estas actividades, haciendo énfasis en las zonas donde se identifiquen especies faunísticas afectadas.	
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	
▪ Cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna. ▪ Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres – Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN	

MEDIDAS DE AHUYENTAMIENTO, RESCATE Y LIBERACION DE FAUNA
- Se realizará una inspección inicial previa al comienzo de las obras de desmonte y despalme, para vigilar la ejecución de las acciones de ahuyentamiento, así como la instalación de trampas o equipo necesario para el rescate de fauna. - Posteriormente se realizarán inspecciones quincenales donde se vigilará el adecuado manejo de los individuos, así como su correcta reubicación.

Medidas de Reforestación con especies nativas.

Las medidas propuestas para las actividades de reforestación con especies nativas durante y posterior a las actividades de desmonte y despalme para el cambio de uso del suelo del proyecto, se proponen como una forma de mitigar los impactos producidos por la remoción de especies vegetales, asimismo, servirá para prevenir la erosión de los suelos adyacentes a la zona del proyecto y fomentar la proliferación de flora nativa.

Tabla VII.4 Medidas de Reforestación con especies nativas.

MEDIDAS DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS	
OBJETIVO	
Garantizar el cumplimiento de las actividades de plantación con especies nativas o de restauración ecológica en la zona del proyecto.	
MEDIDAS	**SISTEMA DE CONTROL**
• Capacitar a los trabajadores sobre las actividades de reforestación y revegetación establecidas en el Programa de Acciones de Reforestación con Especies Nativas.	• Listas de asistencia y evidencia fotográfica de capacitación.
• Implementar el Programa de Acciones de Reforestación con Especies Nativas.	• Bitácoras y/o registros de seguimiento. • Evidencia fotográfica de las actividades de reforestación.
• Supervisar las acciones de riego y conservación de las especies vegetales plantadas, de acuerdo a las actividades de plantación con especies nativas. • Verificar las acciones de mantenimiento de los ejemplares plantados, por parte de la empresa.	• Bitácoras de sobrevivencia de especies. • Evidencia fotográfica del estado de desarrollo de las especies. • Bitácoras de riego de especies.
LUGAR DE INSPECCIÓN	
En los polígonos propuestos donde se realizarán las actividades de plantación con especies nativas; así como en áreas susceptibles a esta actividad.	
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	
▪ Cumplimiento de los procedimientos establecidos en el Programa de Reforestación con Especies Nativas. ▪ Número de individuos y especies que observan crecimiento favorable, vigor de plantación, índice de sobrevivencia, estado sanitario.	

MEDIDAS DE REFORESTACIÓN CON ESPECIES NATIVAS
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
– Se realizarán inspecciones quincenales durante las actividades de desmonte y despalme para el cambio de uso del suelo, para vigilar ejecución de las acciones de reforestación (selección de planta, trazado de sembrado, plantación, etc.), así como se verificará el vigor y la sobrevivencia de las especies plantadas. – Posteriormente se realizarán inspecciones mensuales durante cinco años para verificar la sobrevivencia y mantenimiento de las especies reubicadas y plantadas.

Control de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Las medidas propuestas para el control de las emisiones contaminantes a la atmósfera se proponen como una forma de prevenir y mitigar los impactos que puedan ser ocasionados a la calidad del aire por la generación de emisiones contaminantes de gases de combustión y partículas sólidas, debido a la operación de equipo y maquinaria mientras duren las actividades de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento.

Tabla VII.5 Control de emisiones contaminantes a la atmósfera

CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA		
OBJETIVO		
Comprobar la mínima incidencia de las emisiones de gases de combustión y partículas, debido a la operación de maquinaria y equipo durante las actividades de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento, así como la correcta ejecución de las medidas propuestas.		
ETAPA	ACTIVIDADES	SISTEMA DE CONTROL
Preparación de sitio y construcción.	En las diferentes etapas de proyecto queda estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto. Durante las actividades de construcción deberá verificar que la maquinaria y vehículos automotores que sean utilizados cuenten con su verificación vehicular vigente, y con programas de mantenimiento periódico que garantice que las emisiones contaminantes generadas por dichas fuentes móviles no rebasen los límites máximos permisibles y cumplan con la normatividad ambiental vigente.	Evidencia fotográfica de las actividades. Bitácora y registro de verificaciones vehiculares vigentes.
Operación y mantenimiento	Queda estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto.	Evidencia fotográfica de señalización.
LUGAR DE INSPECCIÓN		
En el área del proyecto.		
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES		

CONTROL DE EMISIONES CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA
Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015. **Límites máximos de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible, establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2017.** **Observación de las maquinarias de obras en funcionamiento, con objeto de detectar emisiones aparentemente no adecuadas, que deberán ser confirmadas mediante revisión por especialistas.**
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
Se realizará una inspección semestral para verificar la documentación.

Protección de aguas superficiales.

La medida propuesta para el manejo y control de las descargas de aguas residuales en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento se proponen como una forma de prevenir y mitigar los impactos que puedan ser ocasionados sobre la calidad de agua superficiales.

Tabla VII.6 Protección de aguas superficiales.

PROTECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES		
OBJETIVO		
Garantizar el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, referente a la protección de aguas superficiales, evitando su contaminación y desperdicio.		
ETAPA	ACTIVIDADES	SISTEMA DE CONTROL
Preparación de sitio y construcción.	✓ Instalar baños portátiles para uso de los trabajadores involucrados en las etapas de instalación.	✓ Evidencia fotográfica de las actividades. ✓ Bitácora de limpieza y recolección de residuos de baños portátiles.
Operación y mantenimiento	✓ Colocar señales informativas para la disposición adecuada de los residuos sólidos. ✓ Colocar señales informativas para el cuidado del agua, tales como: no desperdiciar agua, etc.	✓ Evidencia fotográfica del cumplimiento de las medidas.
LUGAR DE INSPECCIÓN		
En el área del proyecto.		
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES		
Observación de limpieza y mantenimiento a baños portátiles.		
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN		
Se realizará una inspección mensual para verificar la documentación.		

Manejo integral de residuos.

Las medidas propuestas para el manejo y control de los residuos sólidos no peligrosos durante las actividades de preparación de sitio, construcción y

operación y mantenimiento, se proponen como una forma de prevenir y mitigar los impactos que puedan ser ocasionados sobre el suelo, flora, fauna y aguas superficiales, así como riesgos a la salud por la inadecuada disposición de dichos residuos. Asimismo, se pretende reciclar aquellos residuos que sean factibles con la finalidad de minimizar su generación.

Tabla VII.7 Manejo integral de residuos.

MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS.		
OBJETIVO		
Garantizar el cumplimiento del Programa de Vigilancia Ambiental referente al manejo y control de residuos sólidos no peligrosos, para prevenir la contaminación ambiental por disposición inadecuada de los mismos.		
ETAPA	ACTIVIDADES	SISTEMA DE CONTROL
Preparación de sitio y construcción.	✓ Colocación de tambos con tapa para la recolección de los desechos sólidos que generen los trabajadores. ✓ Acumulación de desechos orgánicos en sitios deteriorados y/o por construir. ✓ La reparación o el mantenimiento de vehículos y maquinaria se realizarán en talleres establecidos fuera del área del proyecto; ante algún imprevisto, previo el manejo de los residuos generados se realizará de acuerdo con la legislación ambiental vigente. ✓ En las diferentes etapas de proyecto queda estrictamente prohibida la quema de cualquier tipo de material o residuo sólido o líquido a cielo abierto.	✓ Capacitación en materia de manejo de residuos no peligrosos, listas de asistencia y evidencia fotográfica de la actividad. ✓ Evidencia fotográfica de las actividades. ✓ Bitácora de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial ✓ Evidencia fotográfica del almacén temporal de residuos de manejo especial y sólidos urbanos. ✓ Evidencia fotográfica de correcta separación de los residuos. ✓ Verificar y acreditar Autorizaciones de empresas transportistas y sitios de disposición final para residuos de manejo especial.
Operación y mantenimiento	✓ Colocar botes o contenedores para el almacenamiento de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, vigilando que estos residuos sean transportados al sitio destinado y autorizados para su disposición final. ✓ Contar con el servicio de transporte y disposición final de cada tipo de residuo, debidamente autorizado por la autoridad competente.	
LUGAR DE INSPECCIÓN		
La totalidad de las áreas del proyecto.		
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES		
Cumplimiento en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y la Ley para la Protección al Ambiente en el estado de Hidalgo.		
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN		
Durante las actividades de operación y mantenimiento, se realizarán inspecciones semanales en la zona de obra y su entorno.		

Control de seguridad, orden y limpieza.

Las medidas propuestas para asegurar el orden y limpieza en todas las áreas del proyecto, así como garantizar la prevención de accidentes, teniendo como finalidad salvaguardar la integridad física del personal que labore en la zona del proyecto, en respeto hacia el medio ambiente.

Tabla VII.8 Control de seguridad, orden y limpieza.

CONTROL DE SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA	
OBJETIVO	
Garantizar el cumplimiento al Programa de Vigilancia Ambiental, referente a la prevención de accidentes en la zona del proyecto, y la preservación del orden y limpieza en todas las áreas del proyecto.	
ACTIVIDADES	SISTEMA DE CONTROL
✓ **Impartir capacitación sobre la seguridad, orden y limpieza en el trabajo al personal que labore en las instalaciones del proyecto. Se recomienda concientizar e informar al personal trabajador sobre la importancia de conservar el entorno del proyecto, esto con la finalidad de no afectar el Sistema Ambiental, ni el área de influencia del proyecto.**	✓ Listas de asistencia y evidencia fotográfica de la capacitación y de la campaña informativa de orden y limpieza en todas las áreas del proyecto.
✓ **Capacitar constantemente al personal referente a la operación de la maquinaria, así como en materia ambiental y de seguridad e higiene.**	✓ Evidencia fotográfica y documental de la capacitación del personal en materia de seguridad e higiene.
✓ **Establecer un sistema de seguridad en las zonas frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas a la zona de trabajo.**	✓ Evidencia fotográfica de la colocación de señalamientos y/o letreros alusivos
✓ **Contar con un botiquín de emergencias y tener identificado el hospital o servicio de salud más cercano.**	✓ Evidencia fotográfica de la ubicación y equipamiento del botiquín de primeros auxilios. ✓ Evidencia documental de que cuentan con información sobre los centros de salud y/u hospitales más cercanos
✓ **Contar con el equipo de emergencias y atención contra incendios adecuado al proyecto.**	✓ Evidencia fotográfica del sistema contra incendio, botiquín, señalización y demás sistemas de seguridad para emergencias.
✓ **Realizar análisis de ruido dentro y fuera de las instalaciones del proyecto, además de brindar equipo de protección personal auditivo a los trabajadores.**	✓ Evidencia documental de los análisis de ruido realizados dentro y fuera de las instalaciones del proyecto.
LUGAR DE INSPECCIÓN	
En la totalidad de las áreas del proyecto.	
PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	
NOM-017-STPS-2008, Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo.	

CONTROL DE SEGURIDAD, ORDEN Y LIMPIEZA
PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
Se realizarán inspecciones semanales en todas las áreas de construcción del proyecto.

PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

La fila superior de cada actividad corresponde a la programación inicial. La fila inferior de cada actividad corresponde al cumplimiento real.

ACTIVIDADES	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
Acciones de protección de suelos.												
Medidas de Rescate y Reubicación de flora												
Medidas de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.												
Medidas de Reforestación con especies nativas.												
Control de emisiones contaminantes a la atmósfera.												
Protección de aguas superficiales.												
Manejo Integral de residuos												
Control de seguridad, orden y limpieza.												

**Es importante mencionar que, una vez terminada la actividad de preparación de sitio y construcción, el Programa de Vigilancia Ambiental de ser necesario se

actualizará cada año con el objetivo de continuar con el control y seguimiento en la implementación de las medidas propuestas.

VII.2 VII.3. Conclusiones

El presente estudio de Manifestación de Impacto Ambiental para proyectos que requieran cambio de uso de suelo en su modalidad Particular, tiene por objeto evaluar los impactos ambientales originados por el proyecto **Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo** considerando las actividades de las etapas de preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento, así como el tipo y duración de los impactos que la obra tendrá sobre el ambiente y de los beneficios socioeconómicos que conllevará la operación de la misma.

Una vez analizada la información anterior se puede determinar que el proyecto es ambientalmente viable con la implementación de las medidas derivadas del estudio y las que emita la autoridad, además de que cumplirá y estará en apego a la legislación ambiental y a los instrumentos ambientales normativos y vigentes.

Es innegable que el proyecto tiene impactos adversos en el medio donde se insertará, especialmente en las etapas de preparación del sitio y construcción, sin embargo, son puntuales y mitigables en su mayoría. Los impactos que se generaran por el desarrollo del proyecto son menores, además, si a estos asociamos las medidas de mitigación que se adoptarán y las que las autoridades emitirán, el impacto global del proyecto se verá mitigado sustancialmente.

Por otro lado, las actividades de las etapas del proyecto, propician un desarrollo importante para el área al mejorar la infraestructura y servicios, abasteciendo de agua a comunidades en el municipio, los beneficios atribuibles a un proyecto así, radican principalmente en abastecer de agua potable a las comunidades, la generación de empleos temporales, gracias a las actividades para la etapa de preparación de sitio y construcción que demandará mano de obra calificada y no calificada.

Con base a un análisis detallado de las características del ambiente natural, tanto físico como biológico, del Sistema Ambiental y particularmente del sitio donde se llevará a cabo el proyecto: **Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo** y conociendo que su principal objetivo abastecer de agua a la población en los lugares de estudio y de mejorar la infraestructura para proporcionar este servicio básico.

Como consecuencia de las actividades que se desarrollarán para la ejecución del proyecto, el mayor impacto negativo se reflejará en la atmosfera, agua, flora, fauna, suelo y residuos, estos se observarán durante el desarrollo del proyecto; sin embargo, se tiene un balance general en donde el resultado es favorable para la realización del proyecto, lo que debe de entenderse no como ausencia de impactos negativos, sino impactos significativos o poco significativos debido a que la actividad prevista debe apegarse a las regulaciones tanto municipales como estatales que le apliquen de acuerdo a la competencia de las mismas, dicho proyecto es factible ambientalmente de realizarse, considerando que las medidas de mitigación señaladas en el presente estudio así como las que sean establecidas por la autoridad correspondiente.

Dado que muchas de estas comunidades están ubicadas en zonas montañosas, con vegetación de bosque mesófilo, la construcción de infraestructura sin pasar por estos terrenos forestales implicaría trazos mucho más largos, mayor dificultad técnica, costos elevados y posiblemente mayores impactos en otros ecosistemas (erosión, cuencas, etc.). El cambio de uso forestal en la franja necesaria para la instalación se considera la alternativa más viable para ofrecer una solución duradera, confiable y técnicamente factible que permita llevar agua potable a todas estas localidades, incluidas las más remotas o con menos densidad poblacional.

Con base en lo anteriormente descrito, aun cuando el proyecto implique una remoción de cobertura forestal de 4,367.26 m², este impacto se compensa con los múltiples beneficios en términos de salud, calidad de vida, equidad y reducción de la vulnerabilidad de comunidades como San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, además de la cabecera municipal (Zacualtipán). El proyecto representa una intervención prioritaria, que responde a necesidades reales de poblaciones que hoy enfrentan seriamente la falta de acceso continuo a agua potable de calidad.

Por lo tanto, de acuerdo con la información y evaluación realizada en el presente estudio, se puede determinar que el proyecto, es ambientalmente viable con la implementación de medidas de mitigación y preventivas derivadas del presente estudio y aunado a las medidas que dicte la SEMARNAT, se logrará realizar el proyecto con el mayor apego a la legislación ambiental.

Los impactos restantes significativos fueron en todos los casos benéficos, por lo que, de acuerdo a la información y evaluación del proyecto, se considera que cumple con lo establecido en la normatividad vigente; por tanto, se solicita su autorización para realizar el proyecto **Sistema de agua potable "Río Zacatlamaya”, para abastecer la cabecera municipal de Zacualtipán de Ángeles, San Bernardo, Rincón Grande, Papaxtla y Tehuitzila, Hidalgo** ya

que no se presentará un impacto negativo permanente al ecosistema y el impacto temporal generado por la misma, será minimizado por la aplicación de las medidas preventivas propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VII.1 Cartografía

La cartografía generada se anexa al presente estudio.

VII.2 Glosario de términos.

Afectaciones. Daño que se causa a los propietarios de la tierra a todo lo ancho del derecho de vía, así como las personas que sufran algún tipo de perjuicio por la construcción, mantenimiento u operación de una carretera.

Aguas residuales. Las aguas provenientes de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad humana y que por el uso recibido tengan incorporados contaminantes, en detrimento de su calidad original.

Ambiente. El conjunto de factores bióticos y abióticos que actúan sobre los organismos y las comunidades ecológicas, determinando su forma y desarrollo. Condiciones o circunstancias que rodean a los seres vivos.

Antrópica. Actividad de origen humano o ajeno al medio natural de un ecosistema.

Área industrial. de equipamiento urbano o de servicios: Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.

Área de maniobras. Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.

Áreas naturales protegidas. Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente ley.

Aspectos abióticos. Elementos que ayudan a la existencia de la biota (aire, suelo y agua).

Aspectos bióticos. Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos. Perteneciente o relativo a la biota.

Azolve. Lodo o basura que obstruye un conducto de agua.

Biota. Término utilizado para definir todos los organismos vivientes de una región. Normalmente se divide en flora y fauna.

Cabezotes. Piedra sin labrar y de buen tamaño empleada en mampostería.

Calidad. Calidad del medio es el grado de excelencia de éste, su “mérito” para que su esencia, su estructura actual, se conserve.

Calidad de paisaje. Grado de excelencia de sus características visuales, mérito para no ser alterado o destruido, para que su esencia, su estructura actual se conserve.

Calidad de vida. Medida del grado en que una sociedad ofrece la oportunidad real de disfrutar de todos los bienes y servicios disponibles en el ambiente físico, social y cultural.

Camino de Acceso. Caminos temporales de pobres especificaciones, que sirven para que la maquinaria y los equipos lleguen a los diferentes frentes de trabajo en la construcción de una carretera y explotación de los bancos de materiales.

Cambio de uso de suelo. Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

Cédula de operación anual. Instrumento de reporte y recopilación de información de emisiones y transferencia de contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, materiales y residuos peligrosos empleado para la actualización de la base de datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes.

CO. Monóxido de carbono.

Coleóptero. Se dice de los insectos que tienen boca dispuesta para masticar, caparazón consistente y dos élitros córneos que cubren dos alas membranosas, plegadas al través cuando el animal no vuela; por ejemplo, el escarabajo, el cocuyo, la cantárida y el gorgojo.

Componentes ambientales críticos. Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes. Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Contaminación. La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico. Fuente: Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo.

Contaminación visual. Alteración de las cualidades de la imagen de un paisaje natural o urbano, causada por cualquier elemento funcional o simbólico que tenga carácter comercial, propagandístico o de servicio.

Contaminante. Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Contingencia ambiental. Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Control. Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento.

Cotas. Altura o nivel en una escala de valores. Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia. Elemento de un conjunto que limita, inferior o superiormente, los elementos de la sucesión de un subconjunto. Acotación, anotación o cita.

Corte. Toda excavación realizada a cielo abierto en terreno natural, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes de camas y/o coronas, en escalones, en cunetas, contracunetas, en despalmes, etc., con el objeto de preparar y/o formar la sección de la terracería.

Cribas. Conjunto que consta de un marco, en el cual se monta una malla de alambre entre tejido, que tiene la finalidad de retener sólidos que sobrepasen el tamaño del tejido.

Criterios ecológicos. Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

Cuenca. El territorio donde las aguas fluyen al mar a través de una red de cauces que convergen en uno principal, o bien, el territorio donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aún sin que desemboquen en el mar.

Cunetas. Canales que se adosan a los lados de la corona de la carretera y/o en los extremos del acotamiento. Recibe los escurrimientos de origen pluvial.

Daño ambiental. Toda pérdida, disminución o detrimento significativo inferido al ambiente o a uno o más de sus componentes. Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Desarrollo sustentable. El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de

preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras.

Desequilibrio ecológico. La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Disposición final de residuos. Acción de depositar permanentemente los residuos en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños al ambiente.

Diversidad Biológica. Término utilizado para definir la variedad de especies en una comunidad determinada.

Drenaje Natural. Patrón de escurrimientos de las aguas superficiales, sin que haya intervenido la acción del hombre.

Drenaje. Colectores utilizados para encauzar las aguas superficiales hacia sistemas para su tratamiento o disposición final.

Ecosistema. La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

Elemento (del medio). Cada una de las áreas temáticas que se consideren relevantes en el estudio del medio natural.

Elemento natural. Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado, sin la inducción del hombre.

Emulsión catiónica. Compuestos orgánicos de peso molecular relativamente elevado (entre 100 y 300); tienen una parte hidrofóbica (radical alquilo) soluble en el medio orgánico (asfalto) y una parte hidrofílica (grupos amino) soluble en el medio acuoso.

Equilibrio ecológico. La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Erosión. Pérdida de la capa vegetal o suelo, debida a la acción del agua (erosión hídrica) o del aire (erosión eólica) en lugares puntuales.

Escenario. Descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

Espacio abierto. Zonas sin edificar o predominantemente sin edificar.

Escurrimiento superficial. Es aquel que proviene de la precipitación no infiltrada y que escurre sobre la superficie del suelo y la red de drenaje hasta salir de la cuenca.

Estudio de riesgo. Documento mediante el cual se da a conocer, a partir del análisis de ciertas acciones proyectadas para el desarrollo de una obra o actividad, el daño que éstas representan para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas técnicas de seguridad, preventivas y correctivas, tendientes a evitar, mitigar, minimizar o controlar los efectos adversos al equilibrio ecológico en caso de posible accidente, durante la ejecución y operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Eutrofización. Enriquecimiento de nutrientes inorgánicos (compuestos de N y S) en un ecosistema acuático, como resultado de descargas urbanas, contaminación por actividades agropecuarias o por deposición atmosférica.

Factor. Cualquiera de los términos empleados para definir los componentes del medio físico o sus propiedades (elemento, carácter, cualidad).

Fauna silvestre. Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre. Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan en el territorio estatal, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Impacto Ambiental. Alteración favorable (benéfico) o desfavorable (adverso) que experimenta el conjunto de elementos naturales, artificiales o inducidos por el hombre, ya sean físicos, químicos o ecológicos; como resultado de efectos positivos o negativos de la actividad humana o de la naturaleza en sí.

Impacto compatible. Carencia de impacto o recuperación inmediata tras el cese de la actividad.

Impacto crítico. La magnitud del impacto es superior al umbral aceptable. Se produce la pérdida de las condiciones ambientales, sin posible recuperación.

Impacto irreversible. Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto, sin la sola acción de los procesos naturales

Impacto reversible. Si las condiciones originales reaparecen al cabo de cierto tiempo.

Informe preventivo. Documento mediante el cual se da a conocer los datos generales de una obra o actividad para efectos de determinar si requiere ser evaluada a través de una manifestación de impacto ambiental.

Granulometría. Medición de las partículas de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los diámetros previstos por una escala granulométrica.

Liberación de residuos peligrosos. Acción de descargar, inyectar, inocular, depositar, derramar, emitir, vaciar, arrojar, colocar, rociar, abandonar, escurrir, gotear, escapar, enterrar, tirar o verter residuos peligrosos en los elementos naturales.

Magnitud. Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Manejo. Alguna o el conjunto de las actividades siguientes: producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA). El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Manifiesto. Documento en el cual se registran las actividades de manejo de residuos peligrosos, que deben elaborar y conservar los generadores y, en su caso, los prestadores de servicios de manejo de dichos residuos y el cual se debe utilizar como base para la elaboración de la Cédula de Operación Anual.

Mantenimiento de Carreteras. Conjunto de acciones que se realizan a lo largo de la vida útil de una carretera, para mantenerla en buen estado de operación.

Material Peligroso. Elementos, substancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, representen un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico – infecciosas.

Medidas de compensación. Conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de mitigación. Trabajos o actividades que se desarrollan para reducir, eliminar o atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de prevención. Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Microclima. Es el conjunto de condiciones climáticas de un ambiente, es decir, es el clima de los alrededores inmediatos de un lugar o del hábitat y depende de la topografía local, de la vegetación y del suelo.

Normas oficiales. Regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistemas, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación.

Normas técnicas ecológicas estatales. Las reglas técnicas o parámetros científicos o tecnológicos emitidas por el Consejo Estatal de Ecología, en las que se establecen los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, parámetro y límites permisibles que deberán observarse en el desarrollo de las actividades o uso y destino de bienes que causen o puedan causar desequilibrio ecológico o daños al ambiente y además que permitan uniformar los principios, criterios y políticas en la materia.

NOx. Óxidos de nitrógeno.

Obras Complementarias. Obras que se requieren construir para el buen funcionamiento de una carretera y no forman parte de su sección transversal, como es el caso de bordillos, contracunetas, lavaderos, etc.

Ordenamiento ecológico. El instrumento de política ambiental dirigido a evaluar y programar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente.

Paisaje. Conjunto de elementos que conforman un entorno y está en función de la topografía, hidrología, geología y clima en una zona determinada. Es el resultado de la combinación dinámica de elementos físico-químicos, biológicos y antrópicos que en mutua dependencia generan un conjunto único e indisoluble en perpetua evolución.

Pavimento. Conjunto de capas que soportarán la acción de las cargas producto del tránsito vehicular, consta de subrasante, sub-base, base y carpeta.

Proyecto. Conjunto de actividades que inician desde la definición de rutas alternativas para la construcción de una carretera, hasta la elaboración del proyecto ejecutivo, incluyendo la evaluación económica y ambiental.

Percepción. Sensación correspondiente a la impresión material de los sentidos.

Permeabilidad. Capacidad de un material para permitir que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Depende de tres factores básicos: porosidad, densidad y presión a la que está sometida el fluido.

Preservación ecológica. El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propician la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de su hábitat natural.

Protección. El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.

Recurso natural. El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Recursos. Aspectos del ambiente humano que facilitan la satisfacción de las necesidades humanas y el alcance de los objetivos sociales.

Región ecológica. La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Regiones terrestres prioritarias. Unidades físico-temporales estables en la parte continental del territorio nacional que destacan por la presencia de una riqueza ecosistémica y específica y una presencia de especies endémicas mayor que en el resto del país, así como por una integridad biológica significativa y oportunidad real de conservación.

Relleno sanitario. Instalación destinada a la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Representatividad. Aquella cualidad de un territorio, ecosistema o parte de él que le hace ser simbólico de un determinado medio natural en el que se sitúa.

Residuo. Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permitía usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Restauración. Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales.

Reversibilidad. Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Riesgo ambiental. Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en

la salud humana, en los ecosistemas, o en los bienes y propiedades pertenecientes a los particulares.

Ruido. Sonido audible indeseable que moleste o perjudique la salud de las personas. Se mide generalmente en decibeles y es una fuente de contaminación.

Sector eléctrico. Conjunto de empresas y organismos que se encargan del suministro de energía eléctrica.

Señalamiento. Conjunto de dispositivos horizontales y verticales, que ayudan a los conductores a circular de manera segura y les proporciona información.

Socavación. Erosión del suelo producto de una corriente superficial de agua (erosión hídrica).

SOx. Óxidos de Azufre.

TDPA. Tránsito Diario Promedio Anual.

Tasa de Infiltración. Relación entre la cantidad de agua de lluvia que recibe un área determinada, con la cantidad que es absorbida por el suelo.

Tránsito Vehicular. Conjunto de vehículos que circulan por una carretera.

UTM. La Proyección Transversal Universal de Mercator, sistema utilizado para convertir coordenadas geográficas esféricas en coordenadas cartesianas planas.

Zonas de preservación ecológica. Áreas constituidas por los municipios en zonas circunvecinas a los centros de población, en las que exista uno o más ecosistemas en buen estado de conservación, destinado a preservar los elementos naturales, necesarios para el funcionamiento de los ecosistemas y el bienestar general.

Zona de restauración. Aquellas áreas que presenten procesos de degradación, desertificación o graves desequilibrios ecológicos.

VII.3 Bibliografía

1. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing, *Norma AASHTO M T180-74*, EUA.

2. Agenda Ecológica Federal, 2011. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

3. Agenda Ecológica Federal, 2011. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

4. Agenda Ecológica Federal, 2011. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención al Ambiente en Materia de

Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

5. Agenda Ecológica Federal, 2011. Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

6. Agenda Ecológica Federal, 2011. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

7. Agenda Ecológica Federal, 2011. Ley de Aguas Nacionales y Reglamento. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

8. Agenda Ecológica Federal, 2011. Ley General de Vida Silvestre. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

9. Agenda Ecológica Federal, 2011. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

10. Agenda Ecológica Federal, 2011. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. *En* Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

11. César V. y Vázquez G., A., 1994. Impacto Ambiental. Facultad de Ingeniería, UNAM; IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), México. 258 pp.

12. CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) https://www.conabio.gob.mx

13. CNA (Comisión Nacional del Agua). http://www.cna.gob.mx

14. Coedeh (Consejo Estatal de Ecología de Hidalgo). http://www.coedeh.hidalgo.gob.mx

15. CONAPO (Consejo Nacional de Población). http://www.conapo.gob.mx

16. Conesa, V., 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed, España, 412 pp.

17. CNA (Comisión Nacional del Agua). 1992. Información Estadística. Presas de la República Mexicana.

18. Dauber, E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. El País. Santa Cruz, Bolivia. Sección III.

19. EPA (U.S. Environmental Protection Agency Office of Air and Waste Management). 1977. Compilation of Air Pollutant Emission Factors AP-42. 2nd & 3rd ed.

20. Estevan Bolea, M.T. 1984. Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Fundación MAPFRE. 609 pp.

21. García, E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 244 pp.

22. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 2005. Anuario estadístico del estado de Hidalgo. INEGI.

23. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 1993. Geografía México Social.

24. INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). http://www.inegi.gob.mx

25. INNSZ (Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran). http://www.innsz.mx

26. Leopold (*et al*, 1971), Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B. B., Balsley, J.R. (1971): "*A procedure for Evaluation Environmental Impacts"*, U. S. Geological Survey, Circular 645, United State Environmental Protection Agency, Washington, 13 pp.

27. Manual y procedimientos para el muestreo de campo, re-muestreo 2011, (CONAFOR).

28. Martínez, M. *Nombres Científicos de Plantas Mexicanas, en Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos Plantas Mexicanas*, Fondo de Cultura Económica, México, 1987 pp. 1038-1247.

29. Méndez de la Cruz, F., Hernández Gallegos, O. y Rodríguez Romero, F. 2003. Ficha técnica de Phrynosoma orbiculare. En: Méndez de la Cruz, F. (compilador). Elaboración de fichas de 5 especies de lacertilios: PROY-NOM-059-ECOL-2000. Departamento de Zoología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W033. México, D.F.

30. Mûeller-Dombois y Ellenberg (1974); Mueller-Dombois, D.; Ellemberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons. 547 pp.

31. Mooser, F., 1963. Historia Tectónica de la Cuenca de México. Boletín de la Asociación Mexicana de geólogos Petroleros. 15: 239-246.

32. Proteam, S. A. Estudio Metodológico de las Tecnologías de Evaluación de Impacto Ambiental. Tomo III. Cuarta parte.

33. Ramírez Bautista, A. y Hernández Ibarra, X. 2004. Ficha técnica de Sceloporus grammicus. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. . México, D.F.

34. Romahn de la Vega, c. F.y Ramírez Maldonado, H. 2006. Dendrometría. 2ª. Edición digital corregida y aumentada. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de Méx. 309 p.

35. Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México.* Ed. Limusa. México, DF 432 pp.

36. Salinas E. **et al.** 2001. Ordenamiento Ecológico Territorial Estado de Hidalgo. Periódico Oficial del Estado Tomo CXXXIV No. 14, 2 de abril del 2001, 473 pp.

37. SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 1981. Atlas Nacional del Medio Físico.

38. SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1991. Ordenamiento Ecológico, Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental. El Procedimiento de Impacto Ambiental. México, D.F.

39. SEGOB (Secretaría de Gobernación-México). http://www.gobernacion.gob.mx

40. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 1997. Calendario Cinegético.

41. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). http://www.semarnat.gob.mx

42. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-ECOL-001-1996, Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación.

43. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-002- ECOL-1996. Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación.

44. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-041-SEMARNAT-1999. Los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación.

45. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-043-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Diario Oficial de la Federación

46. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-045-SEMARNAT-1996. Los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diesel o mezclas que incluyan Diesel como combustible. Diario Oficial de la Federación.

47. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-052-SEMARNAT-2005. Características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. Diario Oficial de la Federación

48. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección. Diario Oficial de la Federación (Segunda Sección; Marzo): 1-81.

49. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-080- ECOL-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. Diario Oficial de la Federación

50. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-083- ECOL 1996 Condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales.

51. SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). NOM-084- ECOL-1994, que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias. Diario Oficial de la Federación (junio).

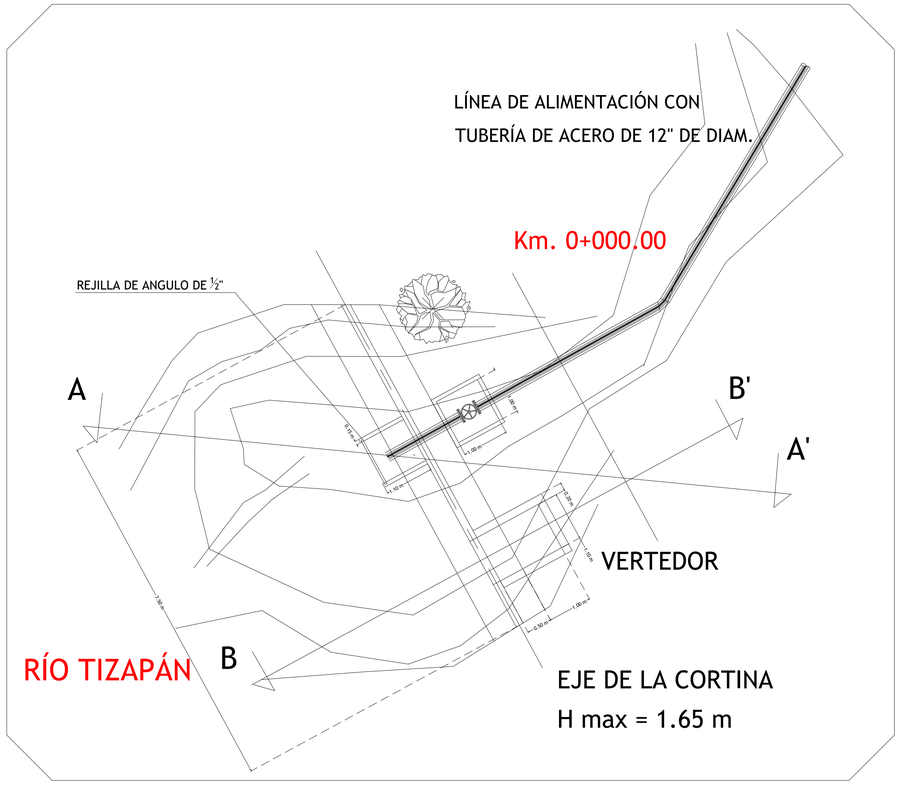
52. SEPLADER (Secretaría de Planeación y Desarrollo Regional del Gobierno Libre y Soberano del Estado de Hidalgo).
http://www.seplader.hidalgo.gob.mx

53. Servicio Meteorológico Nacional.
http://smn.cna.gob.mx http://www.e-local.gob.mx

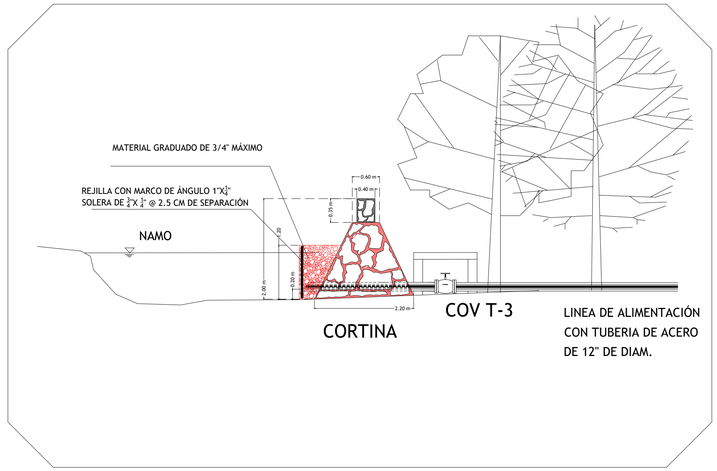
54. Smith, Hobart M. and Taylor, Edward H. 1950. "An Annotated Checklist and Key to the Reptiles of Mexico Exclusive of the Snakes." Bulletin of the United States National Museum. 1–253. https://doi.org/10.5479/si.03629236.199

55. SSA (Secretaría de Salud-México).
http://www.salud.gob.mx

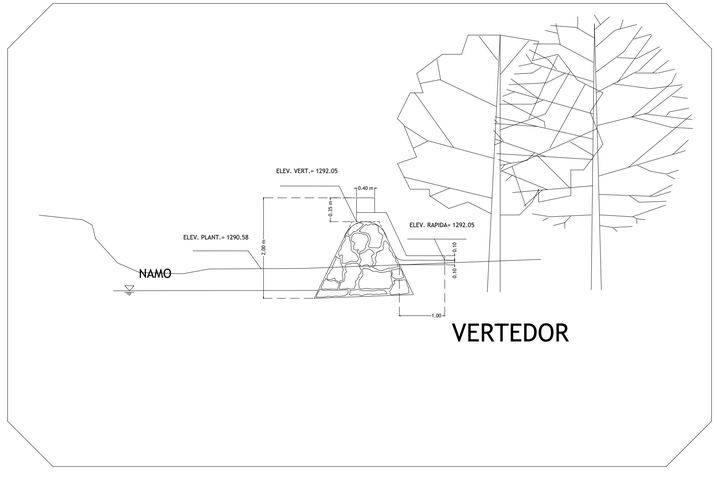
56. Uribe-Peña Z., A. Ramírez-Bautista y G. Casas-Andreu. 1999. Anfibios y reptiles de las serranías del Distrito Federal, Cuadernos 32, Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.



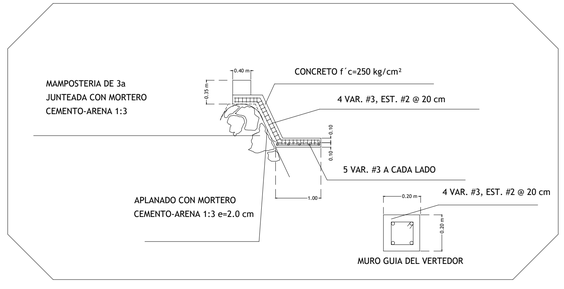
PLANTA



CORTE A-A'



CORTE B-B'

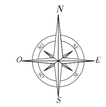


ARMADO DE VERTEDOR

CANTIDADES DE OBRA		
CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
EXCAVACION EN MATERIAL TIPO I	m3.	1.50
EXCAVACION EN MATERIAL TIPO III	m3.	2.00
MAMPOSTERIA DE 3a.	m3.	20.00
CONCRETO f'c= 250 Kg/cm² AGREGADO MAXIMO DE 3/4"	m3.	1.00
ACERO DE REFUERZO fy= 4,200 Kg/cm².	Kgs.	25.00
CIMBRA EN DALAS Y CERRAMIENTOS	m2.	7.00
APLANADO CEMENTO-ARENA 1:3	m2.	55.00
CONCRETO f'c= 100 Kg/cm² h= 5 cm PARA PLANTILLA	m3.	1.50
REJILLA DE ANGULO DE 1/2"	pza.	1.00
MATERIAL GRADUADO DE 1/2" DE DIAMETRO MAX.	m3.	1.00

Julio César Picazo Fernández
Ced. Profesional: 3608093

ORIENTACION



Croquis de localización



ZONA EN ESTUDIO

Simbología

N.L.S.L	INDICA NIVEL DE LECHO SUPERIOR LOSA
N.L.I.T.	INDICA NIVEL DE LECHO INFERIOR DE TRABE
N.R.P.	INDICA NIVEL DE REMATE DE PRETIL
N.V.	INDICA NIVEL GENERAL
N.P.T.	INDICA NIVEL DE PISO TERMINADO

INDICA COTA A EJES
INDICA COTA A PAÑOS
INDICA COTA DE EJE A PAÑO
INDICA CAMBIO DE NIVEL EN PISO

- LAS COTAS ESTAN DADAS EN METROS
- LAS COTAS RIGEN SOBRE EL DIBUJO
- LAS COTAS SE VERIFICARÀN EN OBRA

CUADRO DE AREAS
Cortina: 7.20 m de largo x 2.20 m de ancho=16.50 m2
Filtro: 1.10 m x 1.10 m=1.21 m2
Caja de operación de válvulas: 1.00 m x 1.00 m= 1.00m2

GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO
LIC. JULIO MENCHACA SALAZAR
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE HIDALGO

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO 2022-2028

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE
ING. ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA
SECRETARIO

OBRA / PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA" PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

REVISÓ:

Vo. Bo.: Ing. Julio César Picazo Fernández

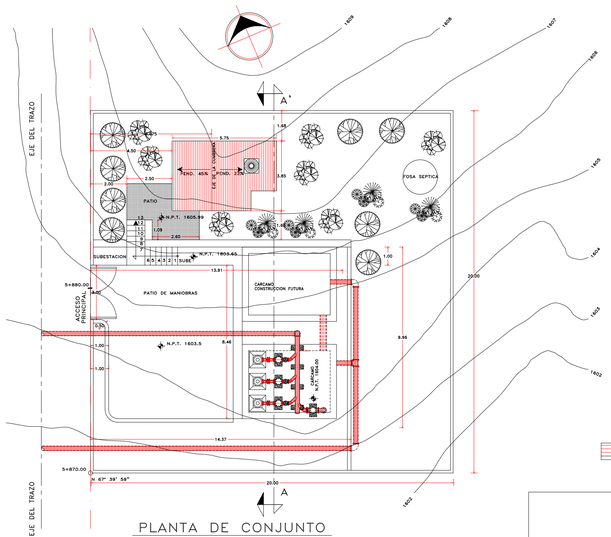
CONTENIDO: C
M

DIH-LC-01

LOCALIZACION: Z
[redacted]

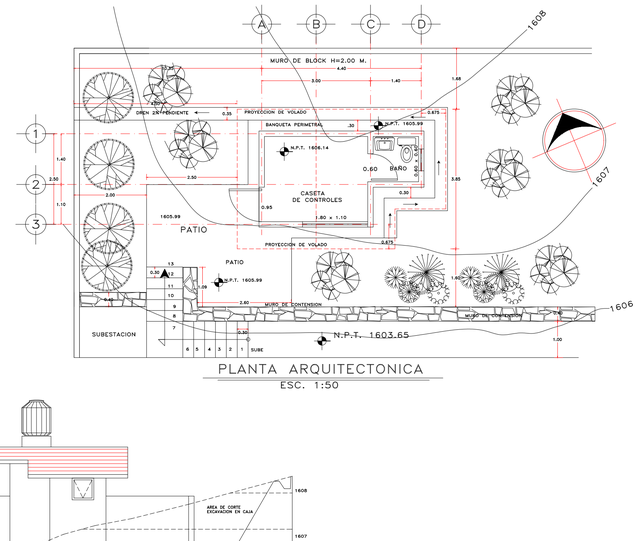
VALIDÓ:
[redacted]
Director d

REVISIÓN:	FECHA:	OBSERVACIONES:	ELABORÓ:
A-0	JUNIO, 2024	PARA VALIDACIÓN	REV



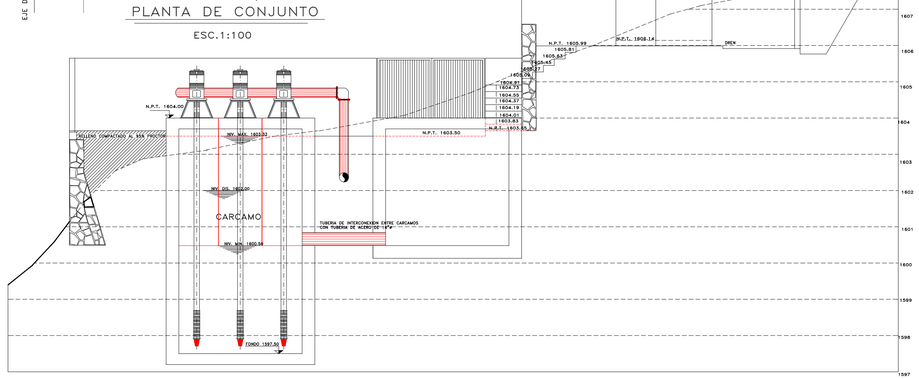
PLANTA DE CONJUNTO

ESC.1:100



PLANTA ARQUITECTONICA

ESC. 1:50



CORTE A – A'

ESC. 1:50

ESCALA GRAFICA 1 : 50

0.00 2.50 5.00 10.00

METROS

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
LIMPIA, TRAZO Y NIVELACIÓN EN EL ÁREA DE TRABAJO	450.00	M2
CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS A LA PLANTA DE BOMBEO, CON EQUIPO MECÁNICO, INCLUYE: DESMONTE, EXCAVACIÓN Y AFINE DE CORONA	5.00	HA
EXCAVACIÓN EN CAJA DE MATERIAL COMÚN, PARA ESTRUCTURAS DE CONCRETO CON EQUIPO MECÁNICO 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	15.00	M3
EXCAVACIÓN EN CAJA EN MATERIAL TIPO III, PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS CON EQUIPO MECÁNICO 0 A 4 M DE PROFUNDIDAD	115.00	M3
ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE EXCAVACIÓN, EN EL PRIMER KILOMETRO, INCLUYE: CARGA Y DESCARGA	210.00	M3
ACARREO DE MATERIALES PRODUCTO DE EXCAVACIÓN, EN LOS KILOMETROS SUBSECUENTES AL PRIMERO, INCLUYE: CARGA Y DESCARGA	630.00	M3-KM
CIMENTACION		
FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE DE F'c=100 kg/cm2, DE 5 cms DE ESPESOR EN LA CIMENTACIÓN INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN	11.00	M2
FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA, ASENTADA CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN	55.00	M3
FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CIMIENTOS A BASE DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA, ASENTADA CON MORTERO CEMENTO ARENA 1:5, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN	135.00	M3

HERRERIA		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE ACCESO, FABRICADA CON PERFIL TUBULAR CENTRO CAL. 18 Y LAMINA ACANALADA CAL. 20 DE 25 cms DE PERALTE, INCLUYE: MATERIALES, ANCLAS, MANO DE OBRA, PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	1.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE INTEMPERIZACIÓN, FABRICADA CON PERFIL TUBULAR CENTRO CAL. 18 Y LAMINA ACANALADA CAL 2700 CAL. 20 DE 25 cms DE PERALTE, INCLUYE: MATERIALES, ANCLAS, MANO DE OBRA, PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	1.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VENTANA, FABRICADA CON PERFIL TUBULAR CENTRO CAL. 18 Y LAMINA ACANALADA CAL 2700 CAL. 20 DE 25 cms DE PERALTE, INCLUYE: MATERIALES, ANCLAS, MANO DE OBRA, PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	1.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VENTANA, FABRICADA CON PERFIL TUBULAR CENTRO CAL. 18 Y LAMINA ACANALADA CAL 2700 CAL. 20 DE 25 cms DE PERALTE, INCLUYE: MATERIALES, ANCLAS, MANO DE OBRA, PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	1.00	PZA
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE PUERTA DE ACCESO TIPOLOGIA DE 1.00 x 2.10 mts, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, MANO DE OBRA, PINTURA ANTICORROSIVA Y DOS MANOS DE PINTURA DE ESMALTE, ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	1.00	PZA

VIDRIERIA		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE VIDRIO TRANSPARENTE DE 6 mm DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA COLOCACION	3.50	M2

ACABADOS		
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
FABRICACIÓN Y COLADO DE POZOS DE CONCRETO SIMPLE DE F'c= 150 kg/cm2, DE 1.20 mts DE DIAMETRO INTERIOR Y 1.50 mts DE ALTURA INTERIOR, DE 2.5x2.5 m ALREDOR ESCORILLADO CON MORTERO EN LAS ARISTAS, INCLUYE: CEMENTO CON MEZCLA, MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	19.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REJAS DE GRAVILLA DE TEZONTLE EN PATIO DE MANIOBRAS VOLUMETRO MEDIDA DE 0.30 DE DIAMETRO DE 10 cms DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	17.00	M3
SUMINISTRO Y COLOCACION DE TIERRA VEGETAL EN AREAS DE 10 cms DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	15.00	M3
SUMINISTRO Y COLOCACION DE PASTO EN AREAS DE JARDIN, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	120.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE APLANADO FINO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 DE 2 cms DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	78.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE APLANADO RUSTICO DE MORTERO CEMENTO ARENA 1:5 DE 2 cms DE ESPESOR, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	156.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE PISO DE CONCRETO F'c=150 kg/cm2 Y ROLA DE PLANTILLA CON APARIENCIA DE 10cm (2.5 DE 1 cms DE ESPESOR, INCLUYE: ACARREOS, MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	25.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE PISO DE LOSETA CERAMICA ANTIDERRAPANTE DE 30 x30 cms, INCLUYE: ZOCLO DE 10 cms DE ALTURA,MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	8.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE PISO DE AZULEJO ANTIDERRAPANTE DE 10 x10 cms, INCLUYE: ZOCLO DE 10 cms DE ALTURA,MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	2.00	M2
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA VINILICA EN MUROS Y PLAFONES DE DOS MANOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	113.00	M2
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE PINTURA DE ESMALTE EN MUROS Y PLAFONES DE DOS MANOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	11.00	M2
SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTE A BASE DE ASFALTO EN MUROS Y PLAFONES DE DOS MANOS, INCLUYE: MATERIALES ACABADO ESTRUCTOS, INCLUYE: MATERIALES Y MANO DE OBRA PUESTOS EN EL SITIO DE LA OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	26.00	M2
SUMINISTRO Y COLOCACION DE CHAPETON A BASE DE MATERIALES PETREOS, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS, MANO DE OBRA, MATERIALES, ACARREOS CON ARISTAS CUADRO ARENA EN PROPORCION 1:3, CON PENDIENTE DE 0.15 SECCION DE 20x20 cms, INCLUYE: MATERIALES, ACARREOS Y MANO DE OBRA, ASÍ COMO TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA TERMINACION	9.50	M3
CONSTRUCCION DE ESCALETA DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA BRAZA, ASENTADA CON MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION 1:5, CON PENDIENTE DE 0.15 CAE, DE ALTURA Y ANCHURA DE 30 CMS, DE ANCHO POR 200 CMS DE ANCHO CONSTRUIDO CON PIEDRA DE ACARREO A HOMBRO	20.00	M3

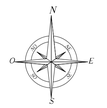
FACTOR DE PLOTEO 10-1

CALIDADES

ROJO.....0.18
AMARILLO.....0.20
VERDE.....1.00
CYAN.....0.60
AZUL.....0.80
MAGENTA.....0.20
10.....0.18
14.....0.18

Julio Cesar Picazo Fernandez
Ced Profesional: 3668693

ORIENTACION



Croquis de localización



ZONA EN ESTUDIO

Simbología

NOTAS:

- TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS, A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS DE LA CASETA DEL POZO (PLANOS: ESTRUCTURAL, ACABADOS E INSTALACIONES), ASÍ COMO LOS PLANOS DEL PROYECTO MECÁNICO Y ESTRUCTURAL DE LOS CÁRCAMOS, Y ELÉCTRICO

GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO

LIC. JULIO MENCHACA SALAZAR
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE HIDALGO

HIDALGO
PRIMERO EL PUEBLO
2022-2028

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

ING. ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA
SECRETARIO

OBRA / PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA" PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

REVISÓ:

Vo. Bo.: Ing. Julio César Picazo Fernández

CONTENIDO: Pl
Pl

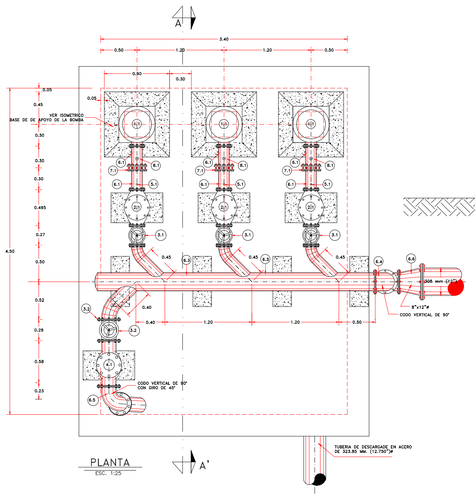
DIH-LC-07

LOCALIZACION: Zo
[redacted]

VALIDÓ:
[redacted]
Director d

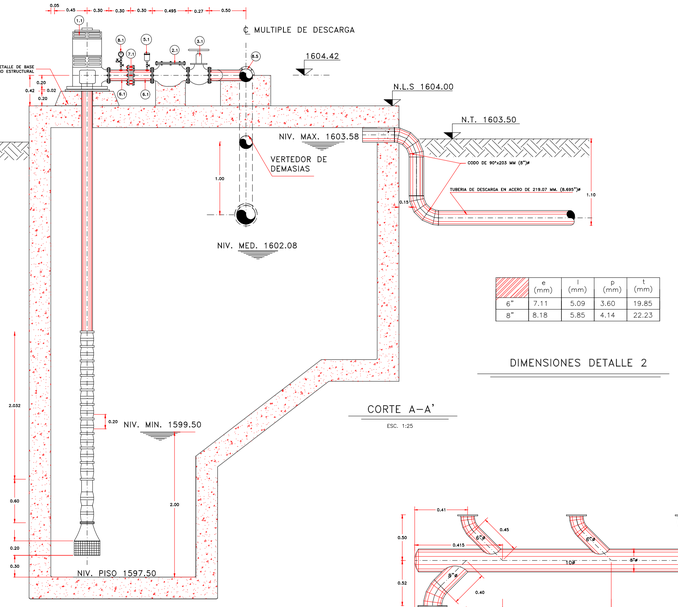
REVISIÓN:	FECHA:	OBSERVACIONES:	ELABORÓ:

PART.	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1 1.1	SUMINISTRO, TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS DE EQUIPO DE BOMBEO SUMINISTRO,TRANSPORTE, MONTAJE Y PRUEBAS DE EQUIPO DE BOMBEO VERTICAL TIPO TURBINA, IMPULSADA POR AGUA, PARA MANEJO DE AGUA POTABLE, CON CARCAZA DE 9.5A- U IMPULSOR DE BRONCE/ACERO, DE DESCARGA, COLUMNA DE 6" DE DIAMETRO CON UNA LONGITUD DE 3.5 M., FLECHA DE ACERO 1045 CON DIAMETRO DE 1.5" CON UNA LONGITUD DE 2.5 M Y COLADERA PARA PARA UN GASTO DE 30.6 L.P.S.VENCIENDO UNA CARGA DINAMICA TOTAL DE 218.5 M.C.C. CON 11 PASOS, ACOPLADA A UN MOTOR ELECTRICO VERTICAL TIPO JAULA DE ARDILLA, DE ACTA EFICIENCIA, 1770 R.P.M., 11 POLOS, FLECHA HUECA, PARA TRABAJO A LA INTEMPERIE, TRES FASES, 220/440 VOLTS, 60HZ, DE 125 H.P. Y F.S 1.15		
2 2.1	SUMINISTRO, E INSTALACION DE VALVULAS DE NO RETORNO (CHECK) SUMINISTRO, Y MONTAJE DE VALVULA PARA RETENCION DE FLUJO (CHECK) DE COLUMPIO PARA AGUA LIMPIA, 150LBS DE ACUERDO A API6A, FABRICADA EN DE ACERO AL CARBON, EXTREMOS BRIDADOS ANSI B 16.1, CLASE 300, DIAMETRO NOMINAL, 152 MM (6") DE DIAMETRO	3.00	PZA
3 3.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO TIPO COMPUERTA SUMINISTRO Y MONTAJE DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO, TIPO COMPUERTA, VASTAGO FUEL PARA AGUA LIMPIA, FABRICADA EN ACERO AL CARBON, ASIENTOS DE BRONCE 316SS DE ACUERDO A API6A, EXTREMOS BRIDADOS ANSI B 16.1, CLASE 300,DIAMETRO NOMINAL 152 MM (6") DE DIAMETRO	3.00	PZA
3.2	SUMINISTRO, Y MONTAJE DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO, TIPO COMPUERTA VASTAGO FUEL PARA AGUA LIMPIA, FABRICADA EN FIERRO FUNDIDO, ASIENTOS DE BRONCE, EXTREMOS ROSCADOS BRIDADOS ANSI B 16.1,CLASE 300, DIAMETRO NOMINAL 203 MM (8") DE DIAMETRO	1.00	PZA
4 4.1	SUMINISTRO, E INSTALACION DE VALVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESION SUMINISTRO, MONTAJE Y CALIBRACION DE VALVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESION PARA AGUA LIMPIA, FABRICADA EN HIERRO DUCTIL, CON PILOTO HIDRAULICO PARA UN RANGO DE OPERACIÓN DE 205.0 PSI Y PILOTO ELECTRICO CON BOBINA A 110 V, 60 HZ., EXTREMOS BRIDADOS DE ACUERDO A ANSI. DE 203 MM (8") DE DIAMETRO	1.00	PZA
5 5.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE. SUMINISTRO Y MONTAJE DE VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE PARA AGUA LIMPIA FABRICADA EN FA/FG ESCRITO REDUCIDO CUERDA NPT MOTOR DE 25.4 MM (1") DE DIAMETRO NOMINAL COMPLETA CON VALVULAS DE SECCIONAMIENTO Y PURGA TIPO GLOBO.	3.00	PZA
6 6.1	PIEZAS ESPECIALES DE ACERO, SUMINISTRO, FABRICACION E INSTALACION SUMINISTRO, Y MONTAJE DE CETOPERADOS DE ACERO AL CARBON ASTM A-53 GR-B CEDULA 40 Y BRIDA SOLDANTE (SLIP-ON) CARA PLANA ANSI B 16.5, CLASE 300,CON DIAMETRO NOMINAL 254.00 MM (10") Y 942 MM DE LONGITUD TOTAL	6.00	PZA
6.2	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE CARRETE DE ACERO AL CARBON ASTM A-53 GR-B CEDULA 40 Y BRIDA SOLDANTE (SLIP-ON) CARA PLANA ANSI B 16.5 CLASE 300,CON DIAMETRO NOMINAL 254.00 MM (10") Y 942 MM DE LONGITUD TOTAL	1.00	PZA
6.3	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE MULTIPLE DE DESCARGA FABRICADO A BASE DE TUBERIA DE ACERO AL CARBON SOLDADO BAJO LINEAMIENTOS DEL CODIGO ASME PARA RECIPIENTES A PRESION DEL CUERPO CILINDRICO DE 609.6 MM (24") DE DIAMETRO CON CUATRO BOQUILLAS A 45°, TRES DE 152 MM (6") Y UNA DE 203 MM (8"), CADA UNA CEDULA CON BRIDA SOLDANTE (SLIP-ON) CARA PLANA ANSI 16.5 DE ACUERDO A DETALLE EN PLANO	1.00	PZA
6.4	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE (2) CODOS , A 90° RADIO CORTO, FABRICADO EN ACERO AL CARBON ASTM G-A, CED. 40 Y BRIDA SOLDANTE (SLIP- ON) CARA PLANA ANSI B-16.5, CLASE 300, DIAMETRO NOMINAL 152.4 MM (6")	2.00	PZA
6.5	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE UN CODO , A 90° RADIO CORTO, FABRICADO EN ACERO AL CARBON ASTM G-A, CED. 40 Y BRIDA SOLDANTE (SLIP- ON) CARA PLANA ANSI B-16.5, CLASE 300, DIAMETRO NOMINAL 203.2 MM (8")	1.00	PZA
6.6	SUMINISTRO, FABRICACION Y MONTAJE DE UNA REDUCCION DE 8x12", A 90° RADIO CORTO, FABRICADO EN ACERO AL CARBON ASTM G-A, CED. 40 Y BRIDA SOLDANTE (SLIP- ON) CARA PLANA ANSI B-16.5, CLASE 300,	1.00	PZA
7 7.1	SUMINISTRO E INSTALACION DE JUNTA DRESSER SUMINISTRO Y COLOCACION DE JUNTA DRESSER ESTILO 38, PARA UNIR TUBERIA DE ACERO AL CARBON DE 152.4 MM (6") DE DIAMETRO.	3.00	PZA
8 8.1	SUMINISTRO Y MONTAJE DE MANOMETRO SUMINISTRO Y MONTAJE DE MANOMETRO PARA AGUA LIMPIA, CON CARATULA DE 4 1/2" ESCALA DE 0-412PSI(KG), ESTARA A 63 0.35 BAR (1/4")N DE DIAMETRO, INCLUYE AMORTIGUADOR DE PULSACIONES Y JUEGO DE VALVULAS DE PASO Y PURGA	3.00	PZA
9 9.1 9.2	SUMINISTRO DE TORNILLOS SUMINISTRO DE TORNILLOS CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, CUERDA ESTANDAR GRADO SAE 2 (ASTM A-307) DE 19.1 MM (3/4"X 76.2 MM (3"). SUMINISTRO DE TORNILLOS CABEZA Y TUERCA HEXAGONAL, CUERDA ESTANDAR GRADO SAE 2 (ASTM A-307) DE 19.1 MM (3/4"x381.0 mm(3 1/2")	96.00 64.00	PZA PZA
10 10.1 10.2	SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO PARA BRIDAS ANSI DE 152 MM (6") DE DIAMETRO SUMINISTRO DE EMPAQUES DE PLOMO PARA BRIDAS ANSI DE 203 MM (8") DE DIAMETRO	12.00 8.00	PZA PZA
11 11.2	PROTECCION ANTICORROSIVA PARA TUBERIAS DE ACERO PROTECCION ANTICORROSIVA PARA TUBERIA EN SUPERFICIE DE EXTERIORES CON PRIMARIO DE ALQUITRAN DE HULA Y PROTECCION MECANICA, INCLUYE LIMPIEZA CON DISOLVENTE DE MEDIA A METAL BLANCO	9.00	M2



PLANTA

ESC. 1:25

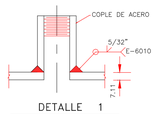


CORTE A–A'

ESC. 1:25

	e (mm)	f (mm)	p (mm)	t (mm)
6"	7.11	5.09	3.60	19.85
8"	8.18	5.85	4.14	22.23

DIMENSIONES DETALLE 2

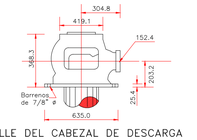


DETALLE 1

ACOT: mm ESC: S/E

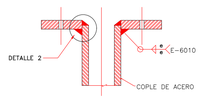
DETALLE DEL MULTIPLE DE DESCARGA

ACOT: m S/ESC.



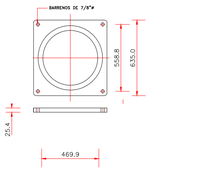
DETALLE DEL CABEZAL DE DESCARGA

ACOT: mm ESC: S/E



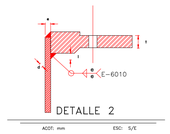
SOLDADURA DE BRIDA SLIP–ON EN TUBERIA

ACOT: mm ESC: S/E



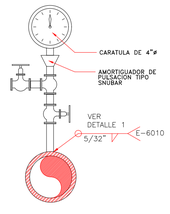
DETALLE PLACA DE SOPORTE PARA EQUIPO

ACOT: mm. ESC: S/E



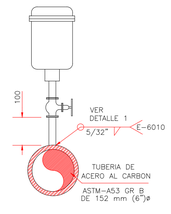
DETALLE 2

ACOT: mm ESC: S/E



DETALLE DE MANOMETRO

ACOT: mm ESC: S/E



DETALLE DE LA VALVULA DE ADMISION Y EXPULSION DE AIRE

ACOT: mm ESC: S/E



SOLDADURA ENTRE TUBOS

ACOT: mm ESC: S/E

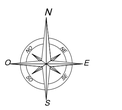
FACTOR DE PLOTEO 10–1

CALIDADES

ROJO	0.18
AMARILLO	0.20
VERDE	1.00
CYAN	0.50
AZUL	0.80
MAGENTA	0.25
14	0.18

Julio Cesar Picazo Fernández
Ced. Profesional: 3606693

ORIENTACION



Croquis de localización



ZONA EN ESTUDIO

Simbología

NOTAS:

- TODAS LAS ACOTACIONES ESTAN EN METROS. A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.
- LAS DIMENSIONES INDICADAS EN LOS EQUIPOS, PIEZAS ESPECIALES Y DISPOSITIVOS PODRAN VARIAR DEPENDIENDO DEL FABRICANTE SELECCIONADO.
- LAS UNIONES Y COONEXIONES DE LA TUBERIA SE HARAN CON SOLDADURA ELECTRICA CON ELECTRODOS RECUBIERTOS PARA REPRODUCIR EL ARCO EN LA ATMOSFERA INERTE
- TODAS LAS SOLDADURAS DEBERAN SER A TODO EL DERREDOR, CON UNA PENETRACION COMPLETA Y REALIZADA POR PERSONAL CALIFICADO, LOS ELECTRODOS A EMPLEAR SERAN TIPO E6010 PARA FONDEO Y E7018 PARA RELLENO.
- LOS ASPECTOS DE SOLDADURA SE AJUSTARAN A LAS RECOMENDACIONES DE LA AWS Y LOS EXTREMOS DE LA TUBERIA POR SOLDAR A TOPE SERAN BISELADOS DE ACUERDO A LO SEÑALADO POR ANSI.
- TODAS LAS TUBERIAS Y CONEXIONES DEBERAN PROTEGERSE MEDIANTE LA APLICACION DE UN PRIMARIO ANTICORROSIVO Y COMO ACABADO DOS MANOS DE ESMALTE PARA EXTERIORES.
- TODAS LAS TUBERIAS DE ACERO AL CARBON SERAN ESPECIFICACION ASTM A 53 GR–B O ASTM A 120
- LOS CARRETES SON DE AJUSTE Y PODRAN VARIAR SU DIMENSION DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS DE CONSTRUCCION POR LO TANTO SE RECOMIENDA VERIFICAR LAS DIMENSIONES ANTES DE PROCEDER CON SU MANUFACTURA.
- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON EL PLANO ESTRUCTURAL Y EL PLANO ELECTRICO

GOBIERNO DEL ESTADO DE HIDALGO

LIC. JULIO MENCHACA SALAZAR
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE HIDALGO

HIDALGO PRIMERO EL PUEBLO — 2022-2028 —

SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA PÚBLICA Y DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

ING. ALEJANDRO SÁNCHEZ GARCÍA
SECRETARIO

OBRA / PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE "RÍO ZACATLAMAYA" PARA ABASTECER A LA CABECERA MUNICIPAL DE ZACUALTIPÁN DE ÁNGELES, SAN BERNARDO, RINCÓN GRANDE, PAPAXTLA Y TEHUITZILA, HIDALGO.

REVISÓ: Vo. Bo.: Ing. Julio César Picazo Fernández

CONTENIDO: Pl
Pl

DIH-LC-09

LOCALIZACION: Zo

[redacted]

VALIDÓ:

[redacted]

Director d

REVISIÓN:	FECHA:	OBSERVACIONES:	ELABORÓ:

ANEXO FOTOGRÁFICO



Figura 1. Río Tehuitzila que cruza el Sistema de Agua Potable del "Río Zacatlamaya" en el Km 0+850.



Figura 2. Río Zacatlamaya donde se instalará la Estación de Bombeo 1 (cárcamo) del Sistema de Agua Potable Km 0+000.



Figura 3. . Río Zacatlamaya donde se instalará la Estación de Bombeo 1 (cárcamo) del Sistema de Agua Potable Km 0+000.



Figura 4. Ladera del Bosque Mesófilo de Montaña de la zona de proyecto del Sistema de Agua Potable.



Figura 5. Sotobosque del Bosque Mesófilo de Montaña de la zona de proyecto del SAP “Río Zacatlamaya”.



Figura 6. Zona de pastizal con elementos herbáceos en fase de crecimiento.



Figura 7. Zona de pastizal con elementos herbáceos en fase de crecimiento.



Figura 8. Zona de pastizal en la zona del proyecto, delimitando con el Bosque Mesófilo de Montaña.



Figura 9. Sotobosque del BMM, en el tramo de la línea del Sistema de Agua Potable “Río Zacatlamaya”.



Figura 10. Bosque Mesófilo de Montaña en buen estado de conservación.



Figura 11. Zonas abiertas en la línea del Sistema de Agua Potable, dominadas por especies de herbáceas.



Figura 12. Zonas abiertas en la línea de agua potable, dominadas por especies de herbáceas.



Figura 13. Bosque Mesófilo de Montaña en buen estado de conservación.



Figura 14. Zonas abiertas en la línea de agua potable, dominadas por especies de herbáceas.



Figura 15. Cyathea fulva en el tramo del Sistema de Agua Potable (Km 0+855).



Figura 16. Área de distribución de C. fulva en la zona del Sistema de Agua Potable.



Figura 17. Ejemplar de *Atlapetes pileatus.*



Figura 18. Ejemplar de *Patagioenas fasciata.*



Figura 19. Ejemplar de Coragyps atratus.



Figura 20. Ejemplar de *Ptiliogonys cinereus.*



Figura 21. Ejemplar de *Melanerpes formicivorous*