# Contenido

CAPÍTULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE, DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 4
I.1. Proyecto ..... 4
I.1.1. Nombre del proyecto ..... 4
I.2. Promovente ..... 4
I.2.1. Nombre o razón social ..... 4
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental ..... 5
I.3.1. Nombre o razón social ..... 5
I.3.2. Nombre del responsable técnico de elaboración del estudio de impacto ambiental ..... 5
I.3.3. Correo electrónico ..... 5
I.3.4. Carta bajo protesta de decir verdad ..... 5
I.4. Ubicación del proyecto ..... 5
I.4.1. Entidad federativa ..... 5
I.4.2. Municipio ..... 5
I.4.3. Calle y número, código postal y localidad en caso aplicable ..... 6
I.4.4. Imagen de ubicación del Proyecto ..... 6
I.5. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias ..... 7
I.5.1. Naturaleza del proyecto. ..... 7
I.5.1.1. Objetivos económicos ..... 8
I.5.1.2. Objetivos sociales ..... 8
I.5.1.3. Justificación técnica ..... 8
I.5.1.4. Justificación económica ..... 9
I.5.2. Descripción del proceso ..... 10
I.5.2.1. Proceso ..... 11
I.5.2.1.1. Recepción de residuos (Materia Prima) ..... 12
I.5.2.1.2. Toma de muestras. ..... 12
I.5.2.1.3. Fundición de la materia prima. ..... 12
I.5.2.1.4. Horno de destilación de materiales al vacío ..... 13
I.5.2.1.5. Colada. ..... 14
I.5.2.1.6. Afino (calderas). ..... 15
I.5.2.1.7. Fabricación de billets, barras e hilo. ..... 17
I.5.2.1.8. Atomizado ultrasónico (Polvo de estaño). ..... 18
I.5.2.2. Medidas de seguridad. ..... 20

I.5.2.3. Capacidad de manejo y tratamiento de residuos peligrosos. 20
I.5.2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo 20
I.5.3. Costo de inversión del proyecto 26
I.5.4. Duración estimada del proyecto 26
I.6. Tabla resumen de características de proyecto 27
I.6.1. Etapa de operación y mantenimiento. 27
I.6.1.1. Insumos 27
I.6.1.1.1. Electricidad 27
I.6.1.1.2. Agua 27
I.6.1.2. Residuos peligrosos. 28
I.6.1.3. Residuos de manejo especial. 28
I.6.1.4. Residuos sólidos urbanos. 29
I.6.1.5. Aguas residuales. 29
I.6.1.6. Emisiones a la atmósfera. 31
I.6.1.6.1. Cantidad de emisiones. 31
I.6.1.6.2. Resultados de Emisiones Estimadas 31
I.6.1.6.3. Análisis e Interpretación 32
I.6.1.6.4. Descripción del Sistema de Captación y Control de Humos 32
I.6.2. Etapa de desmantelamiento y abandono 35
I.6.2.1. Residuos peligrosos. 35
I.6.2.2. Residuos de manejo especial. 35
I.6.2.3. Materiales reutilizables 35
I.7. Superficies generales del proyecto 36

## Contenido de Tablas

Tabla I- 1. Especialistas involucrados en la elaboración del estudio. 5
Tabla I- 2. Coordenadas que delimitan la poligonal del predio del proyecto. 6
Tabla I- 3. Histórico manejo de residuos acopiados - CRM Synergies México (ton). Volúmenes que corresponden a material recibido para valorización. 10
Tabla I- 4. Inversión requerida para el proyecto. 26
Tabla I- 5. Análisis de retorno de la inversión del proyecto. 26
Tabla I- 6. Inversión del proyecto, desde el punto de vista ambiental. 26
Tabla I- 7. Cronograma de actividades del proyecto. 27
Tabla I- 8. Duración del proyecto cuantificado en años y meses. 27
Tabla I- 9. Residuos peligrosos generados anualmente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 28
Tabla I- 10. Residuos de manejo especial generados anualmente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. 29

# Contenido de Figuras

Figura I- 1. Ubicación del predio del proyecto. ..... 6
Figura I- 2. Tendencia del manejo histórico de residuos acopiados - CRM Synergies México (ton). ..... 10
Figura I- 3. Diagrama de flujo del proceso del proyecto. ..... 11
Figura I- 4. Diagrama de flujo del tratamiento. ..... 11
Figura I- 5. Diagrama del proceso de VDU de metales. ..... 14
Figura I- 6. Izquierda – Lingotes de 750 kg (aún no se pueden vender, falta realizar proceso de afino). Derecha - Lingote de 25 kg (ya se pueden vender o se les realiza el proceso de formación de billets, barras o hilos o atomización ultrasónica). ..... 17
Figura I- 7. Izquierda – Billets (ya se pueden vender o se realiza el proceso de atomización ultrasónica). Derecha – Barras e hilos (ya se puede vender) ..... 18
Figura I- 8. Diagrama de flujo del proceso de Atomización Ultrasónica ..... 19
Figura I- 9. Sistema del agua de la planta CRM Synergies. ..... 30
Figura I- 10. Vista de planta del sistema de captación de polvos ..... 33
Figura I- 11. Render de Cámara de sedimentación (naranja) y mata chispas ..... 34
Figura I- 12. Render del sistema de captación de polvos. ..... 35

### I.4.3. Calle y número, código postal y localidad en caso aplicable

El proyecto se ubica en Av. seis No. 10-A, Manzana 3, Lote 3, Parque industrial Tultitlan, C.P. 54918.

### I.4.4. Imagen de ubicación del Proyecto

En la Tabla I- 2, se presentan las coordenadas del predio, mientras que en la Figura I- 1, se muestra la ubicación del mismo.

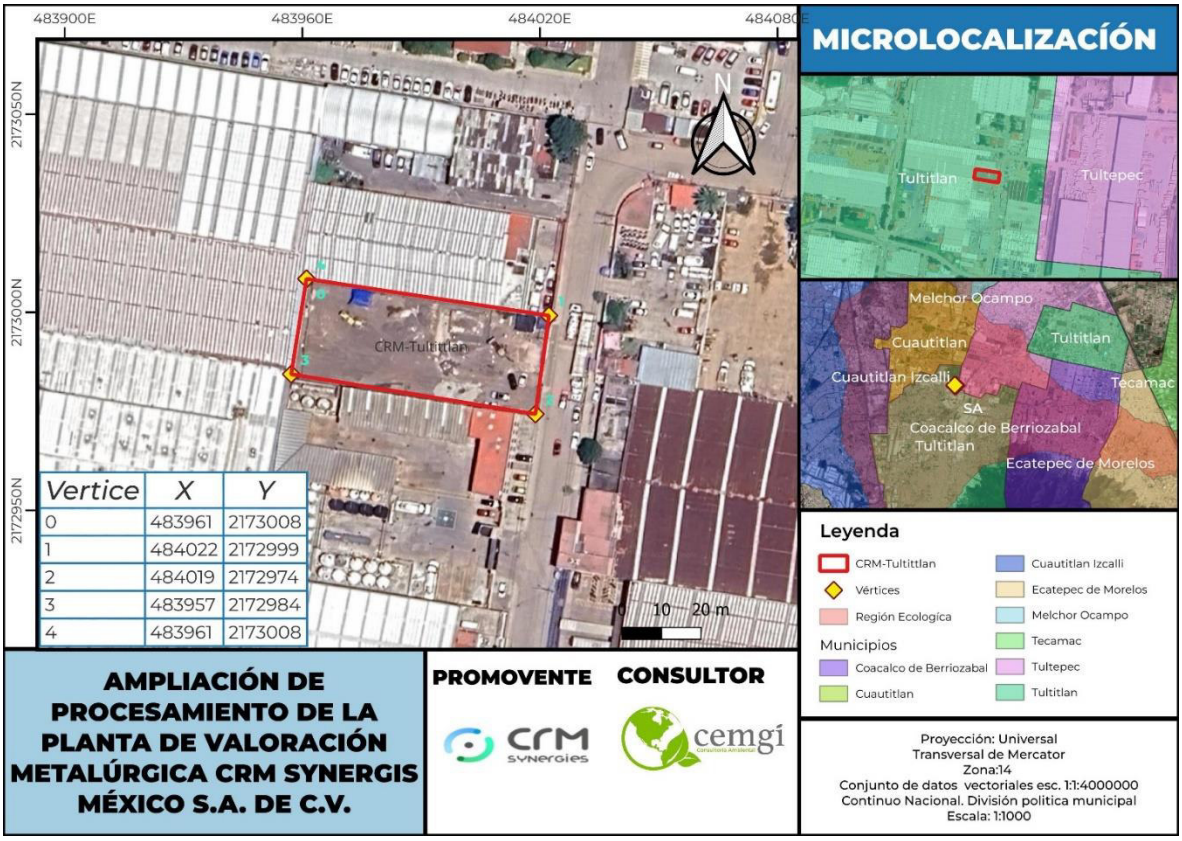



*Figura I- 1. Ubicación del predio del proyecto.*

*Tabla I- 2. Coordenadas que delimitan la poligonal del predio del proyecto.*

| Vértice | Coordenadas | |
|---|---|---|
| | X | Y |
| 1 | 483956.68 | 2172984.08 |
| 2 | 483960.58 | 2173008.77 |
| 3 | 483993.89 | 2173003.56 |
| 4 | 484022.72 | 2172999.17 |
| 5 | 484018.85 | 2172974.52 |

En el **Anexo I.8** se presenta el kml con la ubicación del proyecto, así como el plano de ubicación.

# I.5. Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias

## I.5.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto consiste en la ampliación de las operaciones de la Planta CRM Synergies México, S.A. de C.V., la cual fue originalmente concebida y autorizada a nivel estatal para el **manejo y tratamiento de residuos de manejo especial (RME)**, y que actualmente planea integrar el proceso de **manejo y tratamiento de residuos peligrosos (RP)** mediante un proceso de fundición controlada y refinación de residuos industriales derivados de la fabricación de componentes electrónicos (escoria estaño-plomo, recortes y tarjetas electrónicas con y sin componentes, etc.) para la producción de lingotes de aleaciones de estaño, estaño - plomo y otros metales valorizables, para su re aprovechamiento industrial.

A la fecha de elaboración de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, el proyecto **se encuentra en etapa de construcción e instalación del proyecto autorizado estatal**; sin embargo, derivado de un **análisis técnico, económico y ambiental**, así como de una **proyección de crecimiento operativo**, la empresa ha decidido realizar **inversiones adicionales y mejoras sustanciales a la infraestructura del proyecto**, lo que permite robustecer los sistemas de control ambiental y ampliar la capacidad operativa. Estas mejoras hacen técnicamente viable y ambientalmente controlable la **incorporación del manejo y tratamiento de residuos peligrosos**, particularmente aquellos que contienen estaño-plomo y que son compatibles con el proceso metalúrgico originalmente planteado.

La ampliación del alcance del proyecto contempla, entre otros aspectos:

- El fortalecimiento de las áreas de **almacenamiento temporal de residuos peligrosos**, conforme a la normativa aplicable.
- La implementación de **procedimientos operativos específicos** para el manejo y tratamiento de este tipo de residuos.
- La optimización de los **sistemas de control de emisiones, residuos y efluentes** generados durante el proceso de fundición.
- La capacitación especializada del personal y el reforzamiento de los programas de seguridad, salud ocupacional y atención a emergencias.

Con la incorporación del manejo de residuos peligrosos, el proyecto mantiene su enfoque en la **valorización y aprovechamiento de residuos**, alineándose con los principios de prevención de la contaminación, economía circular y aprovechamiento sustentable de materiales, contribuyendo a reducir la disposición final de residuos peligrosos y promoviendo su adecuada gestión bajo condiciones controladas y seguras.

En virtud de lo anterior, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se somete a evaluación con el objetivo de **obtener la autorización en materia ambiental para la ampliación del proyecto**, a fin de incluir el manejo y tratamiento de residuos peligrosos, garantizando en todo momento el cumplimiento de la legislación ambiental vigente y la protección del medio ambiente.

Los dos principales tipos de escorias considerados como materia prima para el proceso de fundición son:

*a) Escorias libres de plomo (80% del acopio)*

*b) Escorias con contenido de plomo (≈20% del acopio) (Las campañas con contenido de plomo no operan de forma continua y se ejecutan bajo protocolos específicos de control ambiental y seguridad ocupacional).*

Para su consideración, se manifiesta que el uso de suelo permitido en la zona es el industrial, mientras que la Cédula Informativa de Zonificación No. TULTICIZ/578/2023, expediente CIZ/578/2023. señala que el predio tiene un uso de suelo de Industria Grande Contaminante (I-G-C), compatible con las actividades del proyecto. En el **Anexo I.9** se muestra la Cedula Informativa Zonificación.

#### I.5.1.1. Objetivos económicos

- Impulsar la economía circular mediante el reciclaje de estaño - plomo y subproductos metálicos, reduciendo la dependencia de materias primas vírgenes.
- Generar valor agregado a través de la transformación de residuos industriales en productos comercializables de alta pureza.
- Fortalecer la cadena de suministro nacional en sectores estratégicos como electrónica, automotriz, aeroespacial y energías renovables.
- Atraer inversión industrial al municipio de Tultitlán, consolidando su vocación manufacturera y metalmecánica.
- Optimizar costos operativos mediante tecnologías eficientes en consumo energético, automatización y gestión de residuos.

#### I.5.1.2. Objetivos sociales

- Generación de empleo directo e indirecto en áreas técnicas, operativas, administrativas y logísticas.
- Capacitación continua para el personal en seguridad industrial, manejo de materiales peligrosos y procesos metalúrgicos.
- Mejora de infraestructura urbana de la zona mediante el uso de servicios municipales (agua, drenaje, energía) y cumplimiento normativo.
- Contribución al desarrollo local a través de convenios con recicladores, proveedores regionales y programas de responsabilidad social.
- Reducción de impactos ambientales mediante prácticas de gestión responsable, separación de residuos y control de emisiones.

#### I.5.1.3. Justificación técnica

El proyecto emplea tecnologías probadas en la industria metalúrgica, como hornos rotativos, atomizador ultrasónico y sistemas de fundición controlada, que permiten obtener estaño de alta pureza con eficiencia energética y bajo impacto ambiental. La infraestructura está diseñada conforme a normas mexicanas y estándares internacionales de seguridad y sostenibilidad. Además, el proyecto se ubica en una zona con disponibilidad de servicios, mano de obra calificada y conectividad logística, lo que optimiza la rentabilidad y viabilidad a largo plazo.

### I.5.1.4. Justificación económica

La creciente demanda de estaño en sectores de alta tecnología (circuitos electrónicos y tarjetas impresas) y manufactura avanzada justifica la inversión en una planta especializada. El modelo de negocio se basa en la valorización de residuos metálicos, lo que reduce costos de insumo, mejora márgenes operativos y promueve la competitividad industrial y una economía circular, buscando la responsabilidad medio ambiental.

Específicamente para CRM Synergies, el modelo se basaba en hacer acopio en una planta en Tultitlán (Autorización SEMARNAT No. 15-II-02-21, Oficio SRA -DGGIMAR.618/000766), y posteriormente hacer el envío de los residuos recolectados a España (Autorización SEMARNAT DGGIMAR-E-0103/2025 y DGGIMAR-E-0030/2026), para su proceso de fundición. Sin embargo, el análisis del comportamiento histórico de recepción de residuos evidencia una tendencia creciente y sostenida (Figura I- 2, Tabla I-3). En el año 2021 se registró únicamente recepción de RME por un volumen reducido de 1.75 toneladas, sin recepción de residuos peligrosos (la operación estuvo 100% enfocada en RME). A partir de 2022 inicia la recepción de RP (6.51 toneladas) y se observa un incremento gradual de los RME (11.45 toneladas), indicando una mayor actividad y complejidad en los procesos generadores de residuos (en 2022 inicia la participación de RP con un 36% del total). Durante 2023, los RP se mantuvieron en niveles similares (6.15 toneladas), mientras que los RME mostraron un incremento significativo (28.54 toneladas). Sin embargo, a partir de 2024 se presenta un crecimiento acelerado en ambos tipos de residuos, alcanzando 89.69 toneladas de RP y 202.06 toneladas de RME (30% RP y 70% RME). Esta tendencia se intensifica en 2025, con 120.38 toneladas de RP y 280.17 toneladas de RME, y se proyecta que para 2026 la generación ascienda a 364.32 toneladas de RP y 526.06 toneladas de RME (proyectando cambio relevante de RP 41% y RME 59%).

Este incremento en los volúmenes de residuos ha tenido como consecuencia un aumento en los movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, de México hacia la operación en España. Si bien dichos movimientos se realizan en cumplimiento del marco legal aplicable y del Convenio de Basilea, también ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer la infraestructura nacional para el tratamiento y valorización de residuos peligrosos de manera local.

Dicha proyección demuestra que la capacidad instalada actual resulta insuficiente para atender, de manera eficiente y ambientalmente segura, los volúmenes de residuos previstos para los próximos años. La falta de ampliación en la capacidad de fundición podría derivar en la saturación de las áreas de manejo y almacenamiento temporal, incrementando el riesgo de emisiones no controladas, lixiviados, accidentes operativos y potenciales incumplimientos a la legislación ambiental aplicable.

En este contexto la operación de esta planta en México, con capacidad para el tratamiento de residuos peligrosos mediante procesos de fundición controlada, permitirá reducir progresivamente la dependencia de la exportación de residuos a España, optimizar los costos asociados al transporte internacional; y generar beneficios económicos directos en la región, tales como inversión productiva, generación de empleo y encadenamientos industriales.

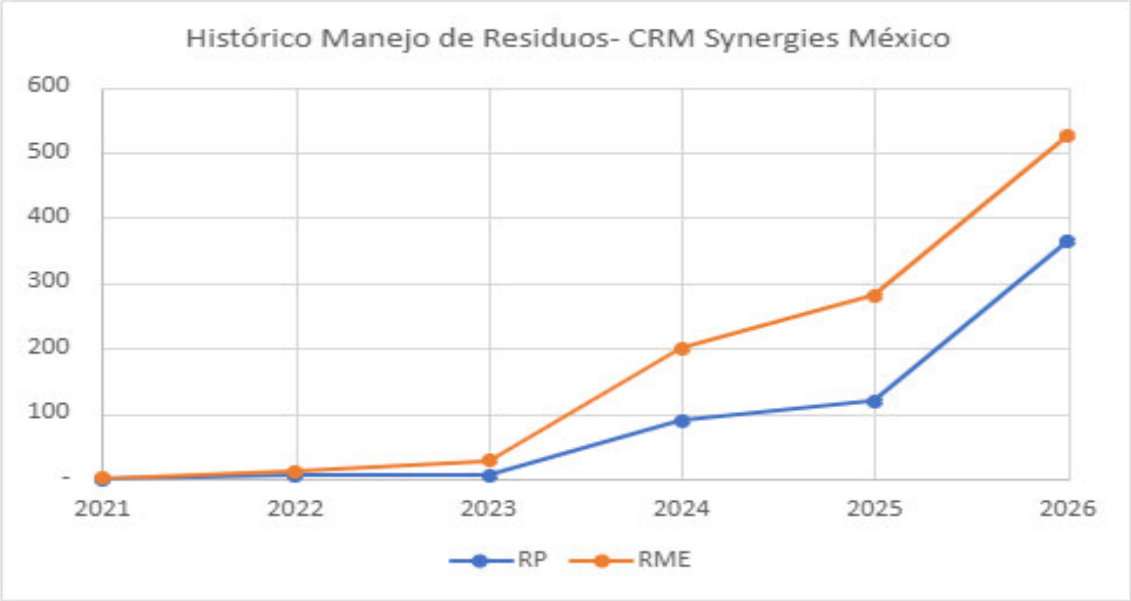



*Figura I- 2. Tendencia del manejo histórico de residuos acopiados - CRM Synergies México (ton).*

*Tabla I- 3. Histórico manejo de residuos acopiados - CRM Synergies México (ton). Volúmenes que corresponden a material recibido para valorización.*

| Año | RP | RME |
|---|---|---|
| 2021 | - | 1,75 |
| 2022 | 6,51 | 11,45 |
| 2023 | 6,15 | 28,54 |
| 2024 | 89,69 | 202,06 |
| 2025 | 120,38 | 280,17 |
| 2026 | 364,32 | 526,06 |

## I.5.2. Descripción del proceso

El estaño es un metal utilizado ampliamente en la industria electrónica, automotriz, aeroespacial y de energías renovables, entre otras. Su principal aplicación es la soldadura, donde se emplea para unir componentes y circuitos. En este caso, el estaño se obtendrá a partir de diferentes fuentes, como minerales, chatarras, escorias y óxidos metálicos. Estas fuentes requerirán de un proceso de fundición y refinación para obtener aleaciones de estaño con los más altos estándares internacionales y con la calidad que demanda el mercado.

El proyecto refiere a la operación de CRM Synergies México donde se llevará a cabo la fundición, permitiendo el reciclaje y producción de nuevos productos de estaño y sus aleaciones.

El proyecto contempla la reincorporación a la cadena productiva de residuos peligrosos industriales (estaño - plomo) mediante tratamientos térmicos, tal como se describe en el siguiente apartado.

### I.5.2.1. Proceso

El proceso de tratamiento del material tiene diferentes etapas y las mismas se seleccionan de acuerdo al siguiente flujo (Figura I- 3, Figura I- 4), en el **ANEXO I.10** se muestra el mismo, con sus complementos. Además, en el **ANEXO I.11** se muestra una memoria, con la descripción general de los procesos.

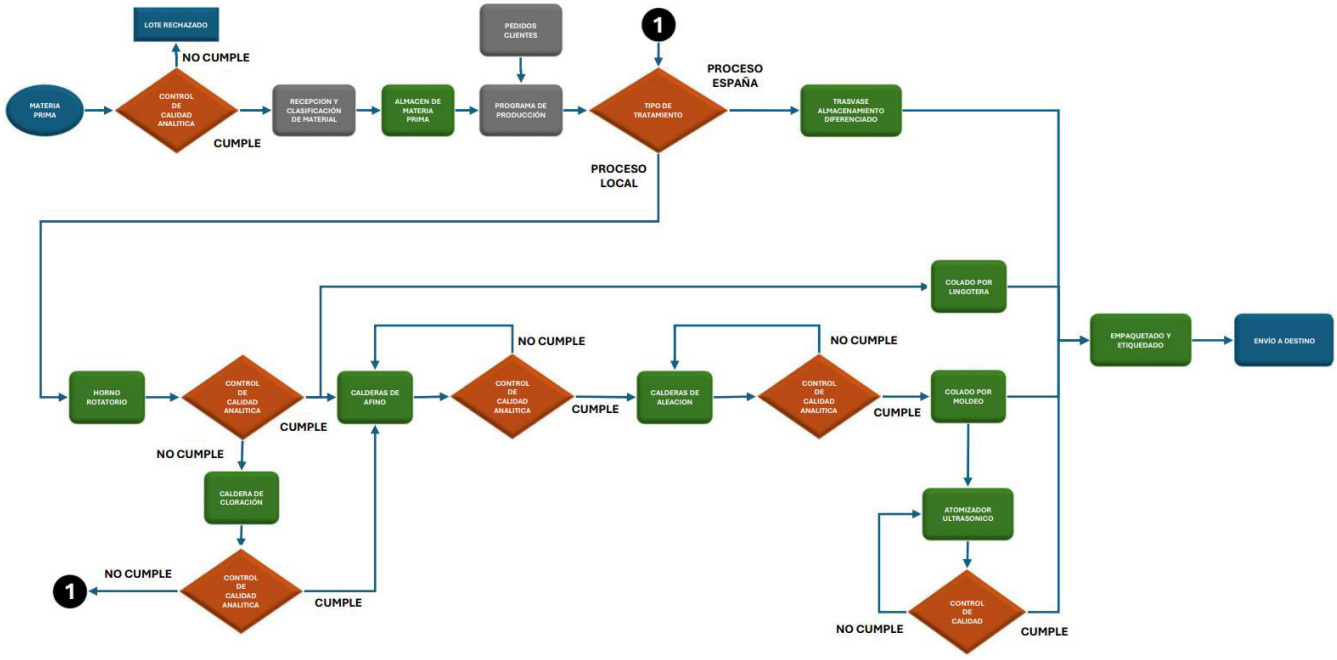



*Figura I- 3. Diagrama de flujo del proceso del proyecto.*

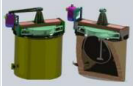
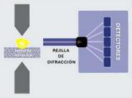
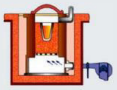
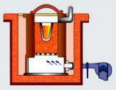
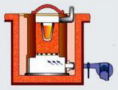
| | RECEPCION DE MATERIA PRIMA (RESIDUOS A TRATAR) | ESPECTRÓMETRO | HORNO HORIZONTAL ROTATORIO | COLADO POR LINGOTERA | CALDERA DE CLORACIÓN | CALDERA DE AFINO | CALDERA DE ALEACION | ATOMIZADOR ULTRASONICO | COLADO POR MOLDES |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | Análisis de composición química de escoria | Fundición y reducción de metal | Moldeo por lingotera | Reducción de % Plomo | Afino de metal | Ajuste de aleación | Pulverización de metal | Generación de forma final por moldeo | |
| IMAGEN |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| DIAGRAMA |  |  |  |  |  |  |  |  | |
| ENTRADAS | • Muestra metálica preparada<br>• Gas X<br>• Energía eléctrica | • MP a fundir<br>• Gas Natural<br>• Gas Oxigeno<br>• Fundentes y reductores<br>• Agua enfriamiento<br>• Fibra refractaria – Yeso<br>• Ladrillo refractario | • Lingoteras<br>• Cable de acero trenzado<br>• Metal Líquido | • Gas Cloro<br>• Lingote Metálico<br>• Reactivos<br>• Gas Natural | • Lingote Metálico<br>• Reactivos<br>• Gas Natural | • Lingote Metálico<br>• Aleantes<br>• Gas Natural | • Lingotes Metálicos<br>• Gas Oxígeno<br>• Gas Helio<br>• Gas Nitrógeno<br>• Energía eléctrica | • Lingoteras - Moldes<br>• Cajas de Cartón<br>• Etiquetas<br>• Metal Líquido | |
| PROCESO | • Espectrofotometría | • Temperatura 1000° a 1400° C<br>• Reacción química de reducción<br>• Rotación para mezcla | • Enfriamiento mediante radiación<br>• Moldeo | • Temperatura 200° a 500° C<br>• Agitación para mezcla<br>• Reacción química | • Temperatura 200° a 500° C<br>• Agitación para mezcla<br>• Reacción química | • Temperatura 200° a 500° C<br>• Agitación para mezcla<br>• Reacción química | • Fusión por calentamiento eléctrico<br>• Vibración ultrasónica<br>• Enfriamiento súbito de partícula esférica<br>• Cribado | • Enfriamiento mediante radiación o agua<br>• Moldeo<br>• Marcaje de lote | |
| SALIDAS | • Reporte Análisis de Composición Química<br>• Muestra quemada | • Escoria – Óxidos - arenas<br>• Lingotes de metal<br>• Polvo<br>• Gases de combustión<br>• Agua caliente<br>• Fibra refractaria residuo<br>• Ladrillo refractario residual | • Lingotes Metálicos<br>• Óxidos Metálicos | • Gases de reacción<br>• Óxidos Metálicos<br>• Gases de combustión<br>• Lingoteras o moldeo | • Gases de reacción<br>• Óxidos Metálicos<br>• Gases de combustión<br>• Lingoteras o moldeo | • Gases de reacción<br>• Óxidos Metálicos<br>• Gases de combustión<br>• Lingoteras o moldeo | • Polvo metálico | • Producto terminado<br>• Restos metálicos | |

*Figura I- 4. Diagrama de flujo del tratamiento.*

#### I.5.2.1.1. Recepción de residuos (Materia Prima).

Previa aceptación de CRM se asegurará que los materiales dispongan de toda la información necesaria sobre la naturaleza del proceso generador de los residuos y/o materiales.

Se asegurará el código o nomenclatura para el registro del residuo y/o material.

Los materiales llegarán embalados en tarimas, o dentro de cubetas metálicas y tambos; serán descargados por medio de montacargas o patines. Los residuos no deben mezclarse para evitar tener problemas de compatibilidad. Deberán ser almacenados en el área delimitada para ello y siempre deberán estar identificados adecuadamente. No podrá quedarse ningún residuo recibido sin la correcta identificación y ubicación al finalizar la jornada laboral.

#### I.5.2.1.2. Toma de muestras.

El departamento de entradas recibirá el material identificando en la hoja de entradas: kg, tipo de material y número de lote. Con el fin de realizar una caracterización inicial del material y a fin de identificar el tratamiento más apropiado para este, se obtendrá una muestra representativa que será entregada al laboratorio de calidad para su posterior caracterización.

Se obtendrá la siguiente información:

1. Determinación de humedad.
2. Determinación de pérdidas de calcinación a 250 °C.
3. Detección presencia de halógenos.
4. Detección presencia materia orgánica.
5. Caracterización analítica metálica.
6. Caracterización de metal contenido.
7. Verificación de coincidencias del residuo y/o material.

#### I.5.2.1.3. Fundición de la materia prima.

Dependiendo de la caracterización de los materiales a tratar en el horno rotatorio, y considerando que se contarán con una diversidad de insumos como lo son óxidos, escorias con mayor o menor contenido metálico o más o menos terrosas, polvos de mayor o menor granulometría o densidad, etc., cada tipo de material exigirá un tratamiento distinto, sin embargo, habrá una serie de elementos comunes que deben considerarse.

Se hará una programación de producción en función de la disponibilidad de materiales (escorias); el secuenciamiento de cargas del horno se hará en función de conocer la analítica del último metal colado (extraído) del horno. Este método nos permitirá minimizar el riesgo de contaminación cruzada entre aleaciones.

Una vez establecida la programación y decidida la siguiente carga, habrá que establecer el método adecuado de fundición y los fundentes necesarios.

Para el 80% de los materiales que se tratarán en CRM (óxidos procedentes de la industria electrónica) es suficiente con añadir carbón para reducir el estaño (Sn) en forma de óxido (alrededor de un 15%) y

algo de arena de río para contrarrestar el posible hierro presente en el material y llevarlo a la escoria de fundición (aproximadamente un 2-3%).

La preparación del material a cargar se realizará en tolvas cerradas destinadas para tal fin. Las instalaciones estarán dotadas de un sistema industrial de extracción para evitar que el polvo se disperse descontroladamente por las instalaciones.

Una vez preparado el cargador, y sólo en ese momento, se abrirá la puerta del horno para proceder a la introducción del material. Cuando la carga haya finalizado, se encenderá el quemador y se iniciará la rotación del horno. Los orificios de colado (puntos de descarga del horno) se habrán taponado concienzudamente con una cierta cantidad doblada de manta térmica empapada en una solución de cal.

#### I.5.2.1.4. Horno de destilación de materiales al vacío.

La destilación al vacío de metales VDU por sus siglas en inglés (*Vacuum Distillation Unit*), es un proceso metalúrgico utilizado para separar, purificar o recuperar metales a partir de aleaciones o desechos.

Al reducir drásticamente la presión atmosférica dentro del sistema, disminuye la temperatura necesaria para evaporar los metales. Esto permite evaporar selectivamente los metales más volátiles sin fundir o degradar los metales base. Al controlar la presión ambiente, el punto de ebullición del metal se reduce y se evapora a temperaturas más bajas, para luego re-condensarse y obtener el producto de destilación (separación de metales).

El método VDU ofrece una alternativa eficiente para la refinación del estaño crudo, como parte fundamental en la industria del reciclaje, con beneficios ambientales y económicos significativos, entre los que están:

- Permite eliminar elementos traza e impurezas, obteniendo metales con niveles de pureza extremadamente altos para aplicaciones tecnológicas.
- Al reducir el punto de ebullición, se requiere menos energía calorífica en comparación con la fundición tradicional a presión atmosférica.
- Es un proceso que no requiere el uso de químicos peligrosos y genera un mínimo de residuos.
- Eliminación de metales de bajo punto de fusión (como plomo, cadmio, zinc o estaño) en metales base.
- Purificación avanzada de metales empleados en electrónica y tecnología.

El proceso de VDU de Metales (Figura I- 5), aprovecha las diferencias en presión de vapor de los elementos para separarlos sin generar grandes cantidades de escoria tóxica.

1. FUSIÓN INICIAL - La materia prima (lingotes de la aleación a destilar) se funde inicialmente en un crisol que puede ser eléctrico o de combustión

2. ALIMENTACIÓN CONTINUA – La aleación a destilar se alimenta en forma líquida a un cabezal de 2 pistones alimentadores independientes, trabajando de forma alternada permiten que el material fluya de forma continua hacia la torre de destilación.

3. TORRE DE DESTILACIÓN - Se introduce la mezcla de metales en un horno hermético (por inducción o resistencia) y se conecta a bombas de vacío para extraer el aire. Al vacío, el punto de ebullición de los metales se reduce considerablemente. Cuando se aplica calor, el metal

con el punto de ebullición más bajo se convierte en gas, mientras que los metales menos volátiles permanecen en estado líquido o sólido.

4. CONDENSACIÓN - Los vapores metálicos se desplazan hacia una zona más fría (condensador) donde vuelven a estado líquido o sólido en forma de polvo de alta pureza.

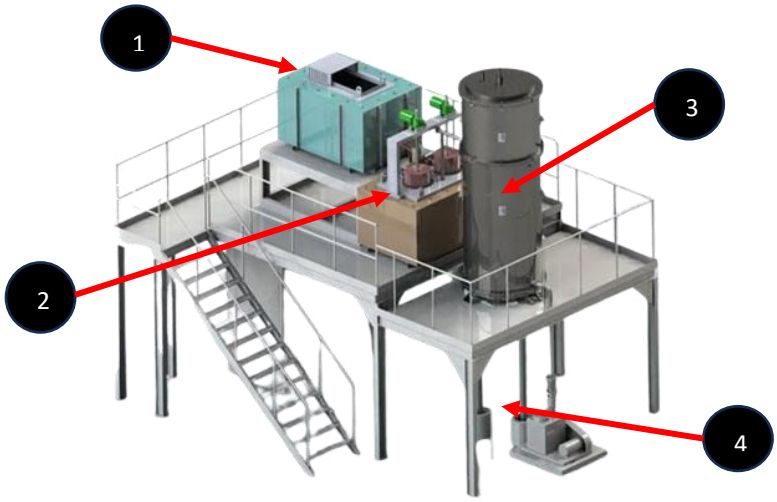



*Figura I- 5. Diagrama del proceso de VDU de metales.*

#### I.5.2.1.5. Colada.

Para el proceso de colado se abrirá un orificio con un taladro percutor, y se girará el horno hasta colocar la abertura por debajo del nivel del metal líquido que el horno contiene en su interior, esto para permitir la salida del metal y eventualmente, de la escoria líquida, que se recogerá en las lingoteras.

Durante la colada, el metal o la escoria líquida se recogen en lingoteras, pudiendo necesitar entre una y dos, pero se contará con tres para el caso de contingencias operativas. Todo este proceso se realizará en automático gracias a la intervención de un sistema de extracción de lingoteras. Una vez concluido el proceso de colado las lingoteras se ubicarán en la zona de enfriamiento para el posterior desmoldado del lingote; esto es posible gracias al proceso de encalado que previamente se hace en cada lingotera.

Una vez finalizada la colada, se verificará el estado interior del horno, abriendo rápidamente la puerta y se continuará con la siguiente carga. Sólo en casos concretos (por cambio de material a tratar o por finalización de un lote de un determinado proveedor) puede ser necesario que el horno quede vacío. En estos casos, si con la colada realizada no se ha conseguido extraer toda la escoria, será preciso preparar una carga “de limpieza” añadiendo a cierta cantidad de carbón y de sosa.

#### I.5.2.1.6. Afino (calderas).

Es el proceso de limpieza del metal (refinado) por métodos químico-metalúrgicos, para ponerlo en las debidas condiciones para la fabricación posterior del producto terminado. Es un proceso en el que se trabaja con metal fundido, a temperaturas superiores a los 240°C.

Este proceso lleva asociado la manipulación de determinados reactivos que añadidos al metal fundido producirán las reacciones químicas necesarias para conseguir la afinación del metal deseado. Es fundamental conocer los productos que se van a utilizar, su correcta manipulación y los peligros inherentes a los mismos en determinadas circunstancias.

El responsable de la producción y/o planificación definirá que proceso se deberá realizar en la caldera de afino (horno crisol) y generará una orden de fabricación, analítica teórica y la lista de materiales. El metal a cargar en las calderas puede tener distintos orígenes (hornos rotativos, material de cliente, refundiciones de clientes e internas).

El objetivo es preparar el material para ser utilizado en las posteriores fases de fabricación. Para ello, se seleccionarán los tochos/lingotes previamente definidos en la orden de fabricación hasta alcanzar niveles de agitación en la caldera. Se consideran límites razonables para afinar los distintos elementos.

El proceso de afino es el siguiente:

- **Toma y análisis de muestras**: El metal se funde completamente en el crisol, se retirarán los óxidos de la superficie del baño de metal líquido y se pondrá el agitador en marcha para homogeneizarlo, posteriormente se sacará una muestra para analizar la composición química y atributos de calidad.
- **Proceso de carga**: Se calienta la caldera encendiendo su correspondiente quemador y se procede a cargar el material con la ayuda del puente grúa. Una vez que la caldera esté cargada se espera hasta que el material esté fundido, alcanzando la temperatura requerida de acuerdo al tratamiento seleccionado. Se activa el agitador para homogeneizar el material y así poder sacar una muestra. Después de analizar la muestra se calculan los reactivos para poder afinar el estaño.
- **Procesos de afino**: Para llevar a cabo el proceso de afino es muy importante seguir las instrucciones, respetando cantidades de reactivos y temperatura de la caldera. El proceso de afinación se contempla en la orden de producción. Todas las arenas (óxidos o productos del refinado) generadas en este proceso se van a disponer de manera controlada para su posterior reaprovechamiento, por lo que será muy relevante la correcta identificación y almacenamiento.
    - **Eliminación del zinc**: Se trata con cloruros de la refinación de plomo a una temperatura de 315°C, se agita fuerte hasta que se hagan pastosos, se dejar actuar durante 10 minutos y se saca el resultado
    - **Eliminación de cobre y hierro**: La temperatura óptima para afinar el cobre es la temperatura mínima en la que el material este fundido (entre 240°C y 280°C). Este punto de afinación es fácilmente reconocible porque el material se comienza a pegar en las paredes formando un aro. Para afinar el cobre se añade azufre (las adiciones de azufre nunca serán superiores a 50 kg) y se agita fuertemente durante 15 min. A continuación, se echa aserrín hasta que se hagan las arenas de CuFe (arenas de color

oscuro) y se retira el resultado. Este proceso se repite las veces necesarias hasta eliminar el cobre.

- **Eliminación de antimonio**: Para ello se añaden 20 kg de sodio metal, se calienta a una temperatura entre 250 y 260 °C, con agitación fuerte durante 20 min. A continuación, se echan 60 kg de sosa y se sube la temperatura a 310 °C. Se espera hasta que se formen arenas "negras y pastosas". La caldera se baja a 280 °C y si no se ha eliminado bien el antimonio se repite la operación. Se rascan todas las paredes, agitador y pirómetro, se agitará vigorosamente y se retirará la pasta de antimonio. El metal se quedará con un color blanquecino debido a la sosa, por lo que se añadirá azufre y aserrín con agitación para quitar los restos de sosa.
- **Eliminación del arsénico**: Para ello se añaden 20 kg de sodio metal, se calienta a una temperatura entre 250 y 260 °C, con agitación fuerte durante 20 min. A continuación, se echan 60 kg de sosa y subir la temperatura a 310°C. Se espera hasta que se formen arenas "negras y pastosas". La caldera se baja a 280°C y si no se ha eliminado bien el arsénico se repite la operación. Se rascan todas las paredes, agitador y pirómetro, se agitará vigorosamente y se retirará la pasta de arsénico.
- **Eliminación de níquel (con o sin antimonio)**: Es importante señalar que nunca se debe afinar el níquel si la caldera contiene arsénico. Después de asegurarnos que el metal ya no tiene arsénico, se añade aluminio, con fuerte agitación a 560 °C, se deja que se hagan las arenas (las arenas de níquel son de color gris). Si tardan en salir las arenas debe subirse la caldera a 600 °C, de manera escalonada. Cuando se hayan formado las arenas, se para el quemador y se sacan. Para quitar el aluminio se echa la sosa por debajo de los 350 °C, siempre que con el aluminio restante no se quiera quitar el antimonio. En caso de que los niveles de hierro suban, significa que hay déficit de aluminio; esto se reconoce por tonos verdosos marrones en vez de metal brillantes. Si se quiere quitar el antimonio, se rasca la caldera a 300°C y a 260 °C, se agita fuerte y se retira la pasta; se añade sosa para eliminar el resto de aluminio. Cuando esté el metal dentro de los parámetros limpiar con azufre.
- **Eliminación del plomo**: Para afinar el plomo se usan cloruros de estaño partiendo de una temperatura de 260°C y subiendo hasta que se haga todo líquido. Los cloruros de estaño usados deben tener un contenido de plomo más bajos que el nivel de plomo de la aleación en la caldera, se agita fuertemente durante 20 min aproximadamente. Posteriormente se paran los mecheros y se baja la agitación, los cloruros de estaño se empezarán a solidificar y se retirarán con la herramienta adecuada. Conforme bajen los niveles de plomo se baja la temperatura. Cuando se llegue a los límites, se deberá limpiar la escoria con azufre y un poco de aserrín hasta dejar el metal limpio. La temperatura óptima para quitar el plomo con cloruros es la mínima en la que se licuan los cloruros. Las adiciones serán de 100 kg por vez, dependiendo del nivel de plomo de la caldera. Las corrientes libres de plomo y con contenido de plomo se manejan de forma segregada, evitando la mezcla de materiales y garantizando la trazabilidad del producto final.

Con el objetivo de identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados a la manipulación de metal fundido, reactivos químicos y equipos que operan a altas temperaturas, se cuenta con el análisis de

riesgo del proceso de afino a fin de prevenir accidentes laborales, afectaciones a la salud del personal y posibles impactos al medio ambiente.

Durante el proceso de afino se identifican riesgos relacionados con la exposición a temperaturas elevadas, la generación de vapores metálicos, la exposición potencial a metales pesados como plomo (Pb), así como el manejo de reactivos químicos utilizados para la eliminación de impurezas. Así mismo, se consideran riesgos físicos derivados de la operación de calderas, sistemas de combustión, agitadores mecánicos y la manipulación de metal fundido durante la toma de muestras y extracción de escorias.

El análisis contempla tanto condiciones normales como escenarios anormales de operación, evaluando situaciones como fallas en los sistemas de ventilación y extracción, sobrecalentamiento de equipos, errores operativos o derrames accidentales. Para estos escenarios se definen medidas preventivas y de control, tales como procedimientos operativos estandarizados, uso obligatorio de equipo de protección personal, capacitación del personal, mantenimiento preventivo de los equipos y sistemas de confinamiento y extracción de emisiones.

Cabe señalar que la identificación detallada de riesgos, así como la evaluación de impactos ambientales y a la seguridad asociados a este y otros procesos del proyecto, se desarrolla de manera integral en el Capítulo IV, correspondiente a la identificación de impactos ambientales.

#### I.5.2.1.7. Fabricación de billets, barras e hilo.

Después de contar con material semiterminado (lingotes) bajo las especificaciones de aleaciones determinadas por producción y calidad, se procede a especificar los parámetros de transformación para producto final (Figura I- 6).

La etapa inicial del proceso de acabado se da en la generación de barras redondas (billets) por un proceso de inyección (solidificación a partir de estaño líquido); para ello se calibra el equipo, ajustando parámetros de temperatura, velocidad de extrusión en función del formato y aleación a fabricar, se ajustan los componentes, elementos y materiales necesarios para la operación de la máquina Figura I- 7).

Una vez que se cuenta con barras redondas estas se utilizan en el proceso de extrusión que permite la conformación del producto terminado para posteriores procesos (trefilado, rolado, etc.). Ver Figura I- 7.



*Figura I- 6. Izquierda – Lingotes de 750 kg (aún no se pueden vender, falta realizar proceso de afino). Derecha - Lingote de 25 kg (ya se pueden vender o se les realiza el proceso de formación de billets, barras o hilos o atomización ultrasónica).*



*Figura I- 7. Izquierda – Billets (ya se pueden vender o se realiza el proceso de atomización ultrasónica). Derecha – Barras e hilos (ya se puede vender)*

Para la fabricación de barras simplemente se requiere de un dado con la geometría necesaria en la extrusora, sin embargo, para la fabricación de hilo de soldadura se requerirá de procesos subsecuentes entre ellos el rolado y la extrusión para lograr la reducción del calibre de acuerdo a la especificación del producto. La automatización permite un funcionamiento coordinado entre la extrusora y la roladora de hilo de manera que todo el proceso se realiza en secuencia. Para la producción de hilo de calibres pequeños se utilizará un proceso de fabricación en lote mediante trefiladoras independientes, para su posterior embobinado en carretes dependiendo de la presentación requerida en la orden de producción.

#### I.5.2.1.8. Atomizado ultrasónico (polvo de estaño).

El proceso de fabricación de polvo de estaño se basa en la atomización por vibración ultrasónica(Figura I- 8), una técnica avanzada que permite obtener partículas finas (microesferas) y uniformes sin necesidad de motores o vibraciones adicionales.

Esta tecnología ofrece un control preciso del tamaño de partícula y una alta pureza, ideal para aplicaciones en soldadura electrónica y otras industrias.

Los pasos de este proceso son los siguientes:

- **Materia prima:** Se selecciona la aleación a atomizar, típicamente son lingotes o billets con una geometría especifica.
- **Fusión de aleación estaño:** Se funde el billet de aleación de estaño en el horno eléctrico a temperaturas entre los 225°C y 232°C.
- **Dosificación:** Se alimenta de forma controlada el metal líquido a un plato de dosificación dentro de la cámara de atomización.
- **Generación de ondas:** Se generan vibraciones ultrasónicas de alta frecuencia en el plato de dosificación.
- **Fragmentación de metal liquido:** Como efecto de las vibraciones ultrasónicas el metal líquido se fragmenta en microgotas.
- **Solidificación:** En presencia de una atmósfera llena de gas helio se hace una solidificación instantánea de las gotas generando esferas que se precipitan como polvo en una tolva de almacenamiento.

- **Tamizado ultrasónico:** Se hace pasar el polvo de aleación de estaño a través de tamices con tamaños de celda decremental agitados con vibración ultrasónica.
- **Análisis de tamaño de partícula:** Una vez tamizado el polvo y separado por tamaño de partícula se hace un análisis de imagen digital de microscopio óptico para determinar tamaño, forma y distribución del mismo.
- **Pesado y empaquetado:** Se hace el pesaje y empaquetado del polvo en bolsas especiales herméticas para evitar el ingreso de humedad y oxidación.

Las ventajas del proceso de producción de polvo por atomización ultrasónica son:

- Eficiencia energética del proceso: El proceso no requiere motores ni vibraciones mecánicas adicionales.
- Alta calidad: Polvos esféricos, homogéneos con menor oxidación y libres de contaminantes.
- Flexibilidad: Adaptación a diferentes aleaciones de estaño y otros metales.
- Aplicaciones: Soldadura electrónica, fabricación de pastas de soldadura, recubrimientos metálicos y materiales avanzados.

Todos los equipos involucrados en procesos que operan bajo condiciones de **altas temperaturas**, **movimiento continuo de materiales**, y otras variables operativas que puedan generar partículas o vapores, están **diseñados, fabricados y acondicionados** conforme a criterios de ingeniería que garantizan su capacidad para **contener de manera eficaz** dichos elementos.

Estos equipos cuentan con:

- **Sistemas de sellado y confinamiento**, que previenen la liberación involuntaria de partículas sólidas o vapores generados durante la operación.
- **Diseños herméticos y materiales de alta resistencia térmica**, adecuados para soportar la variabilidad del proceso sin comprometer la integridad estructural.
- **Mecanismos de control y extracción localizada**, cuando aplica, para mantener las concentraciones internas dentro de límites seguros.
- **Dispositivos de mitigación secundaria**, como barreras físicas y cámaras de retención, que reducen el riesgo de liberaciones no controladas.
- **Capacidad operacional probada**, para minimizar el riesgo de emisiones fugitivas, cumpliendo con las mejores prácticas de ingeniería y con los principios de prevención de la contaminación.




*Figura I- 8. Diagrama de flujo del proceso de Atomización Ultrasónica.*

### I.5.2.2. Medidas de seguridad.

El proceso productivo ha sido diseñado considerando diferentes medidas de seguridad que buscan reducir los riesgos para el personal operativo y cuidado del medio ambiente.

Los reactivos a usar deberán estar debidamente identificados, disponer de las fichas de seguridad de estos y tener exclusivamente las cantidades a utilizar; el equipo de protección personal definido para su manipulación, deberá ser portado adecuadamente.

En el proceso metalúrgico existe el riesgo de salpicadura de material incandescente, por lo que se contará con el equipo de protección adecuado y con la señalética suficiente a fin de advertir a todo el personal de los posibles riesgos. Además, se contará con la señalización en las áreas con exposición a altas temperaturas.

Las lingoteras deberán estar totalmente secas y/o encaladas para facilitar su desmoldeo y evitar posibles reacciones del metal líquido.

Durante toda la vida útil del proceso productivo se contará con herramientas de mejora y excelencia operacional que permitan la reducción de riesgos y exposición del personal.

### I.5.2.3. Capacidad de manejo y tratamiento de residuos peligrosos.

La capacidad instalada de tratamiento de metal en el horno horizontal rotatorio (restricción por diseño del proceso productivo) es de aproximadamente 2,500 toneladas por año. Sabiendo que aproximadamente el 40% del material a tratar será residuo peligroso, se contará con una capacidad mensual aproximada de 80 toneladas.

Es importante distinguir que CRM Synergies México actúa como empresa tratadora y valorizadora de residuos peligrosos generados por terceros, los cuales constituyen la materia prima del proceso. Los volúmenes referidos en la Tabla I- 3 (enunciada en el apartado I.5.1.4 Justificación económica) corresponden al material recibido para su acopio y tratamiento.

Los residuos peligrosos generados internamente por las actividades propias del proyecto se detallan en la Tabla I- 9 (mostrada en el apartado I.6.1.2 Residuos peligrosos.), conforme a los cuales la empresa se clasifica como pequeño generador, de acuerdo con la LGPGIR.

### I.5.2.4. Mantenimiento preventivo y correctivo

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos e instalaciones del proyecto, de la siguiente manera:

1. Del sistema de recolección de polvos.
    - La cámara de expansión.
        - Cada semana se revisará y limpiará la cámara de los sedimentos acumulados.
        - Cada semana se revisará la hermeticidad de la cámara para evitar emisiones fugitivas.
    - La casa de bolsas (mangas filtrantes).
        - Cada 8 semanas se verificará el accionamiento, y se revisará el UFRL (unidad filtro, regulador y lubricador) de las válvulas de regulación.
        - Cada 8 semanas se verificará la presión de entrada y se inspeccionará la existencia de fugas en conectores y estructura del sistema de enfriamiento.

- Cada 8 semanas se verificarán las condiciones de las tuberías.
- Cada 8 semanas se verificarán los conectores de las mangueras, se revisar si existen rupturas y que no estén dobladas o chupadas las mangueras.
- Cada 8 semanas se verificará el estado del cajón de la cámara de expansión.
- Cada 4 semanas se hará una revisión general del cuerpo, que no existan fugas en su estructura; se verificará el tablero de control, el accionamiento, las tuberías y sellos; y se revisará el UFRL de las válvulas de regulación.
- Cada 4 semanas se verificarán las condiciones de sellos de la canastilla, que las canastillas no estén dobladas, que las bolsas no estén rotas y se realizará la limpieza de bolsa de los filtros.
- Motor.
- Cada 24 semanas se revisarán el bobinado, la medición de aislamiento, las conexiones y los cables de fuerza del motor L1, motor L2 y motor L3.
- Cada 24 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motor.

o El ciclón.

- Cada 8 semanas se verificará la condición general de la estructura del mata chispa y si no hay acumulación de polvo.
- Cada 8 semanas se verificará que las juntas, bridas y conexiones estén bien selladas y no exista fugas.
- Cada 24 semanas se revisarán el bobinado, la medición de aislamiento, las conexiones y cable de fuerza del motor L1, el motor L2 y motor L3.
- Cada 24 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motor.

2. Del Horno Rotatorio.

o El control.

- Cada 12 semanas se verificará el correcto funcionamiento de apertura y cierre, y se realizará una limpieza y sopleteado de tableros y gabinetes.
- Cada 12 semanas se verificará que no exista sobrecalentamiento, oxidación, corrosión y se apretarán los bornes de las conexiones.
- Cada 12 semanas se verificará que el aislamiento de los cables no esté daño.
- Cada 12 semanas se verificará que los disyuntores operen suavemente, que los fusibles y sistemas de tierra estén en buen estado.

o La transmisión.

- Cada 16 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
- Cada 16 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motorreductor.
- Cada 4 semanas se revisará el acople, la lubricación, los piñones, las cuñas, el desgaste de la flecha, se limpiará la cremallera y se dará lubricación a los piñones del acoplamiento.
- Cada 4 semanas se verificará el eje de la rueda, las condiciones de la rueda y las pestañas, se verificará el estado de las chumaceras y rodamientos.
- Cada 4 semanas se verificará la motobomba de inyección, el funcionamiento del *limit switch*, el nivel de grasa del tanque se verificará que las líneas de

lubricación y de conexiones no estén dobladas, sueltas o flojas, los bloques de lubricación y se hará limpieza de los elementos filtrantes de la lubricación centralizada.

- El sistema de combustión.
  - Cada 4 semanas se verificarán las mangueras y conexiones del quemador, el sistema de Troley para entrada y salida de quemador; se desmontarán y limpiarán los quemadores y los pilotos de los quemadores; se revisará que no estén dañadas o con fugas las mangueras de enfriamiento del quemador.
  - Cada 8 semanas se revisarán los manómetros, se verificará que no existan daños en bridas, juntas de expansión, mangueras y conexiones, el funcionamiento de las válvulas de regulación y control, y de las válvulas *de shut off* y el medidor de gas natural del Manifold de gas.
- La compuerta/boca del horno.
  - Cada 4 semanas se revisará el cilindro neumático, las mangueras, conexiones y válvulas del sistema neumático de apertura y cierre, se verificará si no tiene fugas de aire y se hará una revisión de UFRL del sistema de apertura.
- El sistema de Colado de Horno.
  - Cada 4 semanas se verificará que la estructura del carrito no contenga golpes, el estado y nivelación de las ruedas y rieles, y la lubricación de los rodamientos de las ruedas del carrito.
  - Cada 8 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
  - Cada 8 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motor.
- El colector de polvos.
  - Cada 8 semanas se revisará que las paredes y marco no tengan golpes o daños graves.
  - Cada 8 semanas se revisará que los ductos no tengan fugas.
  - Cada 8 semanas se revisará que las campanas de absorción no tengan golpes y/o roturas.

3. Del alimentador de carga.
   - El sistema de Vibración.
     - Cada 12 semanas se revisará la caja de conexiones, los rodamientos y las masas fijas y móviles del moto-vibrador.
   - El sistema de Amortiguamiento.
     - Cada 12 semanas se revisará el brío del resorte de las cámaras de vibración y que estas cámaras no tengan fugas.
   - El carrito de alimentación
     - Cada 8 semanas se verificará que la estructura no contenga golpes, se revisará el estado y nivelación de las ruedas y rodamientos, y la lubricación de rodamientos.
   - La tolva
     - Cada 8 semanas se verificará que la tolva no tenga fugas o daños en la estructura
4. De la caldera de Afino del # 1 al 2 de 4 ton (Olla de afino).

- El sistema de Agitación.
  - Cada 16 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
  - Cada 16 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motor.
  - Cada 16 semanas se revisarán el estado del agitador y que sus flechas no estén dobladas.
- El sistema de combustión.
  - Cada 4 semanas se verificarán las mangueras y conexiones del quemador, el sistema de Troley para entrada y salida de quemador; se desmontarán y limpiarán los quemadores y los pilotos de los quemadores; se revisará que no estén dañadas o con fugas las mangueras de enfriamiento del quemador.
  - Cada 8 semanas se revisarán los manómetros, se verificará que no existan daños en bridas, juntas de expansión, mangueras y conexiones, el funcionamiento de las válvulas de regulación y control, y de las válvulas de *shut off* y el medidor de gas natural del Manifold de gas.

5. De la caldera de Afino # 3 al 4 de 2 ton (Olla de afino)
   - El sistema de Agitación.
     - Cada 16 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
     - Cada 16 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y la lubricación del motor.
     - Cada 16 semanas se revisarán el estado del agitador y que sus flechas no estén dobladas.
   - El sistema de combustión.
     - Cada 4 semanas se verificarán las mangueras y conexiones del quemador, el sistema de Troley para entrada y salida de quemador; se desmontarán y limpiarán los quemadores y los pilotos de los quemadores; se revisará que no estén dañadas o con fugas las mangueras de enfriamiento del quemador.
     - Cada 8 semanas se revisarán los manómetros, se verificará que no existan daños en bridas, juntas de expansión, mangueras y conexiones, el funcionamiento de las válvulas de regulación y control, y de las válvulas de *shut off* y el medidor de gas natural del Manifold de gas.
6. Grúa Puente
   - Puente
     - Cada 24 semanas se verificará el estado de las ruedas y se lubricarán las ruedas
     - Cada 24 semanas se verificará si los rieles tienen fisuras, golpes o daños y que las grapas de agarre estén en buenas condiciones
   - Control
     - Cada 24 semanas se verificará el correcto funcionamiento de apertura y cierre, y se realizará una limpieza y sopleteado de tableros y gabinetes.
     - Cada 24 semanas se verificará que no exista sobrecalentamiento, oxidación, corrosión y se apretaran los bornes de las conexiones.
     - Cada 24 semanas se verificará que el aislamiento de los cables no esté daño.

- Cada 24 semanas se verificará que los disyuntores operan suavemente, que los fusibles y sistemas de tierra estén en buen estado.

- Polipasto Principal
  - Cada 24 semanas se verificará que los cables no contengan coca en lo largo del cable.
  - Cada 24 semanas se verificará el desgaste del tambor.
  - Cada 24 meses se verificará que el gancho no tenga grietas ni daños en el mismo.
  - Cada 24 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
  - Cada 24 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos, los frenos (espesor de balatas y disco) y la lubricación del motor.
- Polipasto Auxiliar.
  - Cada 24 semanas se verificará que los cables no contengan coca en lo largo del cable.
  - Cada 24 semanas se verificará el desgaste del tambor.
  - Cada 24 meses se verificará que el gancho no tenga grietas ni daños en el mismo.
  - Cada 24 semanas se revisarán las conexiones, los cables de fuerza, el bobinado y la medición de aislamiento del motor L1, el motor L2 y el motor L3.
  - Cada 24 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos, los frenos (espesor de balatas y disco) y la lubricación del motor.

7. Atomizador
   - Alimentador
     - Cada 16 semanas se verificará que la tolva de alimentación no tenga daños y se revisará el accionamiento de las válvulas de descarga.
   - Horno Eléctrico
     - Cada 16 semanas se verificarán las condiciones de la estructura, de la compuerta, el funcionamiento de las resistencias y los sensores PT 100 del control
   - Tuberías.
     - Cada 16 semanas se verificará que no existan fugas en tuberías, válvulas y conexiones.
   - Cámara de Oxígeno.
     - Cada 16 semanas se comprobará el funcionamiento de las celdas y se reapretaran los tornillos de la base de las celdas.
     - Cada 16 semanas se verificará el accionamiento de las electroválvulas del control de presión.
     - Cada 16 semanas se verificarán las condiciones de las tuberías y válvulas de las tuberías de helio.
   - Cabezal de atomizador.
     - Cada 16 semanas se revisarán los controles del generador de poder, y que el cilindro del Vortec no tenga fugas.
   - Sistema Neumático.
     - Cada 16 semanas se verificará la unidad UFRL y accionamiento de las válvulas.

8. Iluminación.
    - Lámparas.
        - Cada 48 semanas se verificará que las bases de las lámparas estén bien fijas, sin oxido y limpiarlas y que el cable de alimentación este en buenas condiciones, y se reapretarán las conexiones.
9. Cuarto de trasvase.
    - Grúa
        - Se revisará el cuarto de trasvase
10. Sistema de Bombeo de Cisterna.
    - Motor.
        - Cada 24 semanas se revisarán el bobinado, la medición de aislamiento, las conexiones y cable de fuerza del motor L1, el motor L2 y motor L3.
        - Cada 24 semanas se revisará el ventilador, los rodamientos y los frenos (espesor de las balatas y discos).
    - Bomba.
        - Cada 24 semanas se revisarán le sellos, el impulsor de la bomba y los rodamientos y ejes.
    - Tubería, válvulas y juntas de expansión.
        - Cada 24 semanas se revisará el accionamiento de las válvulas y que no se encuentran tuberías y juntas picadas y con fugas.
11. Estación de Gas Natural.
    - Manifold de gas.
        - Cada 48 semanas se revisarán los manómetros, se verificará que no existan daños en bridas, juntas de expansión, mangueras y conexiones, el funcionamiento de las válvulas de regulación y control, y de las válvulas de *shut off* y el medidor de gas natural del Manifold de gas.
12. Montacargas.
        - Cada 12 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento del montacargas con un tercero.
13. Subestación.
        - Cada 52 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento del transformador de 750 KVA, el tablero principal y los subderivados con un tercero.
14. Aire acondicionado.
    - Minisplitis de la planta y edificio administrativo
        - Cada 25 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento de los minisplits con un tercero.
15. Chiller.
        - Cada 12 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento del intercambiador, carga de gas y control con un tercero.
16. Servicios Sanitarios.
        - Cada 24 semanas se coordinará el servicio de revisión del funcionamiento de los flotadores, tapas, mangueras, conexiones y lavabos de los baños de hombres y mujeres de planta y administrativos con un tercero.
17. Canalones y desazolve.

- Cada 52 semanas se coordinará el servicio de limpieza de canalones del drenaje pluvial y el desazolve de drenaje con un tercero.

18. Compresores.
    - Cada 16 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento de compresores, secadores, sistema de control y filtros con un tercero.
19. Estación de oxígeno.
    - Cada 12 semanas se coordinará el servicio de revisión y mantenimiento de las válvulas, vaporizadores y sistema de control con un tercero.

## I.5.3. Costo de inversión del proyecto

La inversión requerida para el proyecto es de 61.2 millones de pesos, dividida tal como se muestra en la Tabla I- 4.

*Tabla I- 4. Inversión requerida para el proyecto.*

| Categoría | Inversión |
|---|---|
| Terreno | [redacted] |
| Infraestructura civil | [redacted] |
| Equipo y tecnología de función | [redacted] |
| Costos ambientales | [redacted] |
| Costos administrativos | [redacted] |
| Operación inicial y logística | [redacted] |
| Contingencias y seguros | [redacted] |
| **Total** | [redacted] |

El tiempo de recuperación de la inversión será de 8 años, tal como se muestra en la Tabla I- 5.

*Tabla I- 5. Análisis de retorno de la inversión del proyecto.*

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Flujo acumulado | [redacted] | | | | | | | | |

*Tabla I- 6. Inversión del proyecto, desde el punto de vista ambiental.*

| Inversión del proyecto ($) | Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración ($) | Total ($) |
|---|---|---|
| [redacted] | [redacted] | [redacted] |

## I.5.4. Duración estimada del proyecto

La instalación, puesta en marcha, verificación y aprobación de la operación del proceso tendrán una duración de **6 meses**; además de **50 años** de operación y mantenimiento del proyecto, y **1 año** de desmantelamiento y abandono; dando un total de **51 años y 3 meses**. En la Tabla I- 7 se muestra el cronograma de actividades. Mientras que en la Tabla I- 8 se muestra la duración del proyecto cuantificada en meses.

*Tabla I- 7. Cronograma de actividades del proyecto.*

| Actividad | Año | 2026 | 2027 | | | | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 | 2055 | 2060 | 2065 | 2070 | 2075 | 2076 | | 2077 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mes | Nov – Dic | Ene - Mar | Abr - Jun | Jul – Sep | Oct - Nov | | | | | | | | | | | Ene - Jul | Ago - Dic | Ene - Jul | Ago - Dic |
| Instalación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puesta en marcha | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Verificación y aprobación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Operación y mantenimiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Desmantelamiento y abandono | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

*Tabla I- 8. Duración del proyecto cuantificado en años y meses.*

| Etapa | Duración en años, meses o semanas |
|---|---|
| Preparación del sitio y construcción | NA |
| Operación y/o mantenimiento | 50 años y 3 meses |
| Cierre y abandono del sitio | 1 año |

# I.6. Tabla resumen de características de proyecto

## I.6.1. Etapa de operación y mantenimiento.

### I.6.1.1. Insumos

#### I.6.1.1.1. Electricidad

El proyecto requerirá una carga eléctrica de 577.8 kilowatts (de los cuales 200 kw son cargas futuras) y una tensión de 220 V, por lo que se realizará el contrato de energía eléctrica necesaria con la CFE; se instalará un transformador de 750 kilowatts para contar con capacidad técnica disponible para posibles expansiones en el mediano plazo.

#### I.6.1.1.2. Agua

Por un lado, se captarán aguas pluviales en la techumbre del edificio, las cuales se dirigirán a través de canaletas, bajadas de agua y tuberías a una cisterna con dos cámaras (cisterna tormenta), una con filtro pétreo y otra de almacenamiento; desde aquí el agua pluvial podrá ir a la línea de demasías que dirigirá el agua al alcantarillado municipal en caso de tener un exceso, o podrá ir al tinaco de aguas residuales con ayuda de una bomba; ya en el tinaco por gravedad alimentará los retretes y las llaves de nariz para el lavado de pisos y riego de área verde; una vez usada en los retretes se dirigirá al alcantarillado municipal.

Por otro lado, el agua potable se almacenará en una cisterna independiente, que mediante un sistema de bombeo será dirigida a un tinaco de agua potable; por gravedad se alimentará a las regaderas, lavamanos, tarjas y al proceso de producción. En caso de que el tinaco de agua pluvial no cuente con agua (sobre todo en época de estiaje), el sistema de agua potable tendrá un bypass, y el

tinaco de agua potable podrá también alimentar a los retretes; una vez usada el agua, se dirigirá al alcantarillado municipal.

El proyecto tendrá un consumo de 4,000 L por día contemplando 20 trabajadores en planta (100 L/trab/día), 40 trabajadores en oficina (50 L/trab/día).

En el **Anexo I.12** se presenta la factibilidad de agua con No. de Oficio OPD.APAST/DG/1362/2024, emitida por el APAST del municipio de Tultitlán, Estado de México.

### I.6.1.2. Residuos peligrosos.

El proyecto se considera un pequeño generador de residuos peligrosos, ya que generará más de 400 kg al año, pero menos de 10 toneladas al año. Los residuos peligrosos que serán generados por el proyecto durante la etapa de operación y mantenimiento se muestran en la Tabla I- 9.

Es importante señalar que estos residuos se dispondrán con empresas autorizadas para su transporte, reciclaje/confinamiento/incineración/co-procesamiento, de acuerdo con el tipo de residuo.

La planta contará con un almacén temporal para residuos peligrosos los cuales serán contenidos en tambos, contenedores industriales o tarimas según las características de los residuos.

*Tabla I- 9. Residuos peligrosos generados anualmente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.*

| Residuo | Cantidad (ton/año) | Disposición |
|---|---|---|
| Aceite gastado/usado | 0.85 | Reciclaje |
| Baterías/pilas usadas | 0.05 | Reciclaje/confinamiento |
| RPBI | 0.01 | Confinamiento/Incineración |
| Sólidos impregnados (cubetas y plásticos) | 0.5 | Reciclaje/Coprocesamiento |
| Trapo impregnado | 0.5 | Coprocesamiento |
| Filtros de casa de bolsa | 0.5 | Coprocesamiento |
| Polvos de casa de bolsa | 1.5 | Coprocesamiento/Confinamiento |
| Equipo de protección | 0.5 | Reciclaje/Coprocesamiento |

### I.6.1.3. Residuos de manejo especial.

Los residuos de manejo especial generados por el proyecto durante la etapa de operación y mantenimiento se muestran en la Tabla I- 10.

Los RME se dispondrán con empresas autorizadas para su transporte, disposición/reúso/reciclaje de acuerdo con el tipo de residuo.

La planta contará con un almacén temporal para residuos de manejo especial, el cual contará con botes o contenedores debidamente identificados, inventariados y con las capacidades y características necesarias para el manejo interno de residuos.

La comunicación, capacitación y formación de los colaboradores, así como de los responsables de la gestión integral de residuos será oportuna y preventiva con apoyo de terceros para garantizar la eficiencia de dicha gestión con relación a la visión y políticas de CRM Synergies México.

Los servicios de terceros contratados para el traslado de los residuos generados en planta serán previamente cotejados y validados para el cumplimiento con la trazabilidad. La documentación utilizada (manifiestos y control documental) será resguardada por el o los responsables del área de medio ambiente de CRM Synergies México.

*Tabla I- 10. Residuos de manejo especial generados anualmente durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.*

| Residuo | Cantidad (ton/año) | Disposición |
|---|---|---|
| Ferroso (chatarra) | 0.5 | Reciclaje |
| No Ferroso | 0.5 | Reciclaje |
| Papel y Cartón | 0.5 | Reciclaje |
| Vidrio | 0.1 | Reciclaje |
| PET | 0.8 | Reciclaje |
| Madera (tarima) | 6.0 | Reutilización/Reciclaje |
| Playo | 0.5 | Reciclaje |
| Fleje plástico | 0.5 | Reciclaje |
| Bolsa | 0.5 | Reciclaje |

En el **ANEXO I.13**, se presenta la estrategia para la gestión integral de residuos de la promovente.

### I.6.1.4. Residuos sólidos urbanos.

Se estima que el proyecto genere aproximadamente 8.75 ton/año, estos cálculos con base en una operación de 70 personas como fuerza de trabajo (personal administrativo 40, personal operativo 20 y personal eventual 10). La disposición del RSU será a partir del relleno sanitario autorizado.

### I.6.1.5. Aguas residuales.

El proyecto contará con un drenaje combinado (sanitario y pluvial) con conexión de descarga de 20 cm.

El agua de proceso será usada principalmente para el enfriamiento del horno rotatorio (quemador de gas natural – oxigeno), atomizador ultrasónico y para el proceso de acabado, es importante mencionar que este circuito es cerrado lo que evita la perdida de agua optimizando su uso.

El proyecto tendrá un gasto sanitario de 2.72 lps, un gasto de diseño para red de aguas negras de 39.11 lps y un gasto pluvial de 6.02 lps.

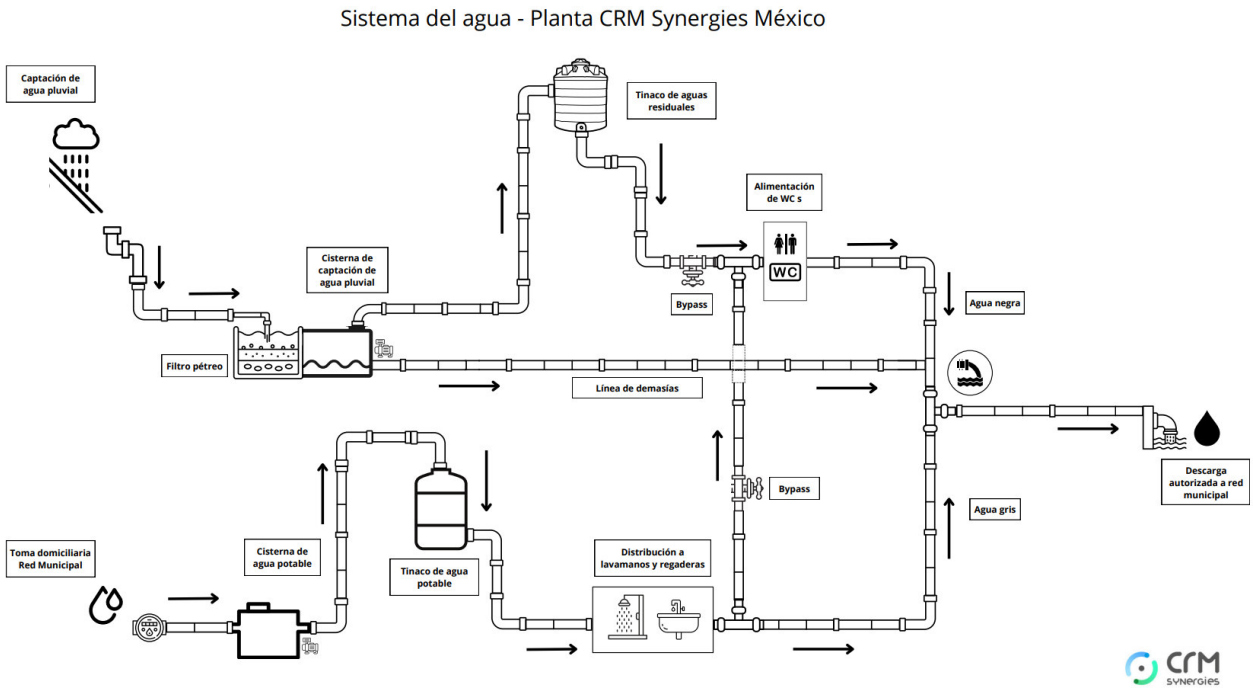



*Figura I- 9. Sistema del agua de la planta CRM Synergies.*

Con el fin de asegurar el cumplimiento de la NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, la empresa implementará un programa de caracterización estimada y verificación periódica de los efluentes de proceso generados durante la operación de la planta de fundición de residuos de estaño. Dando cumplimiento así a la factibilidad de drenaje sanitario, presentada en el **Anexo I.12** con No. de Oficio OPD.APAST/DG/1362/2024, emitida por el APAST del municipio de Tultitlán, Estado de México.

Previo al inicio de operaciones y durante la etapa de operación, se realizará la identificación y caracterización físico-química de los efluentes asociados a los procesos de fundición, afino y enfriamiento, considerando las condiciones normales y máximas de operación. Dicha caracterización se llevará a cabo mediante muestreos representativos y análisis en laboratorios acreditados, con el objeto de estimar y verificar la concentración de los principales parámetros de control establecidos en la NOM-002-SEMARNAT-1997 y aquellos relevantes al proceso metalúrgico.

Los parámetros críticos de control considerados incluirán, de manera prioritaria: plomo (Pb), pH y sólidos suspendidos totales (SST), y para el caso del estaño (Sn) y otros metales, se seguirá la NMX-AA-051-SCFI-2016; sin perjuicio de otros parámetros que pudieran resultar de interés Los resultados obtenidos permitirán evaluar la calidad del efluente y verificar que las concentraciones se mantengan por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la citada norma.

En caso de identificarse desviaciones respecto a los valores normativos, se implementarán medidas correctivas inmediatas, tales como ajustes operativos, mejora en los sistemas de enfriamiento y recirculación, separación de corrientes, o tratamiento previo del efluente, con el objetivo de garantizar el cumplimiento ambiental.

El objetivo es contar con un control preventivo y continuo de la calidad de los efluentes de proceso, reduciendo riesgos de contaminación por metales pesados, asegurando la correcta gestión del agua residual generada por la planta y reforzando el cumplimiento de la NOM-002-SEMARNAT-1997 y de la legislación ambiental vigente aplicable al proyecto.

Como parte del enfoque de mejora continua y del compromiso ambiental del proyecto, se contempla la implementación progresiva de mejoras al sistema de manejo y tratamiento de agua, con el objetivo de optimizar su calidad y fortalecer las condiciones operativas y ambientales de la instalación.

En una primera etapa, se prevé la instalación de filtros básicos de pretratamiento previo a los tinacos de almacenamiento, los cuales permitirán mejorar la calidad del agua utilizada en las distintas actividades del proyecto, mediante la retención de sólidos residuales y la protección de los sistemas de almacenamiento y distribución.

Es importante señalar que estas acciones se plantean de forma adicional a la infraestructura ya considerada en el proyecto, la cual incluye, entre otros elementos, sistemas de captación de agua, cisternas de almacenamiento, trampas de grasas y sólidos, filtros de grava, filtros de arena y demás dispositivos de manejo y control hidráulico. La adopción de tecnologías adicionales de filtración permitirá reforzar el tratamiento del agua y asegurar un manejo más eficiente y ambientalmente responsable del recurso hídrico.

## I.6.1.6. Emisiones a la atmósfera.

### I.6.1.6.1. Cantidad de emisiones.

A continuación, se presenta la estimación de emisiones a la atmósfera asociadas a la operación de la planta, considerando las condiciones de diseño, capacidad instalada y consumo energético proyectado.

El proceso contempla la operación de los siguientes equipos principales: un horno rotativo con capacidad de 3 toneladas, dos calderas tipo crisol de 2 toneladas cada una y dos calderas tipo crisol de 4 toneladas cada una, los cuales operarán de manera integrada para la recuperación de estaño a partir de residuos.

La instalación contará con un sistema de control de emisiones atmosféricas, constituido por un sistema de captación, un filtro tipo casa de bolsas con 308 mangas y una chimenea de descarga. Este sistema está diseñado para operar con un caudal de extracción de 16,000 $m^3/h$ y una temperatura de salida de gases de 220 °C, condiciones que favorecen la eficiencia en la remoción de material particulado y metales.

El proyecto considera un consumo anual de gas natural de 200,000 $m^3$, con un régimen operativo estimado de 3,000 horas al año, lo cual fue tomado como base para el cálculo de emisiones.

### I.6.1.6.2. Resultados de Emisiones Estimadas

Las concentraciones de contaminantes en los gases de salida, una vez aplicado el sistema de control, se muestran a continuación:

Material particulado ($PM_{10}$): 0.13 $mg/m^3$

Partículas finas ($PM_{2.5}$): 0.47 $mg/m^3$

Monóxido de carbono (CO): 106.67 $mg/m^3$

Dióxido de azufre ($SO_2$): 5.25 mg/m³

Óxidos de nitrógeno (NOx): 23.96 mg/m³

Estaño (Sn): 0.13 mg/m³

Plomo (Pb): 0.313 mg/m³

Cobre (Cu): 0.052 mg/m³

Adicionalmente, se estimó una emisión total de 426.36 toneladas de $CO_2$ equivalente por año, asociadas al consumo de gas natural.

#### I.6.1.6.3. Análisis e Interpretación

Los resultados indican que el sistema de control propuesto permite mantener las emisiones de material particulado y metales pesados en concentraciones bajas, evidenciando una adecuada eficiencia del filtro de mangas instalado. Este tipo de tecnología es ampliamente reconocido por su capacidad para capturar partículas finas, incluyendo compuestos metálicos derivados del proceso de fundición.

Las emisiones de contaminantes criterio derivados de la combustión (CO, NOx y $SO_2$) se encuentran dentro de rangos esperados para instalaciones que utilizan gas natural como combustible, caracterizado por su bajo contenido de azufre y un perfil de emisiones relativamente limpio en comparación con otros combustibles fósiles.

En cuanto a las emisiones de gases de efecto invernadero, la huella de carbono estimada es consistente con el nivel de consumo energético proyectado y la capacidad instalada del proceso.

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que el proyecto presenta emisiones atmosféricas controladas y ambientalmente viables, derivadas de:

- La implementación de un sistema eficiente de captación y filtración de partículas,
- El uso de gas natural como combustible,
- Y condiciones operativas debidamente definidas.

En este sentido, el proyecto es compatible con la regulación ambiental aplicable en materia de contaminación atmosférica, siempre que se mantengan las condiciones de operación.

Lo anterior permite asegurar que los impactos a la calidad del aire serán mitigados de manera efectiva, contribuyendo a la protección del ambiente en el área de influencia del proyecto.

#### I.6.1.6.4. Descripción del Sistema de Captación y Control de Humos

El sistema de captación y control de humos (Figura I- 10) del proceso de fundición de residuos de estaño ha sido diseñado para garantizar la recolección eficiente, conducción y tratamiento de los gases y partículas generadas durante la operación de un horno rotativo y cuatro calderas, minimizando su emisión a la atmósfera.

Para reducir la generación de emisiones a la atmósfera se contará con los siguientes elementos:

1. Sistema de captación en fuente

La captación de humos se realiza mediante campanas extractoras estratégicamente ubicadas sobre el horno rotativo y cada una de las calderas. Estas campanas están diseñadas para:

- Maximizar la captación de gases calientes y partículas generadas durante la fundición,
- Evitar la dispersión de emisiones al ambiente laboral,
- Operar bajo condiciones de depresión que favorecen el flujo continuo hacia el sistema de control.

2. Sistema de conducción (ductería) y cámara post combustión.

Los humos captados son transportados a través de un sistema de ductos metálicos, dimensionado para manejar el flujo total del sistema. La ductería:

- Está diseñada para mantener velocidades adecuadas que eviten la sedimentación de partículas,
- Integra derivaciones desde cada punto de captación hacia el sistema central,
- Cuenta con elementos de inspección y mantenimiento.
- La cámara de post combustión sirve para incinerar y destruir los gases residuales, compuestos, olores y partículas tóxicas que no lograron quemarse en proceso del horno.

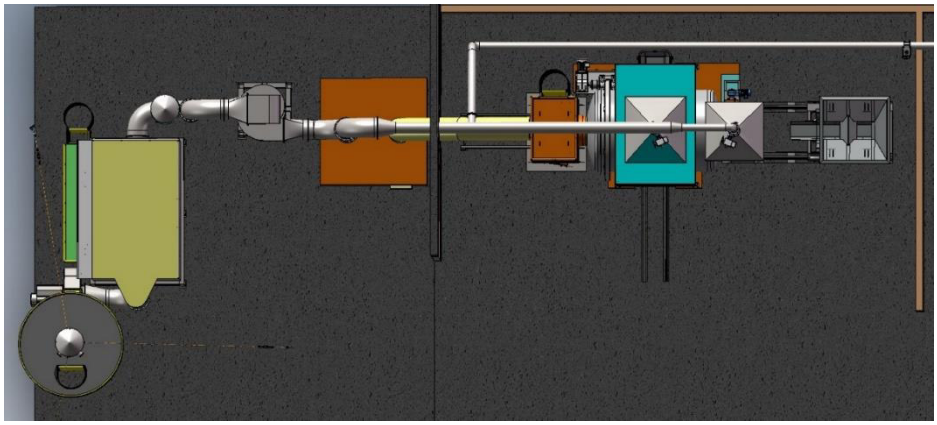


*Figura I- 10. Vista de planta del sistema de captación de polvos*

3. Cámara de sedimentación y equipo de Pretratamiento – Mata Chispas

Previo a su ingreso al sistema de filtración, los gases pasan por una cámara de sedimentación (Figura I- 11) que sirve como un pre-filtro que utiliza la fuerza de gravedad para separar y retener partículas sólidas más grandes y pesadas presentes en la corriente de gas. Una mata chispa, cuya función principal es:

- Retener o disipar partículas incandescentes o chispas,
- Reducir el riesgo de incendio o daño en el filtro de mangas,
- Proteger la integridad del sistema de control.

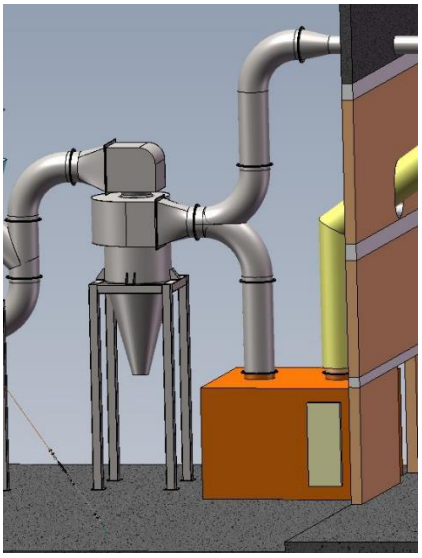


*Figura I- 11. Render de Cámara de sedimentación (naranja) y mata chispas.*

4. Sistema de Control de Partículas – Casa de Bolsas

El sistema cuenta con un filtro tipo casa de bolsas con 308 mangas, diseñado para un caudal de extracción de 16,000 $m^3$/h. Este equipo constituye el principal sistema de control de emisiones y opera bajo el principio de filtración mecánica, permitiendo:

- La remoción eficiente de material particulado fino ($PM_{10}$ y $PM_{2.5}$).
- La retención de partículas asociadas a metales como estaño, plomo y cobre.
- La operación continua mediante sistemas de limpieza de mangas (por pulsos de aire u otro mecanismo).

5. Sistema de Manejo de Polvos

El material particulado retenido es conducido mediante:

- Tolvas de almacenamiento ubicadas en la parte inferior de la casa de bolsas.
- Colectores de polvo y cajas recolectoras, que permiten su acopio controlado.

Este sistema facilita:

- La disposición adecuada o reincorporación del material al proceso.
- La minimización de emisiones fugitivas.

6. Sistema de Descarga – Chimenea

Una vez tratados, los gases limpios son emitidos a la atmósfera a través de una chimenea, la cual está diseñada para:

- Garantizar una adecuada dispersión de las emisiones.
- Cumplir con criterios de altura y velocidad de salida.
- Permitir la realización de monitoreos de emisiones conforme a la normativa aplicable.

El sistema integral de captación, conducción y control de humos descrito proporciona una solución eficiente y técnicamente adecuada para la reducción de emisiones atmosféricas en el proceso de fundición de residuos de estaño. Su diseño permite:

- Controlar emisiones en la fuente.
- Reducir significativamente el material particulado y metales.
- Operar de forma segura y ambientalmente responsable.

Este tipo de configuración es consistente con las mejores prácticas disponibles en la industria metalúrgica, favoreciendo el cumplimiento de la normatividad ambiental vigente.

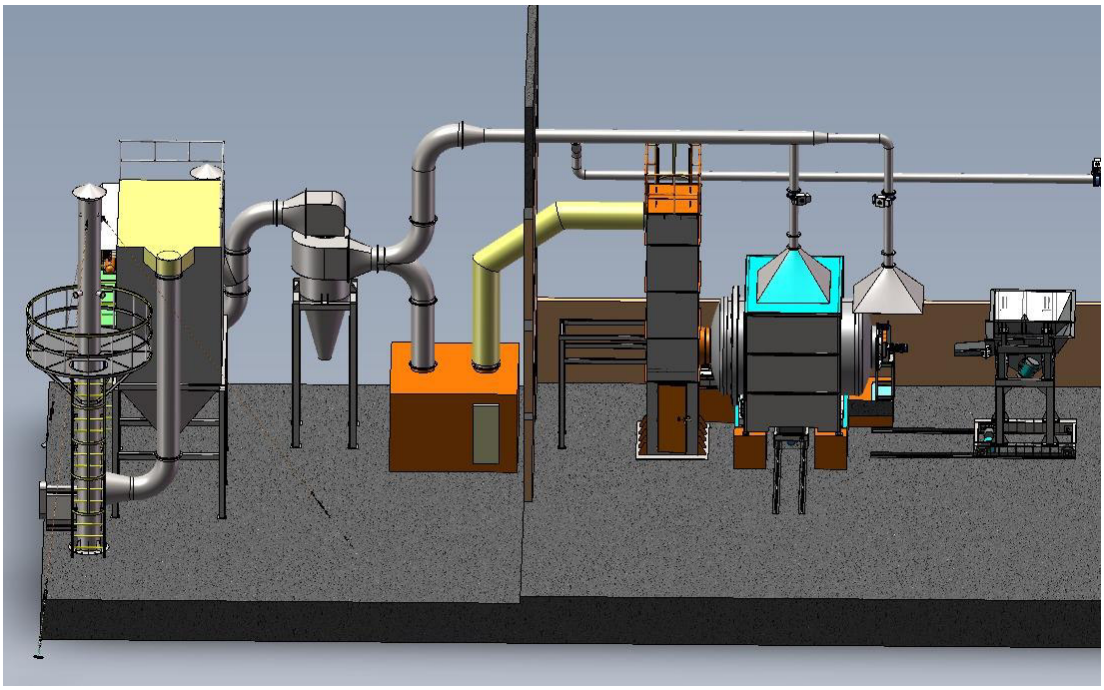


*Figura I- 12. Render del sistema de captación de polvos.*

## I.6.2. Etapa de desmantelamiento y abandono

### I.6.2.1. Residuos peligrosos.

Se generarán escorias, óxidos, aceites, baterías, RAEE. Para ellos se realizará un inventario, se clasificarán y se dispondrán con un gestor autorizado.

### I.6.2.2. Residuos de manejo especial.

Se generará madera, cartón, plásticos, residuos orgánicos. Para ellos se realizará una separación de acuerdo a la normatividad aplicable y se reciclarán o se dispondrán con un gestor autorizado.

### I.6.2.3. Materiales reutilizables

Algunos equipos, mobiliario, estructuras metálicas, podrán encontrarse en buenas condiciones por lo que se considerarán materiales reutilizables, estos se venderán, donarán o reintegrarán a otras operaciones.

*Tabla I- 11. Resumen de las características del proyecto.*

| Concepto | | Preparación del sitio y construcción | Operación |
|---|---|---|---|
| Consumo de energía eléctrica | | NA | 577.8 kW |
| Consumo de agua | | NA | 4,000 L/día |
| Emisiones de gases de efecto invernadero | | NA | Material particulado ($PM_{10}$): 0.13 mg/m³ |
| | | | Partículas finas ($PM_{2.5}$): 0.47 mg/m³ |
| | | | Monóxido de carbono (CO): 106.67 mg/m³ |
| | | | Dióxido de azufre ($SO_2$): 5.25 mg/m³ |
| | | | Óxidos de nitrógeno (NOx): 23.96 mg/m³ |
| | | | Estaño (Sn): 0.13 mg/m³ |
| | | | Plomo (Pb): 0.313 mg/m³ |
| | | | Cobre (Cu): 0.052 mg/m³ |
| | | | $CO_2$ equivalente: 426.36 ton/año |
| Aprovechamiento de otros recursos naturales | | NA | NA |
| Generación de residuos | Peligrosos | NA | 4.45 ton/año |
| | Manejo especial | NA | 9.9 ton/año |
| | Sólidos Urbanos | NA | 8.75 ton/año |
| Descargas de agua residual | Sanitario | NA | 2.72 lps |
| | Pluvial | NA | 6.02 lps |
| Otros en su caso (especificar) | | NA | NA |

## I.7. Superficies generales del proyecto

El proyecto se encuentra en construcción, etapa que se autorizó a nivel estatal. El terreno tiene una superficie de 1,600 m², mismos que serán intervenidos completamente.

El predio cuenta con una forma rectangular y una topografía plana a lo largo del predio (se adjunta Mecánica de suelos en el **ANEXO I.14**). El proyecto tendrá un eje principal para acceso -edificio de oficinas- en el sentido longitudinal del terreno, área de bodegas en la parte posterior y un patio central de distribución; este eje longitudinal sirve como un punto de referencia visual y funcional para los empleados y visitantes.

El edificio de oficinas se planteó en tres niveles, con una distribución funcional que plantea la ubicación en planta baja del estacionamiento con 10 cajones vehiculares (5 de ellos en planta y 5 más en elevauto) y áreas de servicio como baños con vestidores para empleados, cuarto de máquinas, caseta de control con baño y un área con acceso directo desde la calle para el suministro de gas natural.

En el segundo nivel se contará con un espacio reservado para la dirección y áreas privadas, además de una cocina y comedor. En este mismo nivel se contará con unas escaleras estratégicamente ubicadas para acceder directamente a la bodega, donde se encuentran áreas destinadas al

almacenaje en racks, un área para el atomizador y una zona dedicada a las arenas, garantizando una gestión óptima de los recursos y materiales.

Cabe mencionar que se tiene proyectado un área específica en el terreno para una posible segunda etapa de desarrollo. Esta área designada ofrece flexibilidad y adaptabilidad para responder a las demandas cambiantes del mercado y las oportunidades de crecimiento. Ya sea para la expansión de las instalaciones existentes, la incorporación de nuevas líneas de producción o la implementación de tecnologías emergentes, este espacio adicional brinda la libertad de evolucionar y prosperar en un entorno empresarial dinámico. Y en caso de ser desarrollado, se pondrá a evaluación de las autoridades. La Tabla I- 12, presenta la distribución de áreas del proyecto. Mientras que en el **ANEXO I.15** se presentan los planos del proyecto.

*Tabla I- 12. Distribución de áreas del proyecto*

| Área | m² | % |
|---|---|---|
| Superficie construida en Planta Baja | 950.96 | 57.08 |
| Superficie construida en Nivel 1 | 410.26 | 24.37 |
| Superficie construida en Nivel 2 | 260.76 | 15.49 |
| Superficie construida en azotea | 61.43 | 3.06 |
| Superficie total construida | 1,683.41 | 100 |

*Tabla I- 13. Superficies generales del proyecto*

| Concepto | Superficie | |
|---|---|---|
| Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto | 1,600 $m^2$ | |
| Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones | 1,600 $m^2$ (1,418.51 $m^2$ de superficie de desplante de edificaciones y 181.49 $m^2$ de patio de maniobras y áreas de carga y descarga). | |
| Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas | 11.33 $m^2$ | |
| **Superficie total de vegetación** | **Existente** | **Por afectar** |
| Superficie de vegetación forestal total | 0.00 $m^2$ | 0.00 $m^2$ |
| Superficie de incidencia en cuerpos de agua | 0.00 $m^2$ SIGACUA e INEGI | 0.00 $m^2$ SIGACUA e INEGI |
| Superficie de incidencia en Zona Federal | 0.00 $m^2$ LOCREPDA, ESDIG y SINAV | 0.00 $m^2$ LOCREPDA, ESDIG y SINAV |
| Superficie de incidencia en Zona Federal Marítimo Terrestre | 0.00 $m^2$ LOCREPDA, ESDIG | 0.00 $m^2$ LOCREPDA, ESDIG |

# Contenido

CAPITULO II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE EL USO DE SUELO. ..... 3

II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente ..... 3

II.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental ..... 6

II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico ..... 10

II.2.1. Programa General de Ordenamiento Ecológico General del Territorio ..... 10

II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal 2023. ..... 15

II.3. Programas y Planes de Desarrollo Urbano ..... 21

II.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 ..... 21

II.3.2. Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 ..... 23

II.3.3. Plan de Desarrollo Municipal de Tultitlán 2025-2027 ..... 29

II.3.4. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán ..... 32

II.4. Decreto del Área Natural Protegida o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC) ..... 34

II.4.1. Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales ..... 34

II.4.2. Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias ..... 36

II.4.3. Áreas de Importancia para Conservación de las Aves y Sitios RAMSAR ..... 38

II.5. Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC ..... 39

II.6. Normas Oficiales Mexicanas ..... 39

II.7. Otros Ordenamientos aplicables en materia ambiental ..... 41

II.7.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) ..... 41

II.7.2. Ley General de Cambio Climático ..... 51

II.7.3. Actualización de la estrategia de Cambio Climático Vision 10, 20, 40 años. ..... 58

II.7.4. Programa Especial de Cambio Climático 2021 - 2024. ..... 59

II.7.5. Bandos y reglamentos municipales. ..... 61

# Contenido de Tablas

Tabla II- 1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. ..... 3

Tabla II- 2. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ..... 6

Tabla II- 3. Ficha de la Unidad Ambiental Biofísica 121. ..... 10
Tabla II- 4. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB del POEGT. ..... 11
Tabla II- 5. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UGA del POETEM ..... 16
Tabla II- 6. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030. ..... 21
Tabla II- 7. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 ..... 24
Tabla II- 8. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal de Tultitlán 2025-2027. ..... 29
Tabla II- 9. Áreas Naturales Protegidas cercanas al Proyecto. ..... 34
Tabla II- 10. Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas cercanas al Proyecto. ..... 36
Tabla II- 11. AICAS y sitios RAMSAR cercanas al Proyecto. ..... 38
Tabla II- 12. Vinculación del proyecto con LGPGIR. ..... 42
Tabla II- 13. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. ..... 46
Tabla II- 14. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático. ..... 51
Tabla II- 15. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones ..... 55
Tabla II- 16. Vinculación del proyecto con la Actualización de la estrategia de Cambio Climático. Vision a 10, 20 y 40 años ..... 58
Tabla II- 17. Vinculación del proyecto con el Programa Especial de Cambio Climático 2021 a 2024. .. 60
Tabla II- 18. Vinculación del proyecto con el Bando Municipal de Tultitlán de Mariano Escobedo. ..... 61

## Contenido de Figuras

Figura II- 1. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT ..... 11
Figura II- 2. Ubicación del proyecto con respecto al POETEM. ..... 16
Figura II- 3. Zonificación del uso de suelo. ..... 33
Figura II- 4. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Federales más cercanas al proyecto. ..... 35
Figura II- 5.Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Estatales más cercanas al proyecto. ..... 35
Figura II- 6. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Municipales más cercanas al proyecto. 36
Figura II- 7. Ubicación del proyecto con respecto a las RHP más cercanas al proyecto. ..... 37
Figura II- 8. Ubicación del proyecto con respecto a las RTP más cercanas al proyecto. ..... 37
Figura II- 9. Ubicación del proyecto con respecto a las AICA más cercanas al proyecto. ..... 38
Figura II- 10. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más cercanas al proyecto ..... 39

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

## II.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 con última reforma el 19 de enero de 2026, esta es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es de orden público e interés social y tienen por objeto 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. La vinculación del proyecto con la LGEEPA, se muestra en la Tabla II- 1.

*Tabla II- 1. Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Título Primero. Disposiciones Generales.<br>Capítulo IV. Instrumentos de la Política Ambiental.<br>Sección V. Evaluación de Impacto Ambiental | |
| Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:<br>I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;<br>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;<br>III.- Exploración, explotación y beneficio de minerales y sustancias reservadas a la Federación en los términos de las Leyes Minera y Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Nuclear;<br>IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos;<br>V.- Aprovechamientos forestales en selvas tropicales y especies de difícil regeneración;<br>VI. Se deroga.<br>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;<br>VIII.- Parques industriales donde se prevea la realización de actividades altamente riesgosas;<br>IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; | El proyecto es vinculable ya que entra en el inciso IV.- Instalaciones de tratamiento, confinamiento o eliminación de residuos peligrosos, así como residuos radiactivos. Así pues, con la presentación de esta MIA se pretende dar cumplimiento a lo señalado en este artículo. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;<br>XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;<br>XII.- Actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias que puedan poner en peligro la preservación de una o más especies o causar daños a los ecosistemas, y<br>XIII.- Obras o actividades que correspondan a asuntos de competencia federal, que puedan causar desequilibrios ecológicos graves e irreparables, daños a la salud pública o a los ecosistemas, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección del ambiente.<br>(...) | |
| 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.<br>Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.<br>Si después de la presentación de una manifestación de impacto ambiental se realizan modificaciones al proyecto de la obra o actividad respectiva, los interesados deberán hacerlas del conocimiento de la Secretaría, a fin de que ésta, en un plazo no mayor de 10 días les notifique si es necesaria la presentación de información adicional para evaluar los efectos al ambiente, que pudiesen ocasionar tales modificaciones, en términos de lo dispuesto en esta Ley.<br>Los contenidos del informe preventivo, así como las características y las modalidades de las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo serán establecidos por el Reglamento de la presente Ley. | Este proyecto no requiere la elaboración de un estudio de riesgo o un informe preventivo. Por lo que, con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental se pretende cumplir con lo señalado en este artículo. |
| Título Cuarto. Protección al Ambiente<br>Capítulo II. Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera | |
| Artículo 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:<br>I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y<br>II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico. | El proyecto contará con fuentes fijas de emisiones de contaminantes a la atmósfera, sin embargo, también contará con elementos para reducirlas, como lo son: sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un Transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |
| Artículo 113.- No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría. | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Capítulo III. Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos | |
| Artículo 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:<br>I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;<br>II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;<br>III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;<br>IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y<br>V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua. | El proyecto generará descargas de agua de tipo doméstico, que serán dirigidas al alcantarillado municipal. Las aguas de proceso generadas, se recircularán para el enfriamiento del horno rotatorio (quemador de gas natural – oxigeno), atomizador ultrasónico y para el proceso de acabado. |
| Artículo 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población. | |
| Artículo 122.- Las aguas residuales provenientes de usos públicos urbanos y las de usos industriales o agropecuarios que se descarguen en los sistemas de drenaje y alcantarillado de las poblaciones o en las cuencas ríos, cauces, vasos y demás depósitos o corrientes de agua, así como las que por cualquier medio se infiltren en el subsuelo, y en general, las que se derramen en los suelos, deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir;<br>I. Contaminación de los cuerpos receptores;<br>II. Interferencias en los procesos de depuración de las aguas; y<br>III. Trastornos, impedimentos o alteraciones en los correctos aprovechamientos, o en el funcionamiento adecuado de los sistemas, y en la capacidad hidráulica en las cuencas, cauces, vasos, mantos acuíferos y demás depósitos de propiedad nacional, así como de los sistemas de alcantarillado. | |
| Artículo 123.- Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido. | |
| Capítulo IV. Prevención y Control de la Contaminación del Suelo. | |
| Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:<br>I. Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;<br>II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;<br>III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;<br>IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y | El proyecto generará residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, sin embargo, contratará empresas autorizadas para su disposición final, o reúso o reciclaje en caso del aceite gastado, baterías usadas, sólidos impregnados, equipo de protección personal impregnado, |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable. | productos Ferroso (chatarra), No Ferroso, Papel y Cartón, Vidrio, PET, Madera, Playo, Fleje plástico y Bolsa. |
| Capítulo VI. Materiales y Residuos Peligrosos | |
| Artículo 151 BIS.- Requiere autorización previa de la Secretaría:<br>I.- La prestación de servicios a terceros que tenga por objeto la operación de sistemas para la recolección, almacenamiento, transporte, reúso, tratamiento, reciclaje, incineración y disposición final de residuos peligrosos;<br>II.- La instalación y operación de sistemas para el tratamiento o disposición final de residuos peligrosos, o para su reciclaje cuando éste tenga por objeto la recuperación de energía, mediante su incineración, y<br>III.- La instalación y operación, por parte del generador de residuos peligrosos, de sistemas para su reúso, reciclaje y disposición final, fuera de la instalación en donde se generaron dichos residuos. | El proyecto tiene por objetivo el tratamiento de residuos peligrosos con estaño para el reúso de este último, por lo que, a través de la presentación de esta MIA se solicita la autorización del proyecto, y el cumplimiento de este artículo. |
| Capítulo VIII. Ruido, Vibraciones, Energía Térmica, Luz Intrusa, Olores y Contaminación Visual | |
| Artículo 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.<br>En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente. | El proyecto generará Ruidos y Energía Térmica, sin embargo, no saldrán de las instalaciones, ya que las bardas servirán como aislantes sonoros y térmicos. |

### II.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000 con última reforma el 31 de octubre de 2014, este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. La vinculación del proyecto con la LGEEPA, se muestra en la Tabla II- 2.

*Tabla II- 2. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| CAPÍTULO II. DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES | |
| Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:<br>A) HIDRÁULICAS (...) | El proyecto incide en el inciso M) fracción II); por lo que, con la presentación de esta MIA, se pretende dar cumplimiento a este artículo y en general a este reglamento |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| (...) B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN (...)<br>(...) C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS (...)<br>(...) D) ACTIVIDADES DEL SECTOR HIDROCARBUROS (...)<br>(...) E) PETROQUÍMICOS (...)<br>(...) F) INDUSTRIA QUÍMICA (...)<br>(...) G) INDUSTRIA SIDERÚRGICA (...)<br>(...) H) INDUSTRIA PAPELERA (...)<br>(...) I) INDUSTRIA AZUCARERA (...)<br>(...) J) INDUSTRIA DEL CEMENTO (...)<br>(...) K) INDUSTRIA ELÉCTRICA (...)<br>(...) L) EXPLORACIÓN, EXPLOTACIÓN Y BENEFICIO DE MINERALES Y SUSTANCIAS RESERVADAS A LA FEDERACIÓN (...)<br>(...) M) INSTALACIONES DE TRATAMIENTO, CONFINAMIENTO O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS, ASÍ COMO RESIDUOS RADIOACTIVOS (...)<br>I. Construcción y operación de plantas para el confinamiento y centros de disposición final de residuos peligrosos;<br>II. Construcción y operación de plantas para el tratamiento, reúso, reciclaje o eliminación de residuos peligrosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación de dichos residuos se realice dentro de las instalaciones del generador, en las que las aguas residuales del proceso de separación se destinen a la planta de tratamiento del generador y en las que los lodos producto del tratamiento sean dispuestos de acuerdo con las normas jurídicas aplicables, y<br>III. Construcción y operación de plantas e instalaciones para el tratamiento o eliminación de residuos biológico-infecciosos, con excepción de aquellas en las que la eliminación se realice en hospitales, clínicas, laboratorios o equipos móviles, a través de los métodos de desinfección o esterilización y sin que se generen emisiones a la atmósfera y aguas residuales que rebasen los límites establecidos en las disposiciones jurídicas respectivas.<br>N) APROVECHAMIENTOS FORESTALES EN SELVAS TROPICALES Y ESPECIES DE DIFÍCIL REGENERACIÓN (...)<br>(...) Ñ) PLANTACIONES FORESTALES (...)<br>(...) O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS (...)<br>(...) P) PARQUES INDUSTRIALES DONDE SE PREVEA LA REALIZACIÓN DE ACTIVIDADES ALTAMENTE RIESGOSAS (...)<br>(...) Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS (...)<br>(...) R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES (...)<br>(...) S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (...) | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| (...) T) ACTIVIDADES PESQUERAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS (...)<br>(...) U) ACTIVIDADES ACUÍCOLAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS (...)<br>(...) V) ACTIVIDADES AGROPECUARIAS QUE PUEDAN PONER EN PELIGRO LA PRESERVACIÓN DE UNA O MÁS ESPECIES O CAUSAR DAÑOS A LOS ECOSISTEMAS (...) | |
| CAPÍTULO III DEL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | |
| Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:<br>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;<br>II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;<br>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y<br>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.<br>En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular | El proyecto no incide en ningún inciso, por lo que le corresponde la presentación de una MIA Particular. |
| Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información:<br>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;<br>II. Descripción del proyecto;<br>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;<br>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;<br>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;<br>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;<br>VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y | Se usó esta guía, así como las disponibles en https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental, para la elaboración de este documento. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. | |
| Artículo 17.- El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando:<br>I. La manifestación de impacto ambiental;<br>II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y<br>III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo. | La promovente cumplirá con lo señalado en el artículo. |
| CAPÍTULO V. DE LOS PRESTADORES DE SERVICIOS DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL | |
| Artículo 36.- Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.<br>La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas. | El prestador de servicios de evaluación de impacto ambiental observó todos los instrumentos señalados en el artículo; además, presenta en los Anexos la carta de decir verdad |
| CAPÍTULO VIII. DE LOS SEGUROS Y LAS GARANTÍAS | |
| Artículo 51.- La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:<br>I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;<br>II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;<br>III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y<br>IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas. | La promovente deberá presentar estas garantías previa solicitud de la Secretaría. |

# II.2. Programas de Ordenamiento Ecológico

## II.2.1. Programa General de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio se define jurídicamente como el instrumento de política ambiental cuya finalidad es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas permitidas o no permitidas, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de uso de los recursos naturales, para lograr la protección del medioambiente, la preservación y el aprovechamiento sustentable de dichos recursos.

Fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 07 de septiembre de 2012, el POEGT hace referencia a un instrumento de política pública sustentado en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico; es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales; basado en una Regionalización Ecológica que comprende Unidades Territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y uso suelo; la interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades.

Con dicha metodología, se obtuvieron 145 unidades en la totalidad de la extensión territorial denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), unidades síntesis para concentrar lineamientos y estrategias ecológicas aplicables para cada una. Cada región presenta ciertas características que, de acuerdo al desarrollo socioeconómico proyectado, exhibe un índice de degradación; clasificando y acotando en función de la prioridad para establecer lineamientos que mitiguen los impactos de acuerdo a la actividad antropogénica principal, a fin de preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales y su biodiversidad.

En este caso, el proyecto compete a la UAB 121 “Depresión de México”, inscrita en la Región Ecológica 14.16 la cual cuenta con una política ambiental enfocada al Aprovechamiento Sustentable, Protección, Restauración y Preservación, en la Tabla II- 3, se presenta una breve descripción de la UAB, mientras que en la Figura II- 1, se puede observar la ubicación del proyecto dentro de esta, y en la Tabla II- 4, se muestra la vinculación del proyecto con este ordenamiento.

*Tabla II- 3. Ficha de la Unidad Ambiental Biofísica 121.*

| Región Ecológica | Unidad Ambiental Biofísica (UAB) | Localización | Superficie en km² | Población Total | Población Indígena |
|---|---|---|---|---|---|
| **14.16** | 121. Depresión de México | En los estados de México y Morelos. Alrededor del Distrito Federal | 14,321.74 km² | 22,146,667 habitantes | Mazahua-Otomí |
| **Estado Actual del Medio Ambiente 2008:** | Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy alta. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab./km²): Muy alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | de Zona Funcional Alta: 56.6. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera. | | | |
| **Escenario al 2033:** | Muy crítico | | | |
| **Política Ambiental:** | Aprovechamiento Sustentable, Protección, Restauración y Preservación | | | |
| **Prioridad de Atención:** | Media | | | |
| **Rectores del desarrollo** | **Coadyuvantes del desarrollo** | **Asociados del desarrollo** | **Otros sectores de interés** | **Estrategias sectoriales** |
| Desarrollo Social-Turismo | Forestal – Industria - Preservación de Flora y Fauna | Agricultura - Ganadería - Minería | CFE-SCT | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44 |

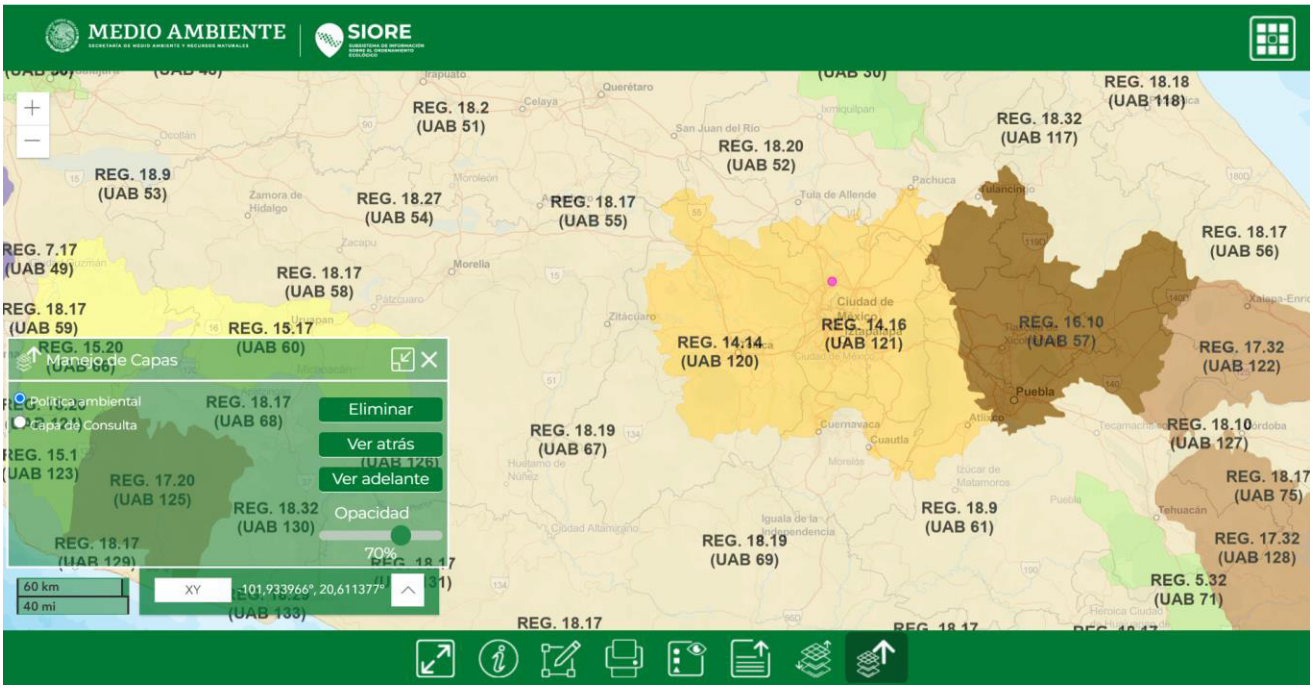



*Figura II- 1. Ubicación del proyecto con respecto al POEGT*

*Tabla II- 4. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB del POEGT.*

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| **Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio** | | |
| **A) Preservación** | | |
| 1 | Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. | El proyecto se encuentra dentro del Área Metropolitana de la Ciudad de México, en el municipio de Tultitlán de Mariano Escobedo, y dentro de una zona industrial, por lo que los ecosistemas se encuentran muy perturbados, |
| 2 | Recuperación de especies en riesgo. | |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| | | así pues, este proyecto no afectará un ecosistema, ni especies nativas o en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, REDLIST, etc. |
| 3 | Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad | La presente no resulta vinculante, sin embargo, y pese a que este proyecto se encuentra en una zona muy perturbada perteneciente al Área Metropolitana de la Ciudad de México, y de que ya no existe un ecosistema nativo o especies nativas, en el capítulo III de esta MIA, se muestra un monitoreo de la flora y la fauna en la zona, a fin de que se conozca la biodiversidad de la zona. |
| **B) Aprovechamiento sustentable** | | |
| 4 | Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales | Este proyecto no contempla el aprovechamiento de ecosistemas, especies o genes. Este proyecto contempla el reciclaje de residuos peligrosos a fin de obtener estaño de alta calidad para su reúso, y minimizar con esto el aprovechamiento de recursos vírgenes, con lo que, de manera indirecta, se contribuye al cumplimiento de esta estrategia. |
| 5 | Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. | Este proyecto no contempla el aprovechamiento de suelos agrícolas y/o pecuarios. |
| 6 | Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. | |
| 7 | Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. | Este proyecto no contempla el aprovechamiento de recursos forestales. |
| 8 | Valoración de los servicios ambientales. | El proyecto solo contempla la valoración de servicios ambientales en el capítulo IV durante la identificación de impactos ambientales, sin embargo, el proyecto se encuentra en un lugar muy perturbado en donde ya no existe un ecosistema nativo y los servicios ambientales son muy escasos. |
| **C) Protección de los recursos naturales** | | |
| 9 | Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. | El proyecto no contempla trabajos relacionados con el equilibrio de las cuencas o acuíferos. |
| 10 | Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. | |
| 11 | Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. | El proyecto no contempla trabajos relacionados con el funcionamiento de las presas administrativas de CONAGUA. |
| 12 | Protección de los ecosistemas. | El proyecto se encuentra dentro del Área Metropolitana de la Ciudad de México, en el municipio de Tultitlán de Mariano Escobedo, y dentro de un parque industrial, por lo que se encuentra dentro de un ecosistema urbano, donde los factores se encuentran modificados e intervenidos por el ser humano, así pues, este proyecto no afectaría un ecosistema nativo. |
| 13 | Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes. | De acuerdo con el giro del proyecto, no se contempla el uso de agroquímicos |
| **D) Restauración** | | |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| 14 | Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas. | El proyecto no contempla aprovechar o restaurar ecosistemas forestales y/o suelos agrícolas. |
| **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. | El proyecto no contempla nada relacionado con el Servicio Geológico Mexicano. |
| 15 BIS | Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. | El giro del proyecto no es minero. |
| 16 | Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. | El giro del proyecto no es textil-vestido, cuero-calzado o de juguetes. |
| 17 | Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). | El estaño a obtener es comúnmente usado en el sector eléctrico y tecnológico (circuitos y tarjetas impresas), con ello se reducen costos de insumo, mejora márgenes operativos y promueve la competitividad industrial, y una economía circular buscando la responsabilidad medio ambiental. |
| 19 | Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. | El giro del proyecto no es eléctrico. |
| 20 | Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto 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. | Se tienen medidas y sistemas para reducir la emisión de gases a la atmósfera por las actividades del proyecto: como sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |
| 21 | Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. | El giro del proyecto no es turístico. |
| 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 urbano y vivienda | | |
| 24 | Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio | El proyecto apoya en el cumplimiento de esta estrategia al generar empleos temporales y permanentes, directos e indirectos. |
| B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias | | |
| 25 | Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. | A pesar de que el proyecto no se encuentra en zonas de riesgo, el proyecto contará con su |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| 26 | Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física. | programa interno de protección civil, aprobado por la autoridad competente, dando cumplimiento así a ambas estrategias. |
| C) Agua y saneamiento | | |
| 27 | Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. | El proyecto no es del giro hidráulico o de agua potable |
| 28 | Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. | |
| 29 | Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. | |
| D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional | | |
| 30 | Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región. | El proyecto no es del giro de vías de comunicación. |
| 31 | Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. | El proyecto contribuye a esta estrategia, ya que se eligió un predio en una zona industrial y no un predio en una zona habitacional u otro tipo de uso de suelo, dando seguimiento a las zonificaciones del programa. |
| 32 | Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional. | El proyecto se ejecutará dentro de un predio industrial, en una zona industrial, por lo que no se está apoyando a la expansión desordenada de la ciudad. |
| E) Desarrollo social | | |
| 35 | Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. | El proyecto se ubicará en el Área Metropolitana de la Ciudad de México, en el municipio de Tultitlán de Mariano Escobedo, Estado de México, por lo que no se encuentra en una zona rural. |
| 36 | Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. | El proyecto no es del sector de agroalimentario o de aprovechamiento de biomasa. |
| 37 | Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. | El proyecto no pertenece al sector agrario y/o rural, sin embargo, se integrarán mujeres a la plantilla de empleados. |
| 38 | Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. | El proyecto no pertenece al sector social, por lo que no contempla estas actividades, más que la generación de empleos permanentes y temporales, directos e indirectos, aumentando el poder adquisitivo de estas personas y sus familias. |
| 39 | Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. | |
| 40 | Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. | |
| 41 | Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad. | |
| Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional | | |
| A) Marco Jurídico | | |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| 42 | Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural. | El proyecto se está construyendo dentro del Área Metropolitana de la Ciudad de México, en el municipio de Tultitlán de Mariano Escobedo, y no afecta los derechos de la propiedad rural. |
| B) Planeación del ordenamiento territorial | | |
| 44 | Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil. | El proyecto contribuye a esta estrategia, ya que se eligió un predio en un parque industrial y no un predio en una zona habitacional u otro tipo de suelo, dando seguimiento a las zonificaciones del programa |

### II.2.2. Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio Estatal 2023.

Este modelo de ordenamiento tiene como objetivo obtener un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso entre los sectores, minimice los conflictos ambientales y favorezca el desarrollo sustentable regional.

Para poder establecer una estrategia de armonización, se realizó un estudio de los instrumentos jurídicos existentes, en particular la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente y su reglamento en materia de ordenamiento ecológico, el Código para la Biodiversidad del Estado de México, la Ley General de Asentamientos Humanos, El código Administrativo del Estado de México, Planes de manejo de Áreas Naturales Protegidas Federales y Estatales, el Plan Estatal de Desarrollo Urbano, los Planes Municipales de Desarrollo Urbano, Programas de Ordenamiento Ecológico Locales y Regionales y demás instrumentos aplicables, además, se tomó en cuenta áreas del territorio Estatal donde actualmente no aplica algún instrumento de regulación territorial o ambiental como los antes referidos.

La sobreposición de los instrumentos y la creación de nuevas UGA ha creado más de 12,000 polígonos derivados de diferencias en los límites administrativos o de errores de proyección cartográfica cuyo ajuste permite replantear el arreglo de UGAs y proponer criterios de regulación ecológica para disponer así de un modelo que permita llevar el estado hacia las metas definidas en la imagen objetivo. De esta manera se logró compatibilizar la planeación a escala regional con instrumentos de planeación federales y municipales que quedan considerados en el presente instrumento. Así pues, el proyecto se encuentra en la UGA U-8 Zona urbana (Figura II- 2) – urbanizable con lineamientos para consolidar la gestión sustentable del territorio a través la actualización del PMDU, considerando parámetros ambientales. En la Tabla II- 5 se presenta la vinculación del proyecto con este ordenamiento.

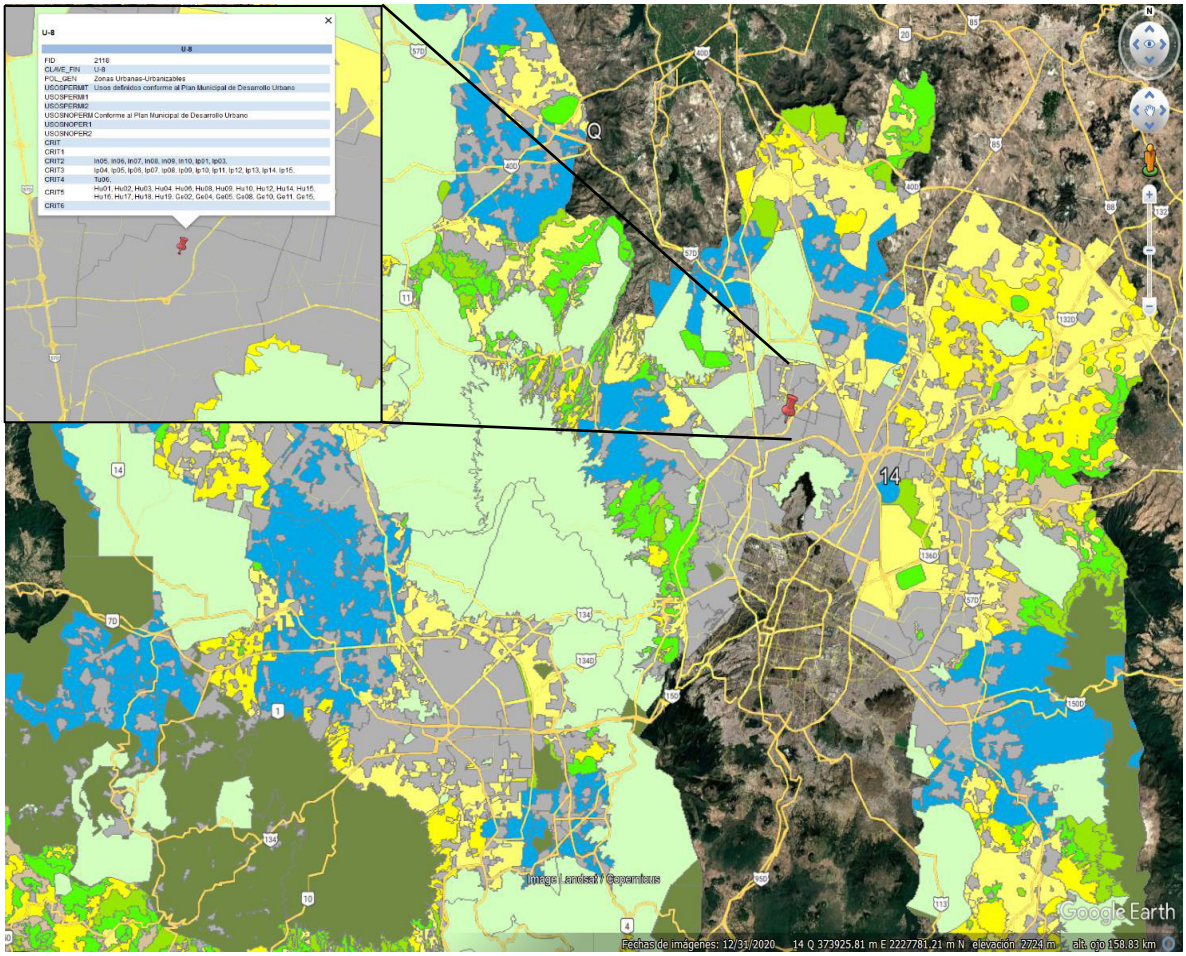



*Figura II- 2. Ubicación del proyecto con respecto al POETEM.*

*Tabla II- 5. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UGA del POETEM*

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| **Industria ligera** | | |
| In05 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán asignar al menos 15% de área verde. | El proyecto no es una industria ligera, es industria pesada. Por otro lado, el proyecto solo contará con jardineras. |
| In06 | La vegetación de las áreas verdes o libres de proyectos industriales que se promuevan en la UGA, deberán priorizar el uso de especies nativas. | El proyectó usará especies nativas para sus áreas verdes. |
| In07 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con un programa de reúso y reciclaje de residuos sólidos. | A pesar de que el proyecto es una industria pesada, este cuenta con un programa de reúso y reciclaje de residuos de manejo especial y algunos residuos peligrosos, tal como se señala en el Capítulo I. |
| In08 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con Programa de Manejo Integral del Agua validado por la autoridad competente. | El proyecto cuenta con una factibilidad de agua potable y drenaje emitido por APAST Tultitlán |
| In09 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán generar al menos el 25% de su energía mediante fuentes renovables. | El proyecto no es una industria ligera, es industria pesada. |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| In10 | Las actividades industriales deberán contar con Programa de Manejo Integral del Agua que contemple el reúso y/o tratamiento de al menos el 80% de sus aguas residuales. | Ahora mismo el proyecto no tiene en consideración un proceso de tratamiento, por tratarse de aguas residuales de tipo doméstico, sin embargo, como se describe en el Capítulo I, se tiene proyectado implementar de forma escalonada equipamiento para el pretratamiento del agua. Además de realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como la cultura del ahorro del agua. |
| **Industria pesada** | | |
| Ip01 | Las actividades industriales que requieran de un alto consumo de agua deberán contar con sistemas de captación de agua de lluvia que suministren al menos el 15% del agua requerida. Así como un Programa de Manejo Integral del Agua validado por la autoridad competente. | El proyecto no requerirá un alto consumo de agua (4,000 L al día), sin embargo, se contempla un sistema de captación de agua pluvial. |
| Ip03 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán desarrollarse evitando las zonas identificadas como de riesgo. | La promovente contará con un Programa Específico de Protección Civil, el cual incluirá un apartado que defina las zonas de riesgo en la zona y establezca que el proyecto no está dentro de estas. |
| Ip04 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con al menos 25% de área verde. | El proyecto solo contará con jardineras. |
| Ip05 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán contar con áreas de amortiguamiento de uso restringido en todo su perímetro de al menos 20 m de profundidad hacia el interior del predio. | Debido al tamaño del predio del proyecto, este no contempla un área de amortiguamiento. |
| Ip06 | El sector industrial deberá modificar sus prácticas apegándose a los acuerdos y compromisos conforme a la Contribución determinada a nivel nacional por México de gases de efecto invernadero. Para lo que deberá incorporar medidas tecnológicas, eficientizar sus procesos, reemplazar los combustibles pesados por gas natural u otros, así como eficientizar su gasto energético, promover el reúso y reciclaje de materiales, entre otras que permitan reducir en al menos un 20% a corto plazo (año 2024) y 40% (año 2040) de producción de gases de efecto invernadero. | El proyecto contempla el uso de gas natural, el reúso de sus residuos de manejo especial y unos pocos de sus residuos peligrosos, tal como se contempla en el Capítulo I del ocurso. |
| Ip07 | Las áreas de amortiguamiento de las industrias podrán considerarse en el cálculo del área verde siempre que no se realice ningún tipo de aprovechamiento o instalación que obstruya la permeabilidad del terreno. | Debido al tamaño del proyecto, este no contempla un área de amortiguamiento. |
| Ip08 | En las áreas verdes o asociadas con los proyectos industriales que se promuevan en la UGA se deberá priorizar el uso de especies nativas. | El proyecto contempla el uso de especies nativas dentro de sus áreas verdes. |
| Ip09 | Cada industria deberá presentar un inventario anual de sus emisiones de gases de efecto invernadero. | El proyecto deberá presentar su LAU, la cual deberá incluir un apartado de las emisiones de gases de efecto invernadero. |
| Ip10 | Los proyectos industriales que se promuevan en la UGA deberán generar al menos el 35% de su energía mediante fuentes renovables. | Hasta el momento no se tiene un proyecto que contemple la generación |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| | | de energía mediante fuentes renovables. |
| Ip11 | Las actividades industriales deberán contar con Programa de Manejo Integral de residuos sólidos y peligrosos que contemple el reúso, reciclaje y disposición final eficiente de los residuos generados. | El proyecto cuenta con un plan de manejo de residuos, el cual contempla el reúso de la mayoría de sus residuos de manejo especial y unos pocos de sus residuos peligrosos, así como la disposición final adecuada (con terceros autorizados) de los residuos que no se puedan reciclar o reutilizar, tal como se contempla en el Capítulo I de este documento. |
| Ip12 | Las actividades industriales deberán contar con Programa de Manejo del Agua que contemple el reúso y/o tratamiento del recurso. | Ahora mismo el proyecto no tiene en consideración un proceso de tratamiento, por tratarse de aguas residuales de tipo doméstico, sin embargo, como se describe en el Capítulo I, se tiene proyectado implementar de forma escalonada equipamiento para el pretratamiento del agua. Además de realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como la cultura del ahorro del agua. |
| Ip13 | Se prohíbe el depósito de residuos y descargas industriales sin tratamiento a cuerpos de agua permanentes o temporales. | El proyecto cuenta con un drenaje municipal, por lo que no habrá descargas a otros cuerpos de agua. Por otro lado, el proyecto cuenta con un plan de manejo de residuos, el cual contempla el reúso de la mayoría de sus residuos de manejo especial y unos pocos de sus residuos peligrosos, así como la disposición final adecuada (con terceros autorizados) de los residuos que no se puedan reciclar o reutilizar; por lo que no se contempla la descarga o deposito en cuerpos de agua de residuos o aguas residuales. |
| Ip14 | La infraestructura industrial que se construya y opere en sitios donde exista riesgo de derrames, deberá contar con diques de contención acordes al tipo y volumen de almacenamiento y conducción. | El proyecto no contará con tanques, ya que contará con tubería de gas natural. |
| Ip15 | Toda actividad industrial, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción y gestión, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes. | La promovente señala que cuenta con los canales de comunicación abiertos y permanentes, para la autoridad y con la población local, los cuales permitirán:<br>• Difusión oportuna de información relevante.<br>• Atención de dudas, comentarios o reportes de la comunidad.<br>• Comunicación inmediata durante una emergencia.<br>Estos canales son: |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| | | • Números telefónicos de contacto.<br>• Correos electrónicos o redes institucionales.<br>• Enlaces directos con autoridades locales.<br>Esto se sustenta en los principios de información, prevención, participación social y corresponsabilidad, asegurando que las actividades industriales se desarrollen bajo condiciones de seguridad, transparencia y protección de la población y el medio ambiente. |
| **Turístico** | | |
| Tu06 | Los proyectos turísticos deberán contar con Programa Integral de Manejo de Agua, de Manejo de Residuos y de Manejo de Emisiones. | El proyecto no pertenece al giro turístico. |
| **Asentamientos humanos urbanos** | | |
| Hu01 | El crecimiento de las zonas urbanas deberá desarrollarse en los espacios libres al interior de éstas, hasta los límites de crecimiento establecidos en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, priorizando la construcción en altura. | El proyecto se ejecuta dentro de una zona industrial autorizada en el plan municipal de desarrollo urbano. |
| Hu02 | Los proyectos y asentamientos en zonas urbanas deberán regirse bajo los límites de crecimiento y desarrollo establecidos por los Planes de Desarrollo Urbano Municipal, publicados por la autoridad municipal. | |
| Hu03 | Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal deberán prevenir el uso urbano en zonas de riesgo, zonas de alto valor ambiental y zonas con riesgo de inundación. | Este proyecto no es un plan de desarrollo urbano municipal, sin embargo, da cumplimiento tanto a este ordenamiento como al programa de desarrollo municipal. |
| Hu04 | Los Planes de Desarrollo Urbano Municipal deberán destinar las cañadas como áreas con uso de Conservación - no urbanizable | |
| Hu06 | La actualización de los Planes de Desarrollo Urbano requiere considerar lo establecido en el presente Instrumento. | |
| Hu08 | Los residuos generados dentro de la UGA deberán ser separados, almacenados y depositados de acuerdo a su clasificación | El proyecto contempla la separación de residuos de manejo especial, peligrosos y sólidos urbanos, de acuerdo a la legislación, tal como se observa en el capítulo II de este documento. |
| Hu09 | Se prohíbe la disposición de residuos sólidos y descargas residuales en barrancas, escurrimientos, predios baldíos, tiraderos a cielo abierto, minas inactivas, o la quema de estos. Los residuos deberán disponerse en un centro de acopio de residuos o relleno sanitario municipal, para prevenir impactos al ambiente. | El proyecto cuenta con un plan de manejo de residuos, el cual contempla el reúso de la mayoría de sus residuos de manejo especial y unos pocos de sus residuos peligrosos, así como la disposición final adecuada (con terceros autorizados) de los residuos que no se puedan reciclar o reutilizar; además contempla el tratamiento de parte de sus aguas, así como la descarga de aguas al drenaje municipal; por lo que no descargará residuos o aguas en barrancas, escurrimientos, baldíos, tiraderos a |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| | | cielo abierto, minas inactivas o los quemará. |
| Hu10 | La construcción y operación de proyectos en Zonas Urbanas debe considerar un Programa de Manejo de Agua, Residuos y Emisiones, validado por la autoridad municipal competente. | El proyecto contempla los tres programas, en la sección de anexos, se muestra el de residuos; mientras que en Capítulo I se describen los instrumentos para control de emisiones, y ahorro de agua. Además la promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores. |
| Hu12 | Las descargas de agua residual de zonas urbanas deben cumplir con la calidad establecida en la normatividad vigente y contar con capacidad suficiente de tratamiento de Aguas Residuales previo a su descarga a cualquier cuerpo receptor. | El proyecto contempla la recolección de agua pluvial, esta se tratará por medio de un filtro y se reutilizará para la descarga de los sanitarios, de ahí ira al alcantarillado municipal; por su parte, el agua de la toma municipal no será tratada y se ira directamente al alcantarillado municipal después de su uso en lavamanos y regaderas. El agua del proyecto no contará con más contaminantes que los de una descarga habitacional; sin embargo, deberá realizar estudios de calidad de agua, de acuerdo con la normatividad en la materia. |
| Hu14 | El desarrollo de proyectos dentro de esta UGA, públicos o privados, deberán considerar medidas para favorecer la infiltración del agua. | El proyecto solo contará con jardineras. |
| Hu15 | La Autoridad Municipal deberá integrar un Manual de manejo de la Vegetación Urbana. | Debido al giro del proyecto, esta estrategia no es vinculable. |
| Hu16 | La Autoridad Municipal deberá integrar un sistema de Manejo Ambiental y Eficiencia Energética Municipal. | |
| Hu17 | La Autoridad Municipal deberá fomentar el manejo de residuos en esquemas de valorización, sea por su valor como recurso reciclable o para valoración energética. | |
| Hu18 | En las zonas carentes de infraestructura de drenaje o con déficit en el servicio se deberán implementar ecotecnias para el tratamiento de las aguas residuales. | El proyecto cuenta con el sistema de drenaje municipal. |
| Hu19 | Los Planes de Desarrollo Urbano Municipales deberán considerar los impactos ambientales que ocasionarán, así como proponer medidas de mitigación, compensación y prevención para garantizar un medio ambiente sano a la población. | A pesar de que el proyecto no es un plan de desarrollo urbano; este contempla medidas ambientales para reducir, mitigar o compensar los impactos ambientales que genere. |
| General | | |
| Ge02 | Implementar acciones de control de especies catalogadas como invasoras y control de especies exóticas. | El proyecto no contempla el uso de especies exóticas o invasoras. |
| Ge04 | El aprovechamiento de agua deberá respetar los límites de disponibilidad definidos por la autoridad competente. | El proyecto contempla el uso de agua potable de acuerdo con lo permitido en la factibilidad de agua potable y drenaje emitido por APAST Tultitlán |
| Ge05 | Vigilar el aprovechamiento de los manantiales, pozos y cauces en coordinación con la Comisión Nacional del Agua. | Debido al giro del proyecto, estas estrategias no son vinculables. |

| No | Estrategia | Vinculación |
|---|---|---|
| Ge08 | Los Programas de Ordenamiento Ecológico Local deberán actualizarse y alinearse conforme al presente Instrumento y al Plan Estatal de Desarrollo vigente. | |
| Ge10 | Se prohíbe la ubicación de todo tipo de sitios de disposición de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos). | El proyecto cuenta con un plan de manejo de residuos, el cual contempla el reúso de la mayoría de sus residuos de manejo especial y unos pocos de sus residuos peligrosos, así como la disposición final adecuada (con terceros autorizados) de los residuos que no se puedan reciclar o reutilizar; por lo que no descargará residuos o aguas en barrancas, escurrimientos, baldíos, tiraderos a cielo abierto, minas inactivas o los quemará. |
| Ge11 | Se prohíben tiraderos de basura. Es necesario proceder a la contención y remediación de sitios que hayan sido empleados como tiraderos de residuos. | |
| Ge15 | La instalación y operación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales se realizará de conformidad con la normatividad aplicable, previo a la descarga a cuerpos receptores. | El proyecto no contempla la instalación y operación de plantas de tratamiento de aguas residuales. |

# II.3. Programas y Planes de Desarrollo Urbano

## II.3.1. Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo es la guía de los objetivos y acciones del Gobierno de México en los próximos años, a fin de consolidar la transformación del país bajo un modelo de desarrollo con bienestar, justicia social y sustentabilidad.

Este plan cuenta con 4 ejes generales y 3 Ejes Transversales para atender los problemas que históricamente ha padecido la entidad con base en el diálogo con el pueblo (Tabla II- 6).

*Tabla II- 6. Vinculación del proyecto con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030.*

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo | |
| Objetivo 1.1: Promover y fortalecer el desarrollo de una sociedad democrática, participativa, transparente y justa. | |
| Objetivo 2.10: Promover entornos públicos justos y adaptativos mediante la planificación de espacios rurales y urbanos, con el objetivo de reducir las disparidades en el acceso a oportunidades y servicios entre diferentes regiones y comunidades del país. | |
| Estrategia 2.10.3 Promover un ordenamiento territorial integral y sustentable que articule la gestión de riesgos de desastres, la integración armónica de los ámbitos rural y urbano, mediante procesos de planeación participativos para reducir las desigualdades socioterritoriales. | El proyecto da cumplimiento al ordenamiento territorial como se demostró en los dos apartados anteriores. |
| Estrategia 2.10.4 Impulsar la construcción de infraestructuras sostenibles que mitiguen riesgos, fomenten la capacidad de respuesta de los territorios y contribuyan a la adaptación y mitigación del cambio climático, especialmente en zonas con mayores condiciones de vulnerabilidad. | El proyecto contará con edificaciones con elementos para el ahorro de agua, la captación de agua pluvial, el tratamiento del agua pluvial para su uso en las descargas sanitarias y la minimización de emisiones a la atmósfera. |
| Eje general 3: Economía moral y trabajo | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Objetivo 3.2: Promover el trabajo digno para todas las personas en edad laboral, especialmente para los grupos históricamente vulnerados, facilitando su inserción en empleos alineados con las vocaciones económicas de los mercados laborales regionales y locales. | |
| Estrategia 3.2.7 Promover, apoyar y garantizar el cumplimiento de condiciones laborales centradas en la seguridad, salud y capacitación en los centros de trabajo, fomentando el desarrollo de competencias y habilidades, el conocimiento de los derechos laborales colectivos y el acceso a formación continua en el lugar de trabajo. | El proyecto, dará a sus trabajadores seguridad, salud y capacitaciones de acuerdo con las leyes mexicanas. |
| Objetivo 3.10: Promover el desarrollo de las cadenas de proveeduría para aumentar el contenido nacional en las fases productivas, con un enfoque especial en el fortalecimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas. | |
| Estrategia 3.10.4 Impulsar el desarrollo sostenible de largo plazo, incrementando el contenido nacional en la producción de industrias de alto valor para posicionar a México como un actor clave en la región. | El proyecto contempla el reciclaje de residuos peligrosos, para la generación de estaño puro, el cual se reincorporará al sistema industrial, por lo que se puede decir que es un proyecto sostenible, además, es importante señalar que es un proyecto innovador para México. |
| Eje general 4: Desarrollo sustentable | |
| Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental | |
| Estrategia 4.2.3 Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental. | Hasta el momento no se tiene un proyecto que contemple la generación de energía mediante fuentes renovables, sin embargo, la promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo el uso de energías limpias. |
| Estrategia 4.2.4 Promover la integración de energías limpias y renovables en todas las etapas de las cadenas de valor para garantizar un suministro energético sustentable y competitivo. | |
| Objetivo 4.3: Reducir las emisiones contaminantes y fortalecer la resiliencia climática mediante la prevención, control y mitigación de los impactos ambientales en la salud y los ecosistemas. | |
| Estrategia 4.3.1 Reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para mitigar el cambio climático y sus impactos en la sociedad, la economía y el medio ambiente. | La promovente cuenta con sistemas para reducir las emisiones a la atmósfera, como lo son: sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un Transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |
| Estrategia 4.3.3 Promover la economía circular para optimizar el uso de recursos, mejorar la gestión de residuos y prevenir la contaminación, reduciendo la presión sobre el medio ambiente. | El proyecto contempla el reciclaje de residuos peligrosos para la generación de estaño puro, el cual se reincorporará al sistema industrial, por lo que se puede decir que forma parte de la economía circular |
| Objetivo 4.5: Proteger y restaurar los ecosistemas naturales, promoviendo su uso sustentable mediante una política ecológica humanista, inclusiva y participativa. | |
| Estrategia 4.5.4 Restaurar ecosistemas clave para la biodiversidad y los servicios ambientales mediante un enfoque integral, intersectorial y culturalmente pertinente. | El proyecto se encuentra en una zona urbanizada, con actividades industriales, y usos de suelo de agricultura. El proyecto solo contará con jardineras. |
| Estrategia 4.5.6 Fortalecer el ordenamiento ecológico y otros instrumentos de ordenamiento del territorio como medio de planeación que regule el uso del suelo de acuerdo con sus características inherentes. | El proyecto da cumplimiento al ordenamiento territorial como se demostró en los dos apartados anteriores; además el predio cuenta con un uso de suelo industrial, por lo que se podría decir que se da cumplimiento a la línea de acción. |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Objetivo 4.6: Garantizar el derecho al agua mediante una gestión eficiente, sustentable y resiliente al cambio climático, protegiendo la integridad de las cuencas y asegurando su disponibilidad para las generaciones presentes y futuras. | |
| Estrategia 4.6.2 Promover el uso eficiente y sustentable del agua para reducir la presión sobre las fuentes de abastecimiento y garantizar su disponibilidad a largo plazo. | El proyecto contempla el uso de elementos para el ahorro de agua, la captación de agua pluvial, su tratamiento y reúso en las descargas sanitarias. |
| Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres | |
| Objetivo T1.1: Impulsar la autonomía económica de las mujeres para cerrar brechas históricas de pobreza y precariedad laboral, garantizando condiciones equitativas de acceso al trabajo, ingresos dignos y una cultura de empoderamiento basada en la igualdad sustantiva. | |
| Estrategia T1.1.1 Fortalecer el marco normativo e institucional para garantizar la inclusión económica de las mujeres en condiciones de igualdad y equidad, eliminando las barreras estructurales que perpetúan la pobreza y la violencia de género. | La promovente dará empleos tanto a hombres como a mujeres, garantizando la equidad de género y un ambiente de trabajo sin violencia de género. |
| Estrategia T1.1.5 Promover la igualdad salarial y garantizar el acceso, contratación, participación, permanencia y promoción de las mujeres en el mercado laboral, eliminando estereotipos y prácticas sexistas para asegurar condiciones equitativas de trabajo. | |
| Objetivo T1.4: Impulsar un cambio cultural con perspectiva de género, interseccionalidad e interculturalidad para erradicar las violencias contra las mujeres en todas sus formas, mediante estrategias de educación, sensibilización y promoción de su autonomía. | |
| Estrategia T1.4.3 Fomentar la eliminación de actitudes y comportamientos sexistas que perpetúan las violencias de género, promoviendo un entorno de igualdad que permita la plena participación económica de las mujeres en condiciones de respeto y equidad. | La promovente dará empleos tanto a hombres como a mujeres, garantizando la equidad de género y un ambiente de trabajo sin violencia de género. |
| Eje transversal 3: Derechos de las comunidades indígenas y afromexicanas | |
| Objetivo T3.6: Asegurar el desarrollo integral, intercultural y sostenible de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, garantizando su plena autonomía para ejercer el derecho a la libre determinación y definir sus propios modelos de desarrollo que fortalezcan su bienestar y calidad de vida. | |
| Estrategia T3.6.8 Generar condiciones para eliminar la exclusión, discriminación, invisibilización, violencia de género, desigualdad, pobreza, marginación y racismo que históricamente han afectado a los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, garantizando su plena participación y acceso a derechos. | La promovente podrá emplear a gente perteneciente a pueblos y comunidades indígenas, afromexicanas, sin distinción de género, origen, raza, religión, nivel socioeconómico, etc., garantizando un ambiente libre de discriminación y violencia, etc. |

## II.3.2. Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029

El Plan de Desarrollo del Estado de México es el instrumento rector de la planeación estatal en el que se expresan las prioridades, objetivos, estrategias y líneas de acción en materia de gobierno, bienestar social, ambiental y desarrollo económico, para promover y fomentar el desarrollo sostenible y mejorar la calidad de vida de la población, orientando la acción pública hacia ese fin.

*Este plan cuenta con 4 ejes del Cambio y 3 Ejes Transversales para atender los problemas que históricamente ha padecido la entidad con base en el diálogo con el pueblo. En la*

Tabla II- 7 se presenta la vinculación del proyecto con el presente Plan de Desarrollo.

*Tabla II- 7. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029.*

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Eje 2. Bienestar ambiental y acceso universal al agua "Preservación y promoción ecológica" | |
| Inciso a. Agua para todos, "hacia un nuevo modelo de gestión del agua" | |
| Objetivo 2.1 Garantizar el Derecho Humano al agua, en forma sustentable, suficiente, salubre y asequible, así como preservar el equilibrio hidrológico. | |
| Estrategia 2.1.1 Aumentar la oferta de agua e impulsar alternativas para las localidades sin abastecimiento de agua segura. | |
| Línea de acción 2.1.1.9 Impulsar el "Compromiso con el Agua" con las empresas, para disminuir su consumo de agua y aprovechar los caudales no utilizados para fortalecer el abastecimiento a la población. | El proyecto contempla el uso de elementos para el ahorro de agua, la captación de agua pluvial, su tratamiento y reúso en las descargas sanitarias. |
| Estrategia 2.1.2 Implementar obras de saneamiento, así como fomentar el reúso y el intercambio de agua de primer uso por agua residual tratada. | |
| Línea de acción 2.1.2.4 Fomentar el reúso de agua residual tratada para la agricultura y la industria. | El proyecto contempla el uso de elementos para el ahorro de agua, la captación de agua pluvial, su tratamiento y reúso en las descargas sanitarias, por otro lado, no contempla el reúso del agua de la toma municipal. |
| Línea de acción 2.1.2.5 Promover el "Compromiso con el Agua" con las empresas para propiciar descargas dentro de la norma. | La promovente deberá cumplir con los límites permisibles de contaminantes en sus aguas a descargar al drenaje municipal. |
| Estrategia 2.1.3 Aprovechar el agua pluvial y fortalecer la resiliencia de las comunidades ante el cambio climático. | |
| Línea de acción 2.1.3.2 Incrementar el volumen de aprovechamiento de aguas pluviales en techos y cubiertas a nivel "meso" en escuelas, mercados y grandes techumbres. | El proyecto captará agua pluvial la cual tratará y reutilizará en las descargas sanitarias. |
| Estrategia 2.1.4 Implementar planes de gestión integral del recurso hídrico para la recuperación las Cuencas. | |
| Línea de acción 2.1.4.4 Colaborar en la recuperación de los bosques como proveedores de agua, en zonas estratégicas para la recarga de acuíferos. | El proyecto se encuentra en una zona urbanizada, con suelo sellado y compactado. Aun así, contará con jardineras. |
| Estrategia 2.1.6 Implementar programas de concientización y capacitación desde la perspectiva de un Nuevo Modelo de Gestión del Agua para su aprovechamiento racional y sustentable. | |
| Línea de acción 2.1.6.1 Crear y difundir materiales educativos interactivos y accesibles que aborden el Nuevo Modelo de Gestión del Agua, destacando prácticas de conservación, reúso y responsabilidad usando para coadyuvar a este esfuerzo pedagógico murales, música y literatura. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como la cultura del ahorro del agua |
| Inciso b. Restauración, conservación y mejora de los bosques y del medio ambiente | |
| Objetivo 2.2 Promover la conservación y restauración sostenible de los ecosistemas naturales. | |
| Estrategia 2.2.1 Fomentar la recarga de mantos acuíferos, a través de los sistemas forestales de la entidad. | |
| Línea de acción 2.2.1.2 Recuperar la cobertura vegetal a través de la reforestación para prevenir la erosión de los suelos. | El proyecto solo contará con jardineras. |
| Estrategia 2.2.2 Restaurar los ecosistemas degradados y promover su recuperación, protegiendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. | |
| Línea de acción 2.2.2.7 Restaurar los ecosistemas degradados y cuidar su recuperación. | El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema urbano. Aun así, el proyecto solo contará con tan solo jardineras. |
| Línea de acción 2.2.2.11 Rescatar y conservar las especies prioritarias dentro de los ecosistemas mexiquenses. | |
| Estrategia 2.2.3 Impulsar un programa comunitario de restauración ecológica, fomentando siembras locales y gestión sostenible. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Línea de acción 2.2.3.1 Involucrar a comunidades en la plantación y cuidado de especies nativas para restaurar la cobertura vegetal, mejorar la gestión de recursos y fortalecer la resiliencia. | El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema urbano. Aun así, el proyecto solo contará con tan solo jardineras. |
| Objetivo 2.3 Prevenir la contaminación atmosférica, así como promover la adaptación y la mitigación al cambio climático. | |
| Estrategia 2.3.1 Disminuir las emisiones contaminantes al ambiente y los riesgos en la salud asociados. | |
| 2.3.1.1 Impulsar acciones para reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera. | Se tienen medidas y sistemas para reducir la emisión de gases a la atmósfera por las actividades del proyecto: como sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un Transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |
| 2.3.1.6 Concientizar sobre el uso de energías limpias y la aplicación de la eficiencia energética en los principales sectores generadores de emisiones, promoviendo prácticas sostenibles. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo el uso de energías limpias. |
| Estrategia 2.3.2 Impulsar la educación ambiental y la participación ciudadana en temas ambientales. | |
| Línea de Acción 2.3.2.1 Promover la educación ambiental en la población mexiquense, impulsando estilos de vida amigables con el medio ambiente. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores. |
| Línea de Acción 2.3.2.5 Realizar campañas programadas de información y concientización sobre temas relacionados al cuidado y preservación del medio ambiente, cambio climático, así como la cultura de la conservación, cuidado, protección y respeto de las especies faunísticas. | |
| Línea de Acción 2.3.2.9 Acondicionar edificios con tecnologías de ahorro y captación de agua, eficiencia energética y gestión de residuos sólidos. | El proyecto contará con sistemas ahorradores de agua, un sistema de captación de agua pluvial, la cual se tratará y se reusará solamente en las descargas sanitarias; además contempla el reciclaje de algunos residuos peligrosos y la mayoría de sus residuos de manejo especial, etc. |
| Inciso c. Protección animal | |
| Objetivo 2.5 Fomentar entre los mexiquenses el respeto, cuidado, protección y bienestar animal. | |
| Estrategia 2.5.1 Promover el bienestar y trato digno de la fauna silvestre, mascotas, animales domésticos y especies que habitan en parques y zoológicos. | |
| Línea de acción 2.5.1.8 Realizar acciones a favor de la protección animal, en coordinación con instituciones públicas y privadas, y los diferentes sectores de la sociedad civil. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadore, incluyendo el cuidado de la fauna silvestre de la zona. |
| Inciso d. Energías limpias | |
| Objetivo 2.6 Impulsar el uso de energías limpias para la sostenibilidad económica y social de la entidad. | |
| Estrategia 2.6.1 Generar mecanismos entre los diferentes órdenes de gobierno e iniciativa privada para el desarrollo de infraestructura, financiamiento y colaboración técnica en la generación, distribución y consumo de energías limpias. | |
| Línea de acción 2.6.1.2 Impulsar la generación y uso de energía limpia en los parques industriales. | Hasta el momento no se tiene un proyecto que contemple la generación de energía mediante fuentes renovables, sin embargo, la promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para |
| Línea de acción 2.6.1.4 Promover el uso de energías limpias en los espacios públicos y edificios gubernamentales, así como en los hogares, comercios e industrias. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| | sus trabajadores, incluyendo el uso de energías limpias. |
| Inciso e. Gestión integral de residuos | |
| Objetivo 2.7 Mejorar los mecanismos de manejo integral de residuos, priorizando su separación, aprovechamiento y tratamiento. | |
| Estrategia 2.7.1 Impulsar la economía circular para la incorporación del manejo integral de residuos. | |
| Línea de acción 2.7.1.3 Fomentar la creación de sitios de recuperación, transferencia y aprovechamiento para los diferentes tipos de residuos de manera regional y cerca de los corredores industriales del estado. | El proyecto es un centro de reciclaje de residuos peligrosos, por lo que fomenta el cumplimiento de estas líneas de acción. |
| Línea de acción 2.7.1.5 Multiplicar los centros de acopio de residuos peligrosos y tecnológicos. | |
| Eje 3. Empleo digno y desarrollo económico "Inclusión para el bienestar y la prosperidad" | |
| Inciso a. Impulso al empleo digno y al desarrollo económico. | |
| Objetivo 3.1 Impulsar el empleo digno y el desarrollo económico para mejorar el ingreso y el bienestar de la población, especialmente de los grupos vulnerables. | |
| Estrategia 3.1.1 Contribuir en la generación de oportunidades laborales dignas para todas y todos. | |
| Línea de acción 3.1.1.2 Contribuir a generar una cultura de igualdad de oportunidades, privilegiando la incorporación de mujeres, jóvenes y grupos vulnerables a la fuerza laboral. | La promovente contratará tanto a hombres como mujeres, además no deberá existir desigualdad de géneros |
| Línea de acción 3.1.1.6 Priorizar la contratación de los habitantes del Estado de México en los empleos existentes y por crearse en la entidad. | La promovente generará empleos temporales y permanentes, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona. |
| Estrategia 3.1.2 Promover un entorno de trabajo seguro, incluyente y sin riesgos para las personas trabajadoras. | |
| Línea de acción 3.1.2.1 Promover la salud e integridad en el trabajo, así como la conciliación entre empleo y familia. | La promovente proporcionará un seguro de salud a sus trabajadores. |
| Inciso g. Infraestructura urbana y rural | |
| Objetivo 3.7 Fomentar comunidades y ciudades sostenibles mediante un crecimiento urbano ordenado e inclusivo, que promueva la inversión y el desarrollo para la prosperidad de la población y su entorno. | |
| Estrategia 3.7.1 Promover un ordenamiento territorial responsable y sostenible del desarrollo urbano, enfocado a la accesibilidad para el bienestar y prosperidad patrimonial. | |
| Línea de acción 3.7.1.6 Implementar políticas de uso de suelo que protejan las áreas agrícolas, equilibren el desarrollo urbano y rural para proteger y optimizar la frontera agrícola. | El proyecto da cumplimiento con el Programa Ecológico de Ordenamiento Territorial a nivel federal y estatal, tal como se demostró en apartados anteriores; así como la zonificación de uso de suelo del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán, tal como se demuestra en apartados posteriores. |
| Objetivo 3.9 Mejorar e incrementar los espacios verdes urbanos. | |
| Estrategia 3.9.2 Fomentar la edificación de construcciones sostenibles con materiales eco amigables y sistemas de energía renovable. | |
| Línea de acción 3.9.2.1 Promover el uso de agua pluvial, así como la implementación de plantas tratadoras de agua. | El proyecto no contempla tener plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo, contará con un sistema de captación de agua pluvial, la cual se tratará mediante un filtro y se reusará solamente en las descargas sanitarias. |
| Eje 4. Bienestar social "Combate a la pobreza y atención a grupos en situación de vulnerabilidad" | |
| Inciso c. Atención a grupos vulnerables | |
| Objetivo 4.3 Reducir las desigualdades enfrentadas por las personas pertenecientes a grupos vulnerables y abatir la incidencia en ellos. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Estrategia 4.3.3 Dotar a las y los mexiquenses con discapacidad, de los satisfactores y servicios indispensables para contar con una vida digna dentro de sus circunstancias, bajo una cultura de inclusión social y laboral. | |
| Línea de acción 4.3.3.9 Promover la inclusión laboral de personas con discapacidad, a través de la orientación y apoyo a responsables de unidades públicas y privadas. | La promovente generará empleos temporales y permanente, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona, incluyendo personas con capacidades diferentes. |
| Estrategia 4.3.4 Brindar atención oportuna y de calidad en materia de salud física y mental, nutrición, educación, cultura, recreación y asistencia jurídica, sustentada en una cultura de respeto y trato digno a las personas adultas mayores. | |
| Línea de acción 4.3.4.6 Reincorporar al mercado laboral a las personas adultas mayores, en proyectos o jornadas de trabajo de medio tiempo para mejorar su calidad de vida. | La promovente generará empleos temporales y permanentes, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona, incluyendo a adultos mayores. |
| Estrategia 4.3.7 Ampliar los servicios de atención de los migrantes mexiquenses, así como establecer acciones que mejoren sus condiciones. | |
| Líneas de acción 4.3.7.15 Crear un entorno propicio para el empleo, el emprendimiento y la inclusión social de migrantes y sus familias. | La promovente generará empleos temporales y permanentes, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona, incluyendo a migrantes. |
| Estrategia 4.3.8 Fomentar un desarrollo social y económico sostenible para los pueblos originarios, protegiendo al mismo tiempo su patrimonio cultural, medio ambiente y recursos naturales. | |
| Línea de acción 4.3.8.4 Generar oportunidades económicas para que las personas de los pueblos originarios tengan acceso a empleo, autoempleo, capacitación y el fortalecimiento de proyectos de emprendimiento local. | La promovente generará empleos temporales y permanentes, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona, incluyendo personas de pueblos originarios. |
| Estrategia 4.3.9 Promover la inclusión y la equidad en la Comunidad LGBTTTIQ+ y a las personas afrodescendientes.<br>Líneas de acción | |
| Línea de acción 4.3.9.4 Facilitar talleres y charlas en lugares de trabajo para fomentar la comprensión y el respeto hacia la diversidad. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia de igualdad de géneros, religiones, razas, etc., además la promovente deberá garantizar un ambiente laboral inclusivo |
| Línea de acción 4.3.9.5 Generar convenios con organizaciones, comunidades y empresas para ofrecer recursos educativos, de salud física y mental, así como propiciar entornos de trabajo inclusivos y libres de discriminación para estos grupos poblacionales. | |
| Eje Transversal 1. Igualdad de género | |
| Inciso a. Institucionalización y transversalización de la perspectiva de género | |
| Objetivo T 1.2 Erradicar la violencia de género en todas sus formas y manifestaciones. | |
| Estrategia T1.2.1 Prevenir y atender la violencia de género en diferentes contextos socioculturales, con enfoque multidisciplinario e interseccional. | |
| Línea de acción T 1.2.1.8 Promover acciones de capacitación y sensibilización que fomenten la prevención de la violencia contra las mujeres. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia de combate contra la violencia de género, además, la promovente deberá garantizar un ambiente laboral libre de cualquier tipo de violencia. |
| Inciso d. Igualdad de derechos y oportunidades para las mujeres | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Objetivo T 1.4 Promover la igualdad de derechos y oportunidades de las mujeres para acceder a una vida digna. | |
| Estrategia T 1.4.2 Empoderar a las mujeres para mejorar su calidad de vida, así como potenciar su autonomía económica y derechos laborales. | |
| Línea de acción T 1.4.2.4 Impulsar acciones que fomenten el acceso a empleos dignos y a oportunidades financieras y económicas para todas las mujeres. | La promovente contratará tanto a hombres como mujeres, sin distinción de género. |
| Línea de acción T 1.4.2.6 Elaborar, con la participación de instituciones gubernamentales, educativas, sectores sociales y organizaciones empresariales y gremiales, planes de conciliación para el desarrollo de empleos con perspectiva de género. | |
| Eje Transversal 2. Construcción de la paz y seguridad | |
| Inciso f. Gestión integral de riesgos y protección civil} | |
| Objetivo T 2.8 Contar con un Sistema de Protección Civil resiliente y adaptado a las necesidades de la comunidad, capaz de enfrentar los riesgos derivados de la ocurrencia de fenómenos perturbadores, minimizar sus efectos y acelerar la recuperación de la normalidad. | |
| Estrategia T 2.8.1 Mitigar el impacto de fenómenos perturbadores protegiendo a la población a través de acciones coordinadas de prevención. | |
| Línea de acción T 2.8.1.1 Promover la elaboración y actualización de los Programas Internos de Protección Civil de todas las instituciones estatales, así como de los municipios con la perspectiva de la Gestión Integral de Riesgo de desastres. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, así mismo deberá darlo a conocer a todos sus trabajadores |
| Línea de acción T 2.8.1.3 Fomentar una cultura integral de protección civil. | |
| Estrategia T 2.8.2 Dar atención oportuna a emergencias ocurridas en desastres naturales y antropogénicos. | |
| Línea de acción T 2.8.2.3 Impulsar los programas de Protección Civil para atender y prevenir desastres naturales o incendios forestales, con especial atención al plan de operaciones del Volcán Popocatépetl en los municipios situados en las zonas de alto y medio riesgo. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, el cual deberá incluir un apartado sobre que hacer antes, durante y después de algún desastre natural como incendio, erupción volcánica, sismo, tormenta, etc. |
| Estrategia T 2.8.1 Mitigar el impacto de fenómenos perturbadores protegiendo a la población a través de acciones coordinadas de prevención. | |
| Línea de acción T 2.8.1.3 Fomentar una cultura integral de protección civil. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, así mismo deberá darlo a conocer a todos sus trabajadores |
| Eje Transversal 3. Cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible | |
| Inciso a. Transversalización de la Agenda 2030 en el Estado de México | |
| Objetivo T 3.1 Transversalizar los principios rectores de la Agenda 2030 en todo el ciclo de planeación. | |
| Estrategia T 3.1.1 Integrar el enfoque de la Agenda 2030 en los instrumentos de planeación estatales y municipales, así como su posterior inclusión en las asignaciones presupuestarias; con el fin de que los indicadores operativos y estratégicos de las unidades administrativas estatales y municipales se encuentren alineados a los 17 ODS. | |
| Línea de Acción T 3.1.1.1 Sensibilizar, capacitar y comprometer a los actores involucrados, sobre la apropiación de la Agenda 2030 y los ODS, de acuerdo con sus funciones, roles y responsabilidades. | El proyecto deberá apegarse a los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenta 2030 de las Naciones Unidas. |

### II.3.3. Plan de Desarrollo Municipal de Tultitlán 2025-2027

El plan de desarrollo municipal de Tultitlán es el documento que concentra los programas, proyectos, estrategias y líneas de acción que el Gobierno contempla realizar en el corto y mediano plazos, con una vinculación estrecha a través del Sistema de Planeación Democrática con los planes nacional y estatal, así como con la política global impulsada por la Organización de las Naciones Unidas, a través de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030.

Este plan cuenta con 4 ejes del cambio con 26 incisos, 40 objetivos, 89 estrategias y 321 líneas de acción; además de, 3 ejes transversales con 9 incisos, 5 objetivos, 10 estrategias y 49 líneas de acción.

Así pues, en la Tabla II- 8 se presenta la vinculación del proyecto con este plan.

*Tabla II- 8. Vinculación del proyecto con el Plan de Desarrollo Municipal de Tultitlán 2025-2027.*

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Eje 2. Bienestar ambiental y acceso universal al agua | |
| Inciso a. Agua para todos en Tultitlán. | |
| Objetivo 2.4 Promover el uso racional y consiente del agua potable entre la población municipal | |
| Estrategia 2.4.1 Fortalecer la cultura del agua para su uso sustentable y sostenible. | |
| Línea de Acción 2.4.1.1 Realizar actividades de concientización sobre la cultura del agua | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como la cultura del ahorro del agua. |
| Inciso b. Restauración, conservación y mejora de los bosques y del medio ambiente | |
| Objetivo 2.7 Preservar, restaurar y mejorar los ecosistemas del municipio mediante estrategias de vigilancia, reforestación, conservación y regulación ambiental para garantizar un entorno sustentable y el bienestar de la población. | |
| Estrategia 2.7.1 Fortalecer la vigilancia, el monitoreo y el control ambiental para prevenir daños ambientales y preservar los recursos naturales del municipio. | |
| Línea de Acción 2.7.1.1 Implementar políticas de ordenamiento ecológico para la conservación del medio ambiente. | El proyecto da cumplimiento con el Programa Ecológico de Ordenamiento Territorial a nivel federal y estatal, tal como se demostró en apartados anteriores; así como la zonificación de uso de suelo del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán, tal como se demuestra en apartados posteriores. |
| Estrategia 2.7.2 Impulsar acciones de conservación ecológica y restauración del ecosistema para fomentar un entorno sustentable en el municipio. | |
| Línea de Acción 2.7.2.1 Promover la reforestación y restauración de áreas naturales para preservar el equilibrio ambiental. | El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema urbano. Aun así, el proyecto contará con jardineras. |
| Línea de Acción 2.7.2.4 Proteger la flora del municipio mediante regulaciones ambientales para preservar su equilibrio ecológico. | |
| Línea de Acción 2.7.2.2 Fomentar la educación ambiental y la participación ciudadana en la conservación del ecosistema para sensibilizar a la población. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores. |
| Inciso c. Protección animal | |
| Objetivo 2.8 Promover el bienestar animal y el control poblacional en Tultitlán mediante la concientización ciudadana, la atención médico-veterinaria y la implementación de un manejo ético y responsable de la fauna urbana. | |
| Estrategia 2.8.1 Fomentar la cultura de bienestar animal y la coordinación interinstitucional para garantizar el control, protección y adopción responsable de animales en Tultitlán. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Líneas de Acción 2.8.1.1 Impulsar campañas de concientización y cultura de bienestar animal para prevenir el maltrato y enfermedades zoonóticas. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas de protección de fauna. |
| Inciso d. Energías limpias | |
| Objetivo 2.9 Fomentar el uso de energías limpias y la eficiencia energética en el municipio mediante la modernización del alumbrado público y la implementación de tecnologías sustentables para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de la población. | |
| Estrategia 2.9.1 Implementar tecnologías energéticamente eficientes en el sistema de alumbrado público para reducir el consumo energético y mejorar la sostenibilidad municipal. | |
| Línea de Acción 2.9.1.1 Promover el uso de tecnologías sustentables en el sistema de alumbrado público para reducir el consumo energético. | El alumbrado público no es responsabilidad de la promovente. |
| Inciso e. Gestión integral de residuos | |
| Objetivo: 2.10 Garantizar la recolección, manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos, a través de acciones eficientes, sostenibles y coordinadas con los distintos niveles de gobierno, para reducir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de la población de Tultitlán. | |
| Estrategia: 2.10.1 Mejorar la recolección, manejo y disposición de residuos sólidos urbanos para garantizar un municipio limpio y sustentable. | |
| Línea de Acción 2.10.1.5 Promover la separación y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para fomentar prácticas ambientales responsables. | La promovente separará sus residuos, además enviará los residuos que por sus características sea factible a reciclaje. |
| Inciso f. Educación ambiental | La promovente deberá dar pláticas de sensibilización ambiental a sus trabajadores. |
| Eje 3. Empleo digno y desarrollo económico “Inclusión para el bienestar y la prosperidad” | |
| Inciso a. Impulso al empleo digno y al desarrollo económico. | |
| Objetivo: 3.1 Promover el acceso a empleos dignos y formales a través de la vinculación entre empresas y población desempleada, impulsando la empleabilidad y el desarrollo económico local. | |
| Estrategia: 3.1.1 Fortalecer la vinculación entre trabajadores desempleados y empresas para fomentar el acceso a empleos formales y dignos. | |
| Líneas de Acción 3.1.1.3 Impulsar la contratación de población desempleada mediante la vinculación con empresas en el municipio | La promovente generará empleos temporales y permanentes, directos e indirectos a la población en general, dándole opciones a los desempleados en la zona. |
| Inciso b. Economía incluyente y atención a la informalidad | |
| Inciso c. Construcción de entornos competitivos y aprovechamiento de la relocalización de las cadenas de valor. | |
| Objetivo: 3.2 Impulsar el fortalecimiento y crecimiento de las micro y pequeñas empresas mediante la regulación, financiamiento y capacitación, para mejorar la competitividad económica del municipio. | |
| Estrategia: 3.2.1 Fortalecer la regulación, financiamiento y capacitación de las micro y pequeñas empresas para fomentar su crecimiento y competitividad. | |
| Línea de Acción 3.2.1.1 Agilizar y optimizar la expedición de licencias y permisos para negocios para facilitar la apertura y operación comercial. | La promovente deberá tramitar y cumplir con lo señalado en estas líneas de acción |
| Línea de Acción 3.2.1.2 Supervisar y regular el cumplimiento normativo de los comercios establecidos para garantizar la seguridad y legalidad en sus operaciones. | |
| Inciso g. Infraestructura urbana y rural. | |
| Objetivo: 3.5 Fortalecer la infraestructura urbana y vial para mejorar la movilidad, la calidad de vida y el entorno urbano en Tultitlán. | |
| Estrategia: 3.5.1 Fortalecer la regulación y ordenamiento territorial para un desarrollo urbano sostenible, garantizando el cumplimiento de la normatividad y la planificación adecuada del territorio municipal. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Línea de Acción 3.5.1.1 Garantizar el cumplimiento de la normatividad en materia de desarrollo urbano para regular las construcciones en el municipio. | El proyecto da cumplimiento con el Programa Ecológico de Ordenamiento Territorial a nivel federal y estatal, tal como se demostró en apartados anteriores; así como la zonificación de uso de suelo del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán, tal como se demuestra en apartados posteriores. |
| Objetivo: 3.6 Fortalecer la modernización y regulación de los servicios comunales mediante el control del comercio, la mejora de espacios públicos y la optimización de servicios funerarios para garantizar el orden, la seguridad y la sostenibilidad en el municipio. | |
| Estrategia: 3.6.2 Conservar y embellecer parques y jardines para mejorar el entorno urbano y la calidad de vida de la ciudadanía. | |
| Línea de Acción 3.6.2.2 Promover la reforestación y el cuidado ambiental para fomentar la conservación del entorno ecológico en el municipio. | El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema urbano. Aun así, el proyecto contará con solo jardineras. |
| Eje Transversal 1. Igualdad de género | |
| Inciso a. Institucionalización y transversalización de la perspectiva de genero | |
| Objetivo: 5.1 Fortalecer la institucionalización y transversalización de la perspectiva de género en el municipio de Tultitlán para promover la igualdad de oportunidades entre mujeres y hombres, así como prevenir y erradicar la violencia de género mediante programas, acciones y mecanismos de atención integral. | |
| Estrategia: 5.1.1 Fomentar la igualdad de género y la prevención de la violencia para promover relaciones igualitarias y una vida libre de violencia para mujeres y hombres. | |
| Líneas de Acción 5.1.1.1 Promover la concientización sobre la igualdad de género y la prevención de la violencia en la sociedad | La promovente contratará tanto a hombres como mujeres, además no deberá existir desigualdad de géneros |
| Líneas de Acción 5.1.1.4 Impulsar el acceso equitativo al empleo y el empoderamiento económico de mujeres y hombres para promover la autonomía financiera. | |
| Inciso d. Igualdad de derechos y oportunidades para las mujeres. | |
| Objetivo: 5.2 Promover la inclusión económica, el empoderamiento social y la protección de las mujeres en situación de violencia de género mediante acciones de capacitación, vinculación laboral y medidas de seguridad para garantizar la igualdad de oportunidades en el municipio de Tultitlán. | |
| Estrategia: 5.2.1 Promover la igualdad de oportunidades para las mujeres mediante acciones de inclusión económica, prevención de la violencia y empoderamiento social. | |
| Líneas de Acción 5.2.1.1 Fomentar la inclusión laboral de las mujeres mediante estrategias de vinculación y capacitación para impulsar su desarrollo económico. | La promovente contratará tanto a hombres como mujeres, sin distinción de género. |
| Eje Transversal 2. Construcción de la Paz y la Seguridad | |
| Inciso e. Gestión integral de riesgos y protección civil. | |
| Objetivo 6.3 Fortalecer la protección civil y la gestión integral de riesgos para garantizar la seguridad y el bienestar de la población ante emergencias y fenómenos perturbadores. | |
| Estrategia: 6.3.1 Fortalecer la prevención de riesgos y la cultura de protección civil para mitigar el impacto de fenómenos perturbadores en la población del municipio de Tultitlán | |
| Línea de Acción 6.3.1.1 Promover la capacitación en materia de protección civil para la prevención de riesgos en la ciudadanía y servidores públicos. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, el cual deberá incluir un apartado para acciones de prevención de incidentes y otro de acciones a realizar en caso de incidentes, además deberá incluir un apartado de capacitaciones en materia de protección civil para los trabajadores. |
| Línea de Acción 6.3.1.3 Fortalecer la planeación y el seguimiento de acciones en materia de protección civil para mejorar la seguridad del municipio. | |
| Línea de Acción 6.3.1.4 Promover la cultura de la prevención en la ciudadanía para reducir riesgos ante contingencias. | |
| Estrategia: 6.3.2 Fortalecer la capacidad de respuesta ante emergencias y desastres para proteger la seguridad e integridad de la población. | |

| Línea de acción | Vinculación |
|---|---|
| Línea de Acción 6.3.2.1 Implementar planes específicos para la atención y mitigación de emergencias dirigidos a zonas de alta vulnerabilidad en el municipio. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, el cual deberá incluir un apartado de vulnerabilidad ante desastres, así como un apartado para acciones a realizar en caso de desastres naturales, además deberá incluir un apartado de capacitaciones en materia de protección civil para los trabajadores. |
| Línea de Acción 6.3.2.2 Brindar atención y capacitación especializada para la prevención y respuesta ante desastres dirigida a la población y cuerpos de emergencia. | |
| Estrategia: 6.3.3 Promover la difusión, capacitación y coordinación en materia de protección civil para reducir riesgos y proteger a la población del municipio | |
| Líneas de Acción 6.3.3.2 Impulsar la capacitación comunitaria y la cultura de protección civil para fortalecer la prevención y la capacidad de respuesta ante emergencias. | La promovente deberá contar con un Programa Específico de Protección Civil, el cual deberá incluir un apartado de capacitaciones en materia de protección civil para los trabajadores, incluidos los simulacros. |
| Líneas de Acción 6.3.3.3 Realizar simulacros y supervisar eventos públicos para evaluar y mejorar la respuesta ante emergencias. | |
| Eje Transversal 3. Cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible | El proyecto deberá apegarse a los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenta 2030 de las Naciones Unidas. |

### II.3.4. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Tultitlán

El programa municipal de desarrollo urbano de Tultitlán, tiene el objetivo de instaurarse como un instrumento técnico y jurídico que determina los lineamientos, políticas, estrategias y acciones aplicables al ámbito municipal, que promueva la coordinación de acciones federales, estatales y municipales, que garantice un ordenamiento territorial adecuado; así como un crecimiento económico aunado al desarrollo sustentable, homogéneo y armónico del municipio. Este busca establecer principios orientados a una evolución paulatina de los procesos de urbanización y conservación del medio ambiente; el fomento al crecimiento económico a través del aprovechamiento y disposición de los usos del suelo, así como la mejora en la calidad de vida y desarrollo social al interior del municipio, a partir de la disposición de servicios que satisfagan las necesidades actuales y futuras de la población, en términos de servicios urbanos, educación, salud y vivienda.

Así pues, de acuerdo a este instrumento, el proyecto se encuentra dentro del parque industrial Tultitlán, en una zona con uso de suelo I-G-C Industrial Grande Contaminante, tal como se muestra en la Figura II- 3.

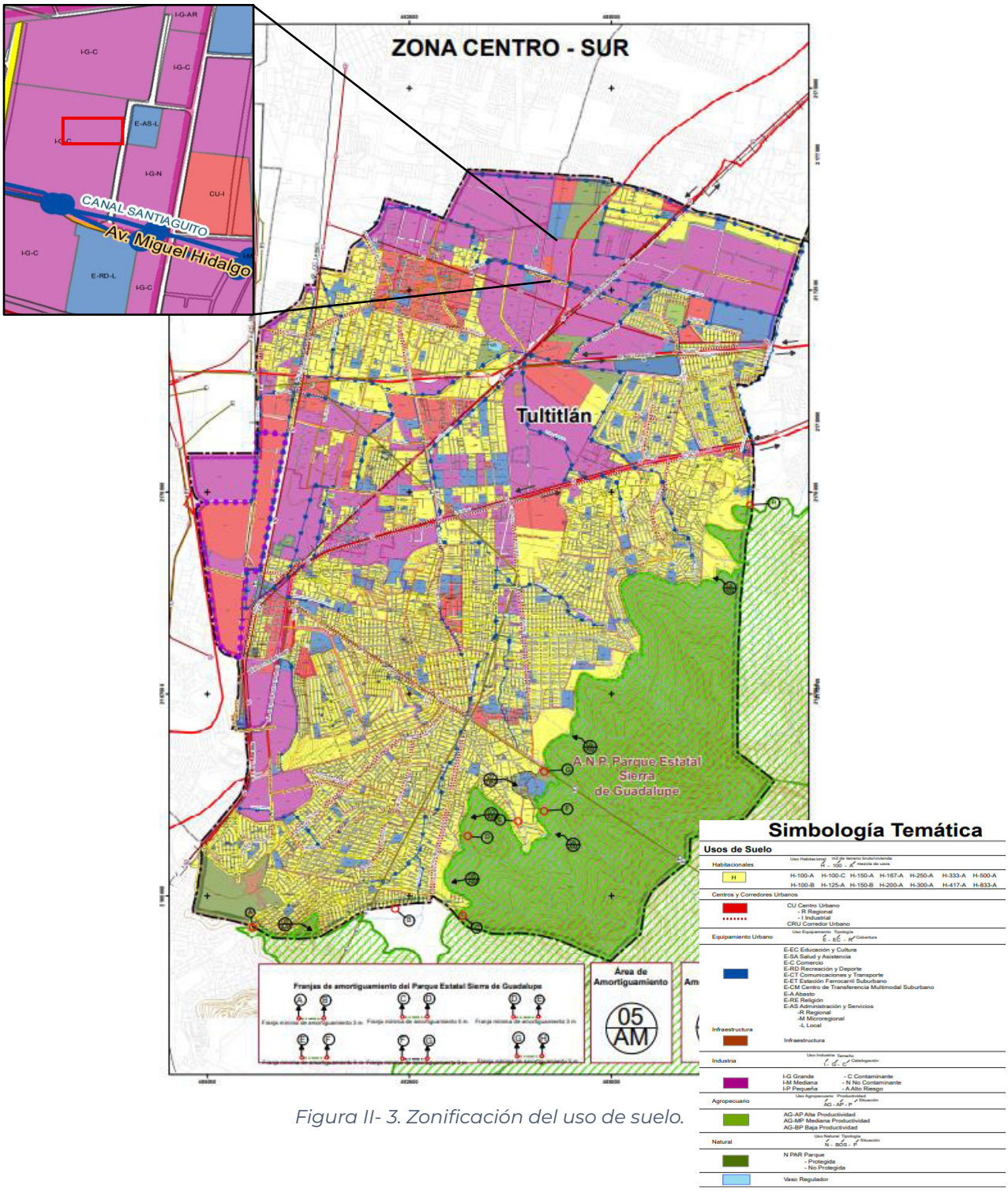



*Figura II- 3. Zonificación del uso de suelo.*

# II.4. Decreto del Área Natural Protegida o Área Destinada Voluntariamente a la Conservación (ADVC)

## II.4.1. [i]Áreas Naturales Protegidas Federales, Estatales y Municipales

El proyecto no se encuentra dentro o colindante a alguna ANP Federal, Estatal o Local, sin embargo, se encuentra cerca de algunas ANP Federales y Estatales, las cuales se muestran en la Tabla II- 9. Ver las Figura II- 4, Figura II- 5, Figura II- 6.

*Tabla II- 9. Áreas Naturales Protegidas cercanas al Proyecto.*

| Nombre | Categoría | Orden de gobierno | Fecha de publicación en el DOF | Distancia (m) |
|---|---|---|---|---|
| El Tepeyac | Parque Nacional | Federal | 18-02-1937 | 15,395 |
| Los Remedios | Parque Nacional | Federal | 15-04-1938 | 21,446 |
| Parque Estatal para la protección y fomento del Santuario de la Laguna de Zumpango | Parque Estatal | Estatal | 23-06-2003 | 3,838 |
| Sierra de Guadalupe | Parque Estatal | Estatal | 29-04-2013 | 4,079 |
| La Armella | Zona de Conservación Ecológica | Estatal | 09-06-2006 | 7,220 |
| Santuario del agua y forestal Presa de Guadalupe | Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal | Estatal | 13-10-2004 | 9,300 |
| Sierra de Tepotzotlán | Parque Estatal | Estatal | 14-12-2001 | 11,572 |
| Sierra Hermosa | Parque Estatal Ecológico, Turístico y Recreativo | Estatal | 05-11-2013 | 15,636 |
| Atizapán - Valle Escondido | Parque Estatal | Estatal | 10-06-1978 | 15,934 |
| Barrancas del Huizachal, del Arroyo Santa Cruz y del Arroyo Plan de la Zanja | Zona Sujeta a Conservación Ambiental | Estatal | 24-05-2004 | 18,188 |
| Parque estatal de México - Naucalli | Parque Estatal | Estatal | 09-10-1982 | 19,329 |
| Metropolitano de Naucalpán (Los Remedios) | Parque Estatal | Estatal | 05-06-2003 | 20,913 |
| Espíritu Santo | Zona Sujeta a Conservación Ecológica | Estatal | 11-08-1994 | 21,335 |
| Barranca México 86 | Zona Sujeta a Conservación Ecológica | Estatal | 05-07-1996 | 21,938 |
| Parque Tlalnepantla | Parque Municipal | Municipal | 15-02-1979 | 15,515 |

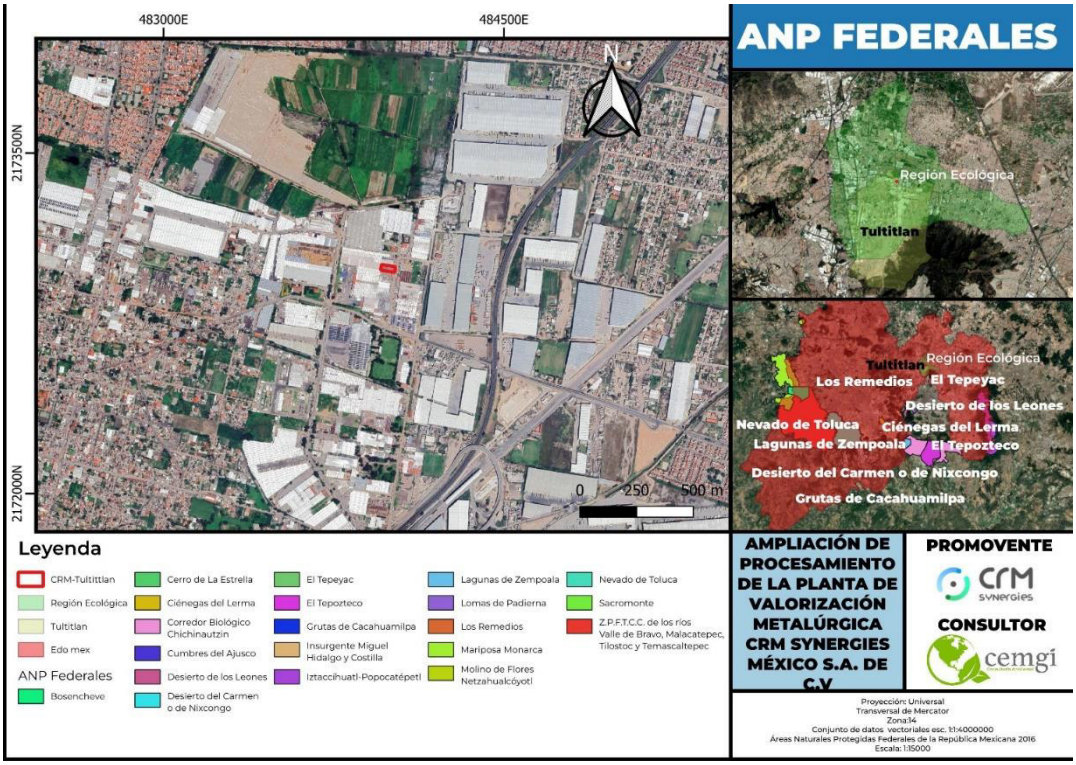



*Figura II- 4. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Federales más cercanas al proyecto.*

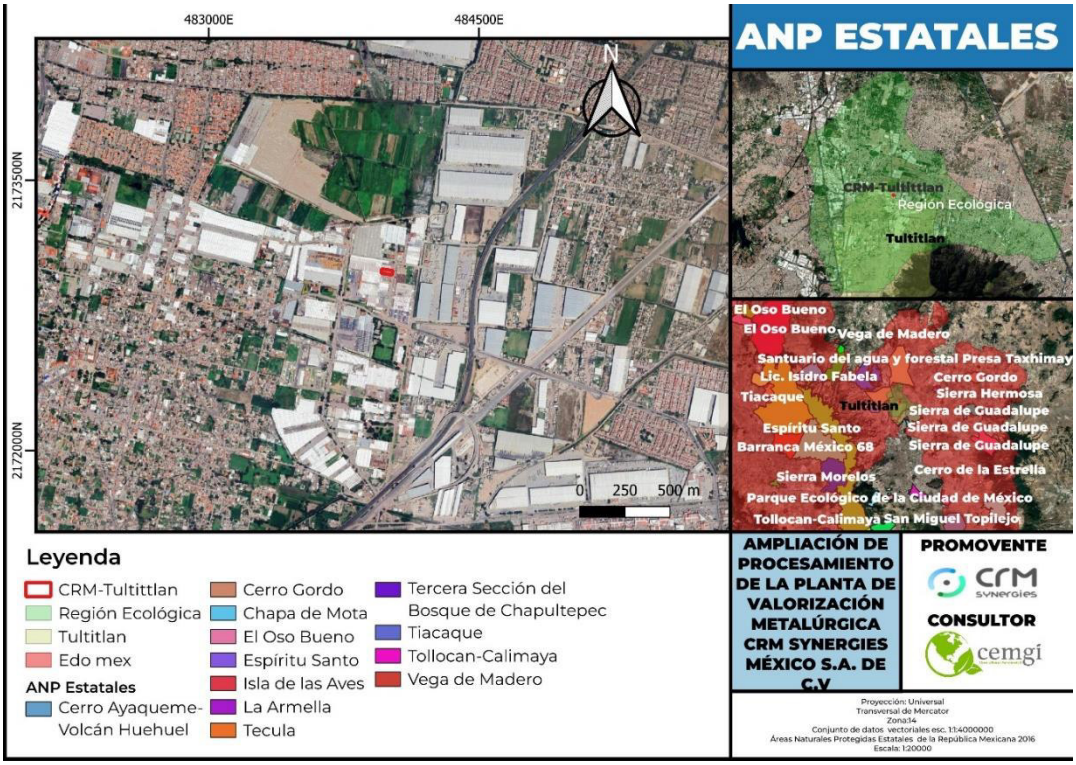



*Figura II- 5.Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Estatales más cercanas al proyecto.*

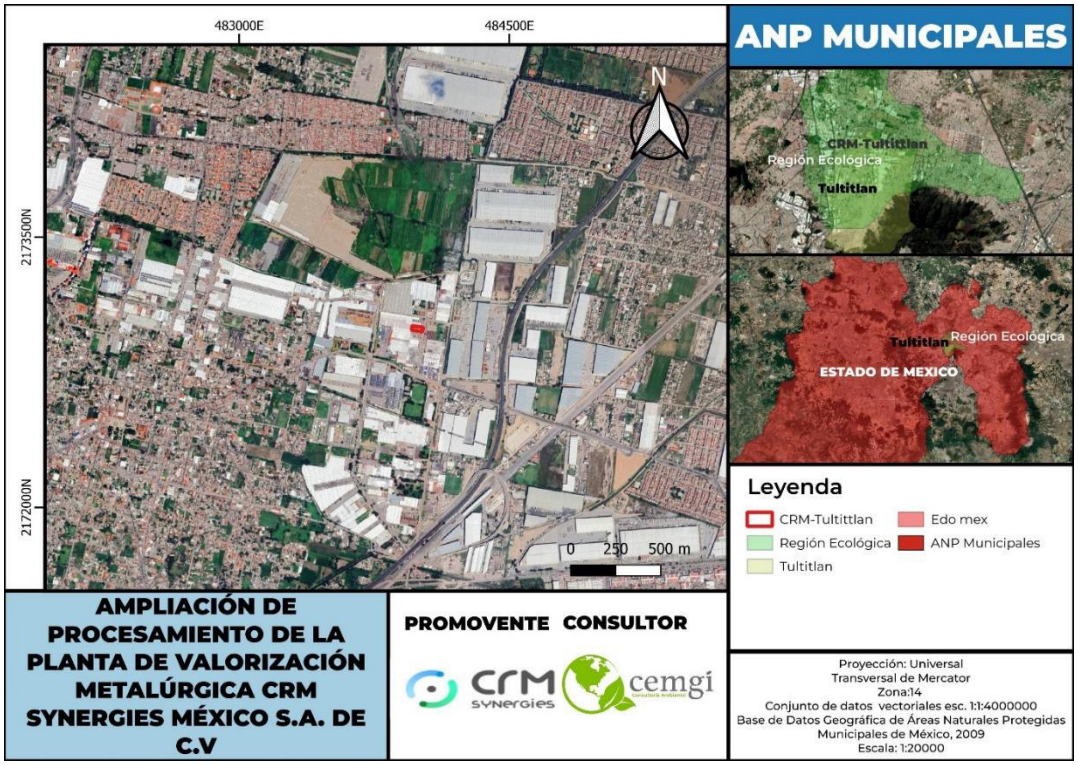



*Figura II- 6. Ubicación del proyecto con respecto a las ANP Municipales más cercanas al proyecto.*

## II.4.2. Regiones Terrestres e Hidrológicas Prioritarias

El proyecto no se encuentra dentro o colindante a alguna Región Hidrológica Prioritaria, Terrestre Prioritaria o Marina Prioritaria, en la Tabla II- 10 y en las Figura II- 7, Figura II- 8 se muestran las regiones más cercanas al proyecto.

*Tabla II- 10. Regiones Prioritarias Terrestres, Hidrológicas y Marinas cercanas al Proyecto.*

| Nombre | Categoría | Distancia (m) |
|---|---|---|
| Remanentes del complejo lacustre de la Cuenca de México | Región Hidrológica Prioritaria | 5,299 |
| Cabecera del Río Lerma | Región Hidrológica Prioritaria | 34,826 |
| Humedales de Jilotepec-Ixtlahuaca | Región Hidrológica Prioritaria | 38,075 |
| Ajusco-Chichinautzín | Región Terrestre Prioritaria | 40,023 |
| Sierra Nevada | Región Terrestre Prioritaria | 44,076 |

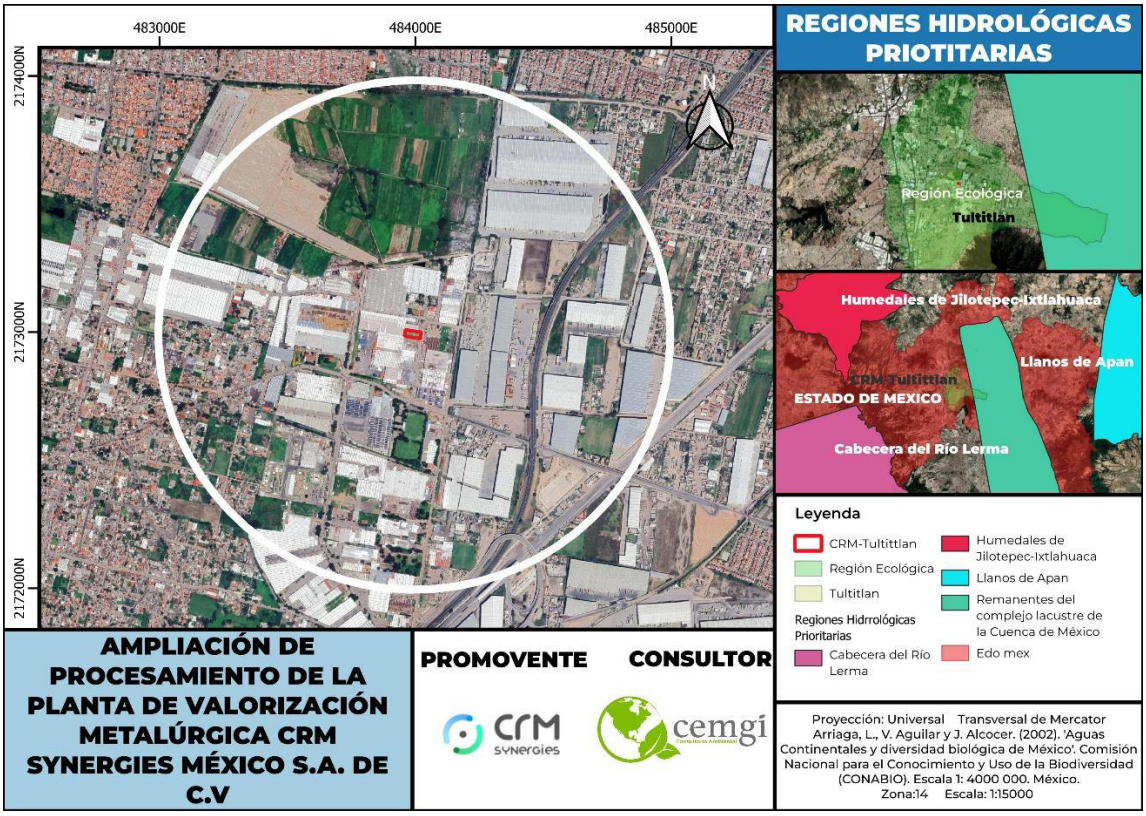



*Figura II- 7. Ubicación del proyecto con respecto a las RHP más cercanas al proyecto.*

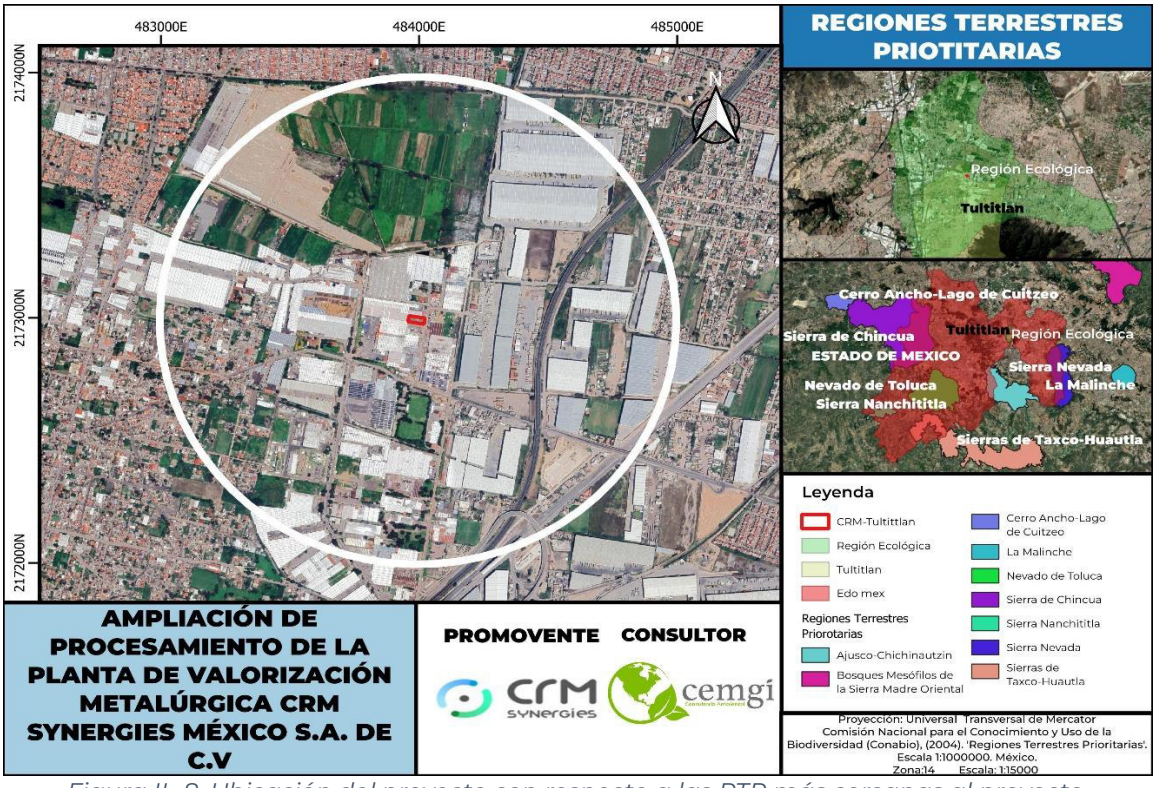



*Figura II- 8. Ubicación del proyecto con respecto a las RTP más cercanas al proyecto.*

### II.4.3. Áreas de Importancia para Conservación de las Aves y Sitios RAMSAR

Asimismo, el proyecto no se encuentra dentro o colindante a alguna AICA o sitio RAMSAR, en la Tabla II- 11 y en las Figura II- 9, Figura II- 10 se muestran estas áreas de conservación más cercanas al proyecto.

*Tabla II- 11. AICAS y sitios RAMSAR cercanas al Proyecto.*

| Nombre | Categoría | Distancia (m) |
|---|---|---|
| Lago de Texcoco | AICA | 16,873 |
| Sur del Valle de México | AICA | 38,371 |
| Ciénega de Tláhuac | AICA | 44,106 |
| Ciénegas de Lerma | AICA | 47,945 |
| Sistema Lacustre Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco | RAMSAR | 37,206 |
| Ciénegas de Lerma | RAMSAR | 48,166 |
| Laguna de Tecocomulco | RAMSAR | 77,382 |
| Presa Atlangatepec | RAMSAR | 100,105 |
| Sistema de represas y corredores biológicos de la cuenca hidrográfica del río Necaxa | RAMSAR | 116,307 |




*Figura II- 9. Ubicación del proyecto con respecto a las AICA más cercanas al proyecto.*

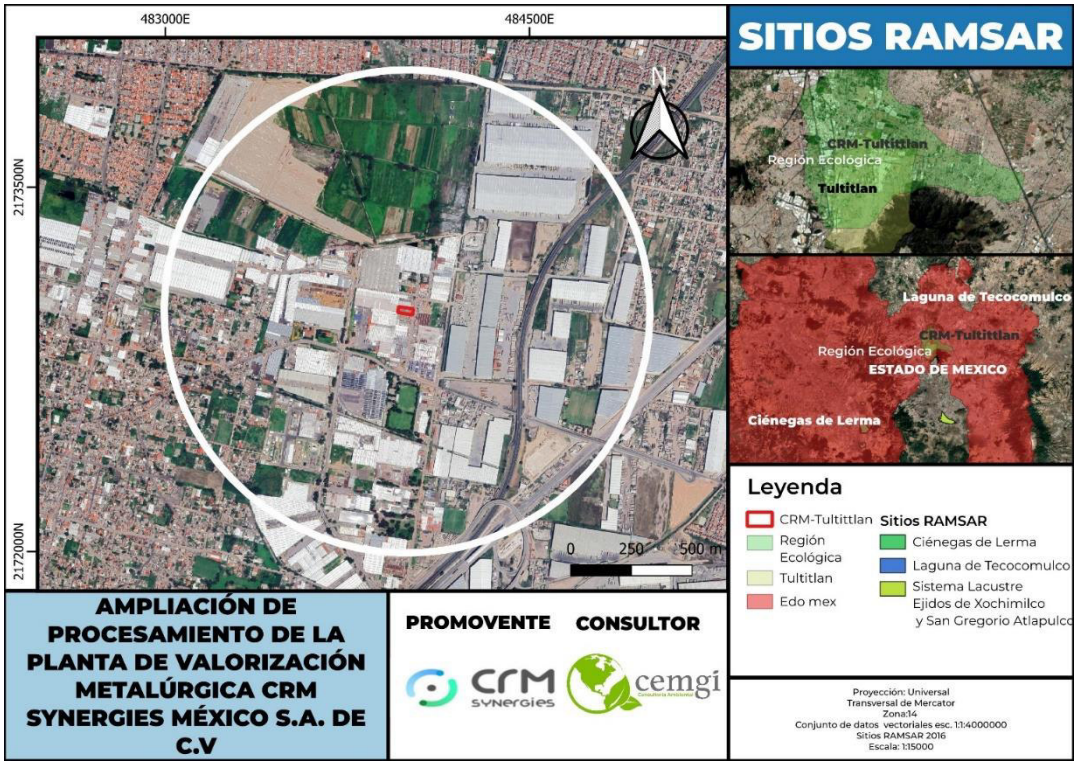



*Figura II- 10. Ubicación del proyecto con respecto a los sitios RAMSAR más cercanas al proyecto*

## II.5. Plan o Programa de Manejo del ANP o ADVC

Como se describió en el apartado **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el proyecto no se encuentra dentro, ni cerca de ninguna de las siguientes:

- ANP Federal
- ANP Estatal
- ANP municipal, comunitaria o ejidal
- RTP
- RHP
- AICA

Por lo que solo se describieron las distancias hacía aquellas superficies de conservación, más cercanas. Sin embargo, no se describe ningún plan o programa, por no tener aplicabilidad.

## II.6. Normas Oficiales Mexicanas

La promovente deberá dar cumplimiento a lo señalado en:

- NOM-002-SECRE-2010 Instalaciones de aprovechamiento de gas natural (cancela y sustituye a la NOM-002-SECRE-2003, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural).
- NOM-007-SECRE-1997, Transporte de gas natural.
- NOM-127-SSA1-2021 Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua.

- NOM-043-SCT-2003 Documento de embarque de substancias, materiales y residuos peligrosos
- NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad.
- NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. Reconocimiento, evaluación y control.
- NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
- NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas – Condiciones de seguridad e higiene
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal – Selección, uso y manejo en los centros de trabajo
- NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-019-STPS-2011 Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene
- NOM-024-STPS-2001 Vibraciones – Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo
- NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
- NOM-029-STPS-2011, Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
- NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo. Funciones y actividades.
- NOM-034-STPS-2016, Condiciones de seguridad para el acceso y desarrollo de actividades de trabajadores con discapacidad en los centros de trabajo
- NOM-035-STPS-2018, Factores de riesgo psicosocial en el trabajo-Identificación, análisis y prevención.
- NOM-002-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. (03-06-1998)
- 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.
- NOM-042-SEMARNAT-2003 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel,

así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos.

- NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- NOM-044-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.
- 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.
- NOM-050-SEMARNAT-2018 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.
- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- NOM-079-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.
- NOM-080-SEMARNAT-1994 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.
- NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y sus métodos de medición.
- NOM-085-SEMARNAT-2011 Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.
- NOM-165-SEMARNAT-2013 Que establece la lista de sustancias sujetas a reporte para el registro de emisiones y transferencia de contaminantes.
- NMX-R-025-SCFI-2015. En igualdad laboral y no discriminación

## II.7. Otros Ordenamientos aplicables en materia ambiental

### II.7.1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, con última reforma el 19 de enero de 2026, es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto

garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, sólidos urbanos, de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Ver Tabla II- 12.

*Tabla II- 12. Vinculación del proyecto con LGPGIR.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Título Cuarto. Instrumentos de la Política de Prevención y Gestión Integral de los Residuos<br>Capítulo II. Planes de Manejo | |
| Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:<br>I. Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida, y<br>IV. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de pilas y baterías eléctricas que sean considerados como residuos de manejo especial en la norma oficial mexicana correspondiente. | El proyecto se considera un pequeño generador de residuos peligrosos, ya que generará más de 400 kg al año, pero menos de 10 toneladas al año. Se contará con el debido registro, plan, y almacén temporal, así como las disposiciones aplicables. |
| Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:<br>I. Aceites lubricantes usados;<br>II. Disolventes orgánicos usados;<br>III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;<br>IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;<br>V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio;<br>VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio;<br>VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;<br>VIII. Fármacos;<br>IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos;<br>X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;<br>XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;<br>XII. La sangre y los componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados;<br>XIII. Las cepas y cultivos de agentes patógenos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación y en la producción y control de agentes biológicos;<br>XIV. Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y<br>XV. Los residuos punzocortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes. | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación. | |
| Título Quinto. Manejo Integral de Residuos Peligrosos<br>Capítulo I Disposiciones Generales | |
| Artículo 40.- Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.<br>En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables | La promovente deberá dar cumplimiento a las disposiciones señaladas en este artículo |
| Capítulo III. De las Autorizaciones | |
| Artículo 50.- Se requiere autorización de la Secretaría para:<br>I. La prestación de servicios de manejo de residuos peligrosos;<br>II. La utilización de residuos peligrosos en procesos productivos, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 63 de este ordenamiento;<br>III. El acopio y almacenamiento de residuos peligrosos provenientes de terceros;<br>IV. La realización de cualquiera de las actividades relacionadas con el manejo de residuos peligrosos provenientes de terceros;<br>V. La incineración de residuos peligrosos;<br>VI. El transporte de residuos peligrosos;<br>VII. El establecimiento de confinamientos dentro de las instalaciones en donde se manejen residuos peligrosos;<br>VIII. La transferencia de autorizaciones expedidas por la Secretaría;<br>IX. La utilización de tratamientos térmicos de residuos por esterilización o termólisis;<br>X. La importación y exportación de residuos peligrosos, y<br>XI. Las demás que establezcan la presente Ley y las normas oficiales mexicanas. | El proyecto trata del reciclaje de residuos peligrosos para obtener estaño y reingresarlo a la cadena productiva. Con la presentación de esta MIA se pretende solicitar la autorización de este proyecto y darle cumplimento a este artículo. |
| Capítulo IV. Manejo Integral de los Residuos Peligrosos | |
| Artículo 58.- Quienes realicen procesos de tratamiento físicos, químicos o biológicos de residuos peligrosos, deberán presentar a la Secretaría los procedimientos, métodos o técnicas mediante los cuales se realizarán, sustentados en la consideración de la liberación de sustancias tóxicas y en la propuesta de medidas para prevenirla o reducirla, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan. | El proyecto trata del reciclaje de residuos peligrosos para obtener estaño y reingresarlo a la cadena productiva. Con la presentación de esta MIA se pretende solicitar la autorización de este proyecto y darle cumplimento a este artículo. |
| Artículo 59.- Los responsables de procesos de tratamiento de residuos peligrosos en donde se lleve a cabo la liberación al ambiente de una sustancia tóxica, persistente y bioacumulable, estarán obligados a prevenir, reducir o controlar dicha liberación. | |
| Capítulo V. Responsabilidad Acerca de la Contaminación y Remediación de Sitios | |
| Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.<br>Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental | La promovente está consciente de lo señalado en el artículo. |
| Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Capítulo VI. La Prestación de Servicios en Materia de Residuos Peligrosos | |
| Artículo 80.- Las personas interesadas en obtener autorizaciones para llevar a cabo los servicios a terceros para el transporte, acopio, almacenamiento, reutilización, reciclaje, tratamiento y disposición final de residuos, según sea el caso, deberán presentar ante la Secretaría su solicitud de autorización, en donde proporcionen, según corresponda, la siguiente información:<br>I. Datos generales de la persona, que incluyan nombre o razón social y domicilio legal;<br>II. Nombre y firma del representante legal o técnico de la empresa;<br>III. Descripción e identificación de los residuos que se pretenden manejar;<br>IV. Usos del suelo autorizados en la zona donde se pretende instalar la empresa, plano o instalación involucrada en el manejo de los residuos y croquis señalando ubicación. Esta autorización podrá presentarse condicionada a la autorización federal;<br>V. Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos, en la operación de los procesos, equipos, medios de transporte, muestreo y análisis de los residuos, y otros aspectos relevantes, según corresponda;<br>VI. Programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y a accidentes;<br>VII. Memoria fotográfica de equipos, vehículos de transporte e instalaciones cuya autorización se solicite, según sea el caso;<br>VIII. Información de soporte técnico de los procesos o tecnologías a los que se someterán los residuos, así como elementos de información que demuestren que se propone, en la medida de lo posible, la mejor tecnología disponible y económicamente accesible y formas de operación acordes con las mejores prácticas ambientales;<br>IX. Propuesta de seguros o garantías financieras que, en su caso, se requieran;<br>X. Copia de los permisos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y<br>XI. La que determinen el Reglamento de la presente Ley y las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables. | La promovente dará cumplimiento a lo señalado en este artículo. |
| Artículo 81.- Para el otorgamiento de la autorización de la prestación de los servicios a que se refiere este Capítulo, la Secretaría requerirá de una garantía suficiente para cubrir los daños que se pudieran causar durante la prestación del servicio y al término del mismo. | |
| Artículo 82.- El monto de las garantías a que se refiere este Capítulo las fijará la Secretaría de acuerdo con el volumen y características de los residuos cuyo manejo ha sido autorizado, así como la estimación de los costos que pueden derivar de la reparación del daño provocado en caso de accidente o de contaminación de los sitios, que se puedan ocasionar por el manejo de dichos residuos.<br>La Secretaría podrá revocar las autorizaciones en caso de que no se renueven las garantías correspondientes.<br>En el caso de la prestación de servicios de confinamiento, la responsabilidad del prestador de servicios se extiende por el término de 20 años posteriores al cierre de sus operaciones. La forma en que se estimará el monto, el cobro y la aplicación de las garantías se establecerá en el Reglamento | La promovente dará cumplimiento a lo señalado en este artículo. |

#### II.7.1.1. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 con última reforma el 31 de octubre de 2014, este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. La vinculación del proyecto con la LGEEPA, se muestra en la

Tabla II- 13.

*Tabla II- 13. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| TÍTULO CUARTO RESIDUOS PELIGROSOS<br>CAPÍTULO II. CATEGORIAS DE GENERADORES Y REGISTROS | |
| Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:<br>I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;<br>II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y<br>III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.<br>Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación. | La promovente planea generar dentro del proyecto 4.4 toneladas de residuos peligrosos al año, por lo que se considera un pequeño generador |
| Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:<br>I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:<br>a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;<br>b) Nombre del representante legal, en su caso;<br>c) Fecha de inicio de operaciones;<br>d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;<br>e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;<br>f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y<br>g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;<br>II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y<br>III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.<br>En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.<br>En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo. | La promovente deberá registrarse como un pequeño generador de residuos peligrosos. |
| Artículo 46.- Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:<br>I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;<br>II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial; | La promovente deberá dar cumplimiento a lo señalado en este artículo |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;<br>V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;<br>VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;<br>VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;<br>VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y<br>IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.<br>Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos. | |
| CAPÍTULO III. Autorizaciones | |
| Artículo 48.- Para obtener autorización, en términos del artículo 50 de la Ley, con excepción de la importación y exportación de residuos peligrosos que se sujetarán a lo previsto en el Título Quinto de este Reglamento, los interesados deberán presentar solicitud, mediante formato que expida la Secretaría, la cual contendrá la siguiente información:<br>I. Datos generales de la persona, que incluyan nombre, denominación o razón social, domicilio, teléfono, fax, el domicilio o dirección electrónica para recibir notificaciones y ubicación de las instalaciones expresada en coordenadas geográficas. En este apartado, el solicitante señalará la información que clasifique como confidencial en términos de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública Gubernamental;<br>II. Nombre y firma de los representantes legal y técnico de la empresa, lo cual se podrá sustituir con el número de Registro Único de Personas Acreditadas en los términos del artículo 69-B de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo;<br>III. Número de la autorización en materia de impacto ambiental, en el caso de que la actividad sea de las consideradas en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;<br>IV. Número de autorización del Programa de Prevención de Accidentes en materia de riesgo ambiental, cuando la actividad sea considerada altamente riesgosa;<br>V. Descripción e identificación de cada uno de los residuos peligrosos que se pretenden manejar, donde se indiquen sus características físicas, químicas o biológicas, y cantidad anual estimada de manejo;<br>VI. La capacidad anual estimada de las instalaciones en donde se pretende llevar a cabo la actividad de manejo;<br>VII. Indicación del uso del suelo autorizado en el domicilio o zona donde se pretende instalar;<br>VIII. La actividad que se pretenda realizar, misma que se describirá de acuerdo con lo establecido en el artículo 49 de este Reglamento;<br>IX. La fecha de inicio de operaciones y la inversión estimada del proyecto;<br>X. Las acciones a realizar cuando arriben los residuos peligrosos a la instalación en donde se llevará a cabo la actividad respectiva, incluyendo las de descarga y pesaje de los mismos, | La promovente deberá obtener la autorización señalada, de acuerdo con lo indicado en el artículo. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| y aquéllas que se realicen para confirmar la información a que se refiere la fracción V del presente artículo, así como los movimientos de entrada y salida de la zona de almacén;<br>XI. El tipo de almacenamiento, envasado o a granel, y la capacidad de almacenamiento para los residuos peligrosos dentro de las instalaciones antes de su manejo específico, excepto centros de acopio;<br>XII. La descripción de los equipos a emplear en la actividad de manejo, detallando sus sistemas de control;<br>XIII. La información de soporte técnico de los procesos o tecnologías a los que se someterán los residuos peligrosos, así como elementos de información que demuestren, en la medida de lo posible, que se propone la mejor tecnología disponible y económicamente accesible, así como las formas de operación acordes con las mejores prácticas ambientales;<br>XIV. Las medidas de seguridad implementadas en todo el proceso;<br>XV. Las características de los residuos generados durante la operación de manejo, la cantidad estimada que se generará y el manejo que se les dará, y<br>XVI. La propuesta de seguros o garantías financieras que, en su caso, se requieran, en los términos de los artículos 76 y 77 de este Reglamento.<br>Los transportistas de residuos peligrosos únicamente proporcionarán la información señalada en las fracciones I y II del presente artículo. | |
| Artículo 49.- La información relativa a la actividad para la cual se solicita autorización describirá lo siguiente:<br>I. Para la instalación y operación de centros de acopio:<br>a) El tipo de instalación: cubierta o a la intemperie;<br>b) Las dimensiones y materiales con los que están fabricados las paredes, divisiones y pisos;<br>c) Los tipos de iluminación y ventilación: artificial o natural;<br>d) Las formas de almacenamiento que se utilizarán: a granel o envasado, especificando la altura máxima de las estibas y la manipulación de los residuos peligrosos cuando el almacenamiento se realice a granel;<br>e) Los sistemas de almacenamiento, en su caso, y<br>f) Las estructuras u obras de ingeniería de la instalación para evitar la liberación de los residuos peligrosos y la contaminación al ambiente;<br>II. Para la reutilización de residuos peligrosos fuera de la fuente que los generó se indicarán las características técnicas del material o residuo a reutilizar, los procesos productivos en los cuales serán utilizados, su capacidad anual de reutilización y su balance de materia.<br>III. Para el reciclaje o co-procesamiento de residuos peligrosos fuera de la fuente que los generó:<br>a) Los procedimientos, métodos o técnicas de reciclaje o co-procesamiento que se proponen, detallando todas sus etapas;<br>b) Las cargas de residuos peligrosos, emisiones, efluentes y generación de otros residuos, así como los parámetros de control de proceso, y<br>c) Cuando se realice un aprovechamiento energético o de sustitución de materiales se especificará, además, el balance de energía, el poder calorífico del residuo y el proceso al cual será incorporado;<br>IV. Para la prestación de servicios de tratamiento de residuos peligrosos:<br>a) La tecnología de tratamiento que se empleará para tratar los residuos peligrosos, mencionando las capacidades nominales y de operación, anuales, de los equipos a instalar, incluyendo el balance de materia y energía e indicando los parámetros de control de la tecnología, y<br>b) Los métodos o análisis que se emplearán para determinar que el residuo tratado ya no es peligroso.<br>Cuando se trate del tratamiento de residuos que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, solamente se describirá el tratamiento que se aplicará a los mismos, indicando la tecnología que se empleará y las condiciones de diseño para la operación.<br>(...) | |
| Artículo 50.- La solicitud de autorización se acompañará con la documentación siguiente: | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| I. Copia de identificación oficial del solicitante o del acta constitutiva de la persona moral cuyo objeto social ampare las actividades que pretende desarrollar;<br>II. Documento jurídico que acredite al representante legal;<br>III. Copia de la autorización de uso de suelo expedida por la autoridad competente. Esta autorización podrá presentarse condicionada a la autorización federal;<br>IV. Copia del plano del proyecto ejecutivo de la planta en conjunto, el cual debe indicar la distribución de las áreas, incluyendo el almacén de residuos peligrosos recibidos para su manejo y el área de manejo de residuos peligrosos, según se trate. En el caso de instalaciones de disposición final, el plano especificará además la ubicación de las áreas de tratamiento, solidificación y confinamiento;<br>V. El diagrama de flujo del proceso, indicando los puntos donde se generen emisiones a la atmósfera, descargas de agua residuales, subproductos, residuos o contaminantes, incluyendo sus volúmenes de generación, en congruencia con el balance de materia, cuando se trate de reciclaje, tratamiento o incineración de residuos peligrosos;<br>VI. Programa de capacitación del personal involucrado en el manejo de residuos peligrosos, en la remediación de suelos contaminados, en la operación de los procesos, equipos, medios de transporte, muestreo y análisis de los residuos, así como otros aspectos relevantes que, según corresponda, el promovente haya incorporado;<br>VII. Programa de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales y accidentes, el cual contendrá la descripción de las acciones, medidas, obras, equipos, instrumentos o materiales con que se cuenta para controlar contingencias ambientales derivadas de emisiones descontroladas, fugas, derrames, explosiones o incendios que se puedan presentar en todas las operaciones que realiza la empresa como resultado del manejo de residuos peligrosos, y<br>VIII. Copia de la autorización en materia de impacto ambiental, en su caso.<br>Los transportistas de residuos peligrosos exhibirán únicamente la documentación señalada en las fracciones I y II de este artículo, así como la indicada en las fracciones IX y X del artículo 80 de la Ley.<br>Se tendrá por cumplido lo dispuesto en la fracción VII del presente artículo, cuando se hubiese presentado ante la Secretaría un programa de prevención de accidentes en los términos del artículo 147 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. | |
| Artículo 58.- La vigencia de las autorizaciones en materia de manejo de residuos peligrosos será:<br>I. Para la disposición final de residuos peligrosos, veinticinco años atendiendo al cálculo de la vida útil de las instalaciones, y<br>II. Para la reutilización, reciclaje, co-procesamiento, tratamiento, gasificación, plasma, termólisis, incineración, operación de centros de acopio o transporte, diez años. | La promovente esta enterada de lo señalado. |
| CAPÍTULO IV Disposiciones Comunes a los Generadores de Residuos Peligrosos | |
| Artículo 71.- Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:<br>I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:<br>a) Nombre del residuo y cantidad generada;<br>b) Características de peligrosidad;<br>c) Área o proceso donde se generó;<br>d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;<br>) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;<br>f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y<br>g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.<br>II. Para el monitoreo de parámetros de tratamiento, incineración, reciclaje y co-procesamiento de residuos peligrosos: | La promovente deberá llevar a cabo sus bitácoras de generación de residuos peligrosos. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| a) Proceso autorizado;<br>b) Nombre y características del residuo peligroso sujeto a tratamiento;<br>c) Descripción de los niveles de emisiones o liberaciones generadas durante el proceso, incluyendo su frecuencia e intensidad, y<br>d) Condiciones de temperatura, presión y alimentación del proceso (...) | |
| CAPÍTULO IV. Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos<br>Sección I. Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos | |
| Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:<br>I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:<br>a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;<br>b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;<br>c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretiles de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;<br>d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;<br>e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;<br>f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;<br>g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;<br>h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y<br>i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.<br>II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:<br>a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;<br>b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;<br>c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;<br>d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y<br>e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.<br>III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:<br>a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,<br>b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados; | Los almacenes temporales de residuos peligrosos de la promovente deberán dar cumplimiento a lo señalado en el artículo. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y<br>d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.<br>En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales. | |

## II.7.2. Ley General de Cambio Climático

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, con última reforma el 1 de abril de 2024, es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 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. La vinculación del proyecto con esta LGCC, se muestra en la Tabla II- 14.

*Tabla II- 14. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Título Cuarto. Política Nacional de Cambio Climático<br>Capítulo II. Adaptación | |
| Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación:<br>I. La determinación de la vocación natural del suelo;<br>II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos;<br>III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;<br>IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;<br>V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas;<br>VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura;<br>VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas;<br>VIII. El aprovechamiento, rehabilitación o establecimiento de distritos de riego;<br>IX. El aprovechamiento sustentable en los distritos de desarrollo rural;<br>X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;<br>X Bis. La elaboración y actualización del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático;<br>XI. La elaboración y actualización de los atlas de riesgo tomando en consideración la información del Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático;<br>XII. La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión;<br>XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;<br>XIV. Los programas del Sistema Nacional de Protección Civil;<br>XV. Los programas sobre asentamientos humanos y desarrollo urbano;<br>XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;<br>XVII. Los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático, y<br>XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos. | La promovente da cumplimiento con este artículo, ya que el proyecto se estableció en una zona con uso de suelo apto para sus actividades (uso de suelo industrial). Además, la promovente propone la restauración de un ecosistema por la falta de áreas verdes. Por otro lado, el proyecto al dedicarse a reciclar residuos peligrosos para obtener estaño y reintroducirlo en la cadena productiva, forma parte de un proyecto de economía circular y aprovechamiento sustentable de recursos. |
| Capítulo III. Mitigación | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:<br>I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;<br>II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico;<br>III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;<br>IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;<br>V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida;<br>VI. Promover la alineación y congruencia de los programas, presupuestos, políticas y acciones de los tres órdenes de gobierno para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales;<br>VII. Medir, reportar y verificar las emisiones;<br>VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación;<br>IX. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón;<br>X. Promover la cogeneración eficiente para evitar emisiones a la atmósfera;<br>XI. Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos;<br>XII. Promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado;<br>XIII. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente;<br>XIV. Promover la canalización de recursos internacionales y recursos para el financiamiento de proyectos y programas de mitigación de gases y compuestos efecto invernadero en los sectores público, social y privado;<br>XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y<br>XVI. Promover la competitividad y crecimiento para que la industria nacional satisfaga la demanda nacional de bienes, evitando la entrada al país, de productos que genera | La promovente da cumplimiento con este artículo, ya que el proyecto al dedicarse a reciclar residuos peligrosos para obtener estaño y reintroducirlo en la cadena productiva, forma parte de un proyecto de economía circular y aprovechamiento sustentable de recursos. Además, el proyecto cuenta con sistemas para reducir emisiones a la atmósfera; sistemas para captar agua pluvial, tratarla junto a sus aguas usadas y reutilizarlas en el mismo proyecto; sistemas para el uso y aprovechamiento de energía eléctrica obtenida a través de fuentes limpias. |
| Artículo 34. Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia, promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:<br>I. Reducción de emisiones en la generación y uso de energía:<br>a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética. | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.<br>c) Establecer los mecanismos viables técnico económicamente que promuevan el uso de mejores prácticas, para evitar las emisiones fugitivas de gas en las actividades de extracción, transporte, procesamiento y utilización de hidrocarburos.<br>d) Incluir los costos de las externalidades sociales y ambientales, así como los costos de las emisiones en la selección de las fuentes para la generación de energía eléctrica.<br>e) Fomentar la utilización de energías renovables para la generación de electricidad, de conformidad con la legislación aplicable en la materia.<br>f) Promover la transferencia de tecnología y financiamiento para reducir la quema y venteo de gas, para disminuir las pérdidas de éste, en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución, y promover su aprovechamiento sustentable.<br>g) Desarrollar políticas y programas que tengan por objeto la implementación de la cogeneración eficiente para reducir las emisiones.<br>h) Fomentar prácticas de eficiencia energética, y de transferencia de tecnología bajas en emisiones de carbono.<br>i) Expedir disposiciones jurídicas y elaborar políticas para la construcción de edificaciones sustentables, incluyendo el uso de materiales ecológicos y la eficiencia y sustentabilidad energética. (...)<br>(...)IV. Reducción de emisiones en el sector residuos:<br>a) Desarrollar acciones y promover el desarrollo y la instalación de infraestructura para minimizar y valorizar los residuos, así como para reducir y evitar las emisiones de metano provenientes de los residuos sólidos urbanos.<br>V. Reducción de emisiones en el Sector de Procesos Industriales:<br>a) Desarrollar programas para incentivar la eficiencia energética en las actividades de los procesos industriales.<br>b) Desarrollar mecanismos y programas que incentiven la implementación de tecnologías limpias en los procesos industriales, que reduzcan el consumo energético y la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero.<br>c) Incentivar, promover y desarrollar el uso de combustibles fósiles alternativos que reduzcan el uso de combustibles fósiles. | |
| Título Quinto. Sistema Nacional de Cambio Climático<br>Capítulo VIII. Registro | |
| Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro. | La promovente deberá dar cumplimiento a lo señalado en este artículo. |

### II.7.2.1. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del registro nacional de Emisiones.

Fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de octubre de 2014, este reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones. La vinculación del proyecto con la LGEEPA, se muestra en la

Tabla II- 15.

*Tabla II- 15. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Capítulo I Disposiciones Generales | |
| Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:<br>I. Sector Energía: (...)<br>(...) II. Sector Transporte: (...)<br>(...) III. Sector Industrial:<br>a. Subsector industria química: (...)<br>(...) b. Subsector industria siderúrgica:<br>c. Subsector industria metalúrgica:<br>c.1. Industria básica del aluminio;<br>c.2. Industrias de metales no ferrosos, excepto aluminio, y<br>c.3. Moldeo por fundición de piezas metálicas;<br>d. Subsector industria metal-mecánica: (...)<br>(...) e. Subsector industria minera: e.1. Minería de minerales metálicos; (...)<br>(...) f. Subsector industria automotriz y de otros medios de transporte: (...)<br>(...) g. Subsector industria de celulosa y papel: (...)<br>(...) h. Industria de las artes gráficas: (...)<br>(...) i. Subsector de la industria petroquímica: (...)<br>(...) j. Subsector industria cementera y calera: (...)<br>(...) k. Subsector industria del vidrio: (...)<br>(...) l. Subsector industria electrónica: (...)<br>m. Subsector industria eléctrica: (...)<br>(...) n. Subsector industria de alimentos y bebidas: (...)<br>(...) o. Subsector industria de la madera: (...)<br>(...) p. Subsector industria textil: (...)<br>(...) IV. Sector Agropecuario: (...)<br>(...) V. Sector Residuos: (...)<br>(...) VI. Sector Comercio y Servicios: (...)<br>Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades.<br>Las actividades previstas en las fracciones I y III del presente artículo calcularán y reportarán sus Emisiones Directas o Indirectas por instalación.<br>La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. | El proyecto podría formar parte del subsector industrias de metales no ferrosos (c2). |
| Artículo 6. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.<br>La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte. | De acuerdo con los cálculos presentados en el Capítulo I, se estima una generación de 426.36 toneladas de $CO_2$ equivalente por año, |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte. | asociadas al consumo de gas natural. |
| Artículo 7. Las metodologías y procedimientos que, conforme al artículo 87, fracción III de la Ley, aplicarán los Establecimientos Sujetos a Reporte para la medición, cálculo, o estimación de sus Emisiones Directas e Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, se basarán en la aplicación de metodologías de:<br>I. Cálculo mediante factores de Emisión, cuando las actividades a reportar correspondan o involucren, de manera enunciativa y no limitativa, a: (...)<br>(...) s. Producción de metales; (...)<br>II. Cálculo mediante balance de materiales, en aquellos casos en que, enunciativa y no limitativamente, se requiera calcular Emisiones<br>III. Las que determine el Panel Intergubernamental y que la Secretaría dé a conocer como metodologías aplicables mediante Acuerdo que para tal efecto expida y publique en el Diario Oficial de la Federación, para el caso en que las metodologías señaladas en las fracciones I y II que anteceden, no resulten técnicamente aplicables a la actividad a reportar o no existan metodologías para la medición, cálculo o estimación de alguna Emisión específica.<br>Los Establecimientos Sujetos a Reporte podrán presentar, a consideración de la Secretaría, metodologías alternativas para la medición, cálculo o estimación de sus Emisiones, cuando para garantizar la precisión en la información requieran sistemas, instrumentos o cualquier otro elemento técnicamente análogo en función de la actividad generadora de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.<br>Para tal efecto, la Secretaría difundirá en su sitio web el protocolo al que deberán sujetarse dichos Establecimientos para el reconocimiento de sus propuestas como metodologías alternativas, las que una vez aprobadas se publicarán mediante Aviso en el Diario Oficial de la Federación para que, quienes se ubiquen en la misma hipótesis que dio lugar a la adopción de una metodología alternativa puedan aplicarla en la medición, cálculo o estimación de sus Emisiones. | La promovente deberá cumplir con el cálculo y reporte de sus emisiones, así como mantener en resguardo dicha información por el periodo establecido. |
| Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones:<br>I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento;<br>II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica;<br>III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento;<br>IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento;<br>V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales;<br>VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y<br>VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas, así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación. | |
| Sección II Reporte | |
| Artículo 12. La presentación del reporte de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero ante el Registro se realizará a través de la Cédula de Operación Anual y se sujetará al siguiente procedimiento:<br>I. En el periodo comprendido entre el 1 de marzo y el 30 de junio de cada año, los Establecimientos Sujetos a Reporte deberán integrar al Registro la información de sus | La promovente deberá cumplir con la presentación del reporte de |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Emisiones Directas e Indirectas generadas entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del año inmediato anterior;<br>II. La Cédula de Operación Anual se presentará en formato impreso, electrónico o a través del sitio web de la Secretaría o de sus Delegaciones Federales. La Secretaría pondrá a disposición de los interesados los formatos a que se refiere la presente fracción para su libre reproducción;<br>III. La Secretaría contará con un plazo de 20 días hábiles, contados a partir de la recepción de la Cédula de Operación Anual, para revisar que la información contenida se encuentre debidamente requisitada y, en caso de no ser así, por única vez, podrá requerir al promovente para que complemente, rectifique, aclare o confirme dicha información, dentro de un plazo que no excederá de 15 días hábiles contados a partir de su notificación;<br>IV. Desahogado el requerimiento, se tendrá por presentada la Cédula de Operación Anual y, en consecuencia, por reportadas las Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, y<br>V. En caso de que el Establecimiento Sujeto a Reporte no desahogue el requerimiento a que se refiere la fracción III de este artículo, se tendrá por no presentada la Cédula de Operación Anual, únicamente en lo relativo al reporte de Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.<br>La información sobre Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, presentada en los términos señalados, no exime a los Establecimientos Sujetos a Reporte de llenar otros apartados de la Cédula de Operación Anual, relativos a información que estén obligados a proporcionar a la Secretaría conforme a otras disposiciones jurídicas aplicables a las actividades que realizan. | sus emisiones, de acuerdo con las especificaciones señaladas en los presentes artículos. |
| Artículo 13. Los Establecimientos Sujetos a Reporte que deban presentar ante la Secretaría la Cédula de Operación Anual únicamente por sus Emisiones de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero, requisitarán en dicho instrumento, la siguiente información:<br>I. Nombre, denominación o razón social;<br>II. Número de Registro Federal de Contribuyentes;<br>III. Clave de la actividad preponderante conforme al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, vigente al momento de la presentación de la información;<br>IV. Nombre del representante legal, así como de las personas autorizadas para oír y recibir notificaciones;<br>V. Domicilio para recibir notificaciones, en caso de que se señale una dirección electrónica u otros medios electrónicos, el interesado deberá manifestar expresamente que acepta recibir notificaciones a través de esos medios;<br>VI. Periodo que se reporta;<br>VII. Los resultados de la cuantificación de sus Emisiones Directas e Indirectas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero, calculada conforme a la metodología aplicable determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento, y<br>VIII. La información específica a que se refiere el artículo siguiente.<br>Además de la información señalada en el párrafo anterior se anexarán el documento con el que se acredite la personalidad jurídica del representante legal y la copia de su identificación oficial, en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos.<br>Los Establecimientos Sujetos a Reporte que opten por efectuar el trámite a que se refiere este artículo a través de medios electrónicos, deberán observar las disposiciones conducentes previstas en la Ley de Firma Electrónica Avanzada y en su Reglamento. | |
| Artículo 14. La información que debe reportarse en materia de Emisiones Directas o Indirectas, considerando el tipo de Fuente Emisora, será:<br>I. Tratándose de Fuentes Fijas:<br>a. El resultado de las Emisiones Directas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero por todas las Fuentes Fijas de un mismo tipo de actividad;<br>b. El volumen consumido anualmente por tipo de combustible, y<br>c. Ubicación del Establecimiento Sujeto a Reporte cuyas Emisiones se reportan, y<br>II. En el caso de Fuentes Móviles:<br>a. Emisiones Directas por tipo de Gas o Compuesto de Efecto Invernadero;<br>b. Número y tipo de unidades, y | |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| c. Volumen consumido anualmente por tipo de combustible. | |
| Artículo 15. Los Establecimientos Sujetos a Reporte son responsables de la integridad, consistencia y precisión de la información que proporcionen al Registro.<br>El acuse de recibo de la Cédula de Operación Anual, sólo tendrá validez para efectos de entrega del reporte.<br>Cuando un Establecimiento Sujeto a Reporte inicie sus actividades u operaciones con posteridad al 1 de enero, el periodo de reporte será irregular, debiendo considerar la información correspondiente al periodo comprendido a partir del día en que comiencen actividades y el 31 de diciembre del año que se trate | |
| Capítulo IV Verificación<br>Sección I Sistema de Verificación | |
| Artículo 16. Los Establecimientos Sujetos a Reporte deberán, cada 3 años, adjuntar a la información que presenten para su integración al Registro, un Dictamen de Verificación, expedido por un Organismo acreditado y aprobado para tales efectos. | La promovente deberá cumplir con las obligaciones señaladas en el artículo. |

### II.7.3. Actualización de la estrategia de Cambio Climático Vision 10, 20, 40 años.

Este documento fue publicado en mayo de 2025, tiene como objetivo ser el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono, así como reflejar los objetivos de adaptación y mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero con un enfoque sistemático, descentralizado, participativo e integral, que establece las bases para que México contribuya al cumplimiento del Acuerdo de París. Este programa cuenta con 5 ejes estratégicos, 38 Líneas de acción y 49 acciones divididas en 8 sectores principales para mitigar la generación de gases de efecto invernadero. Así pues, la vinculación del proyecto con la LGEEPA, se muestra en la Tabla II- 16.

*Tabla II- 16. Vinculación del proyecto con la Actualización de la estrategia de Cambio Climático. Vision a 10, 20 y 40 años.*

| Líneas de acción | Vinculación |
|---|---|
| M6. Mitigación de gases de efecto invernadero para el sector industria | |
| M 6.1 Implementar acciones para el uso eficiente de la energía en la cadena productiva, incluyendo la cogeneración eficiente, el uso de energías renovables y alternativas, y la disminución de la huella de carbono. | Hasta el momento no se tiene un proyecto que contemple la generación de energía mediante fuentes renovables, sin embargo, la promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo el uso de energías limpias. |

| Líneas de acción | Vinculación |
|---|---|
| M 6.2 Elevar el nivel de uso de energías limpias y renovables en el sector industrial, para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GyCEI). | |
| M 6.3 Fomentar la sustitución de combustibles fósiles por combustibles más limpios usando fuentes renovables de energía, en los procesos industriales, especialmente aquellos que son más difíciles de electrificar. | El proyecto solo pretende usar gas natural para su funcionamiento. |
| M 6.4 Fomentar el uso de refrigerantes de bajo impacto en el clima y esquemas de eficiencia energética en el sector de la refrigeración y aire acondicionado para contribuir a la mitigación de GyCEI. | El proyecto no contempla el uso de refrigerantes. |
| M 6.5 Elevar el nivel de eficiencia energética promoviendo el diseño bioclimático, la ventilación natural y los aislantes térmicos, uso de materiales de base biológica como insumo, entre otros, para disminuir el uso de energía en procesos industriales. | El proyecto no contempla el uso de diseños bioclimáticos, ventilación natural o aislantes térmicos |
| M8. Mitigación de gases de efecto invernadero para el sector residuos | |
| M 8.1 Promover la Economía Circular en los sectores productivos y consumo, a través de la participación público y privada, con enfoque de género para la reducción de GyCEI. | El proyecto promueve la economía circular, ya que pretende el reciclaje de residuos peligrosos para obtener estaño y reingresarlo a la cadena productiva |
| M 8.2 Fortalecer el marco jurídico e institucional para la Economía Circular, incluyendo la responsabilidad extendida del productor, la trazabilidad y transparencia de la información, y la cooperación entre los sectores público, privado y social. | |
| M 8.3 Promover la educación y sensibilización ambiental para la adopción de prácticas de Economía Circular. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como el cambio climático y sus efectos en la población humana y en los ecosistemas naturales, así como las adaptaciones ante el cambio climático. |
| M 8.4 Fomentar el tratamiento de aguas residuales a nivel nacional, regional y local, asegurando una visión de largo plazo y aprovechar economías de escala, con la adecuación del marco regulatorio y tarifas para fomentar la reinversión y mejora continua, así como la reutilización de las aguas residuales tratadas. | El proyecto contará con edificaciones con elementos para el ahorro de agua, la captación de agua pluvial, el tratamiento y reúso de agua. |

### II.7.4. Programa Especial de Cambio Climático 2021 - 2024.

Este documento tiene por objetivo reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia. Este programa cuenta con 4 objetivos prioritarios, 24 estrategias prioritarias y 179 acciones puntuales que

el gobierno propone para combatir la vulnerabilidad del pueblo ante el cambio climático. Así pues, en la Tabla II- 17 se muestra la vinculación del proyecto con el programa.

*Tabla II- 17. Vinculación del proyecto con el Programa Especial de Cambio Climático 2021 a 2024.*

| Acciones puntuales | Vinculación |
|---|---|
| Objetivo prioritario 1.- Disminuir la vulnerabilidad al cambio climático de la población, los ecosistemas y su biodiversidad, así como de los sistemas productivos y de la infraestructura estratégica mediante el impulso y fortalecimiento de los procesos de adaptación y el aumento de la resiliencia. | |
| Estrategia prioritaria 1.2.- Promover la gestión integrada de los recursos hídricos del país considerando aspectos de cantidad y calidad de agua que aseguren el acceso equitativo de la población y sectores productivos, así como el mantenimiento de los servicios ambientales. | |
| .2.2 Fomentar el establecimiento de sistemas de captación, almacenamiento y cosecha de agua y de prácticas que incrementen su disponibilidad privilegiando zonas de alta vulnerabilidad hídrica. | La promovente contará en el proyecto con sistemas de captación de agua pluvial, junto con su agua tratada los reutilizará en el proyecto en las descargas sanitarias. |
| Estrategia prioritaria 1.5.- Proteger la infraestructura estratégica del país mediante la integración de criterios de adaptación en las fases de diseño, construcción, reconstrucción, mantenimiento y operación, para fortalecer su resistencia ante impactos del cambio climático. | |
| 1.5.3 Actualizar el diagnóstico de vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático de la infraestructura estratégica del sector salud. | La promovente en un apartado de su programa específico de protección civil deberá realizar un diagnóstico de la vulnerabilidad del proyecto ante el cambio climático y en otro apartado deberá realizar el diagnostico de riesgos y que hacer antes, durante y después de que se de algún desastre natural hidrológico, geológico, químico, etc. |
| 1.5.4 Impulsar la gestión integral de riesgos a favor de la infraestructura pública hidráulica, urbana, de salud y educativa. | |
| Objetivo prioritario 2.- Reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero a fin de generar un desarrollo con bienestar social, bajo en carbono y que proteja la capa de ozono, basado en el mejor conocimiento científico disponible. | |
| Estrategia prioritaria 2.1.- Impulsar la transición energética justa con énfasis en fuentes limpias, bajo un enfoque de derechos humanos para promover su generación y uso sustentable e incluyente. | |
| 2.1.1 Planificar la incorporación de energías limpias en la generación eléctrica, bajo condiciones de seguridad, calidad, continuidad y eficiencia; así como sostenibilidad económica del Sistema Eléctrico Nacional para alcanzar el 35% al año 2024. | Hasta el momento no se tiene un proyecto que contemple la generación de energía mediante fuentes renovables, sin embargo, la promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo el uso de energías limpias. |
| Estrategia prioritaria 2.5.- Promover la aplicación de tecnologías de punta y de procesos eficientes y limpios en la industria, a fin de fomentar el desarrollo competitivo, sustentable y bajo en carbono. | |
| 2.5.3 Promover la mitigación de emisiones generadas por las instalaciones que pertenecen a los sectores económicos reguladas por el Sistema de Comercio de Emisiones mediante actividades con el menor costo posible, incluyendo aquellas en los mecanismos flexibles de cumplimiento. | Se tienen medidas y sistemas para reducir la emisión de gases a la atmósfera por las actividades del proyecto: como sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un Transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |
| Estrategia prioritaria 2.6.- Promover, en coordinación con otros órdenes de gobierno, la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos bajo un enfoque de territorialidad y valorización. | |
| 2.6.1 Promover la mitigación de las emisiones de gas metano y CO2 asociadas al aprovechamiento energético de residuos no reciclables y/o reutilizables y con el valor calórico necesario en infraestructura existente que cuente con las condiciones de eficiencia para ello. | Se tienen medidas y sistemas para reducir la emisión de gases a la atmósfera por las actividades del proyecto: como sistema de filtración de humos (Ciclón apagachispas); filtro de mangas (casa de bolsas); sistema formado por un Transportador sinfín, una válvula alveolar y un ventilador de aspiración; tuberías de captación de humos y polvo; y campana de captación. |

| Acciones puntuales | Vinculación |
|---|---|
| Objetivo prioritario 3.- Impulsar acciones y políticas sinérgicas entre mitigación y adaptación, que abonen a los objetivos de desarrollo sostenible y atiendan la crisis climática, priorizando la generación de cobeneficios ambientales, sociales y económicos. | |
| Estrategia prioritaria 3.1.- Impulsar acciones para incrementar, preservar y restaurar las masas forestales y los ecosistemas naturales terrestres y acuáticos del país para contribuir a la adaptación al cambio climático y a la captura de carbono. | |
| 3.1.6 Promover la restauración de ecosistemas terrestres, insulares, marinos y de agua dulce, considerando el contexto del cambio climático. | El proyecto se encuentra dentro de un ecosistema urbano. Aun así, el proyecto contará con solo jardineras. |
| 3.1.7 Promover la conservación y restauración de los ecosistemas que contribuya a la permanencia y aumento de los sumideros terrestres de carbono | |
| Objetivo prioritario 4.- Fortalecer los mecanismos de coordinación, financiamiento y medios de implementación entre órdenes de gobierno para la instrumentación de la política de cambio climático, priorizando la co-creación de capacidades e inclusión de los distintos sectores de la sociedad con enfoque de derechos humanos. | |
| Estrategia prioritaria 4.6.- Fomentar la difusión, divulgación y educación ambiental para generar una cultura climática en el país y ciudadanizar la política pública frente al cambio climático. | |
| 4.6.6 Difundir y comunicar el conocimiento y contribuir a la educación y concientización de la población de forma incluyente en materia de cambio climático, para fortalecer la conciencia social, el desarrollo de una cultura climática. | La promovente deberá realizar pláticas de sensibilización en materia ambiental para sus trabajadores, incluyendo temas como el cambio climático y sus efectos en la población humana y en los ecosistemas naturales, así como las adaptaciones ante el cambio climático. |

## II.7.5. Bandos y reglamentos municipales.

### II.7.5.1. Bando municipal de Tultitlán de Mariano Escobedo.

Fue publicado en el Gaceta Municipal, Periódico Oficial del Gobierno de Tultitlán, el 30 de enero de 2025, es de orden público, interés social y observancia general en todo el territorio municipal; tiene por objeto regular la vida orgánica, política y administrativa del Municipio; así como precisar las atribuciones, derechos y obligaciones de sus habitantes, vecinas, vecinos y transeúntes. La vinculación del proyecto con el bando se presenta en la Tabla II- 18.

*Tabla II- 18. Vinculación del proyecto con el Bando Municipal de Tultitlán de Mariano Escobedo.*

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| Título Tercero. De la Población del Municipio<br>Capítulo II. De los Derechos y Obligaciones | |
| Artículo 17. Las personas que viven en el Municipio, dentro de su territorio, tienen las siguientes obligaciones: (...)<br>(...) VI. Prevenir el daño y el deterioro ambiental, lo que generará responsabilidad para quien lo cause; (...)<br>(...) IX. Respetar el uso de suelo que se establece en los Planes de Desarrollo Urbano; (...)<br>(...) XVII. Participar en el Sistema Municipal de Protección Civil para cumplir con los fines de carácter general y para enfrentar los casos de riesgos graves, catástrofes o calamidades públicas; (...)<br>(...) XXII. No arrojar o depositar desechos o desperdicios que dañen la sanidad pública, la flora, la fauna y los ecosistemas, generados por comercios, tales como: residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial, como escombro, cascajo, desechos de animales, entre otros, en las esquinas de las calles, en contenedores de basura instaladas en espacios públicos, así | La promovente esta enterada y deberá cumplir con lo señalado en el artículo. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| como derivados del petróleo, como solventes, gasolinas, aceites, sustancias combustibles, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, lixiviados y biológicas infecciosas, en instalaciones del sistema de agua potable, alcantarillado y drenaje municipal, arroyo vehicular, vía pública o predios baldíos; quienes realicen estos actos serán sancionados según la ley; (...)<br>(...) XXIV. No desperdiciar el agua; (...) | |
| Título sexto. De la Administración Municipal<br>Capítulo XI De la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente | |
| Artículo 64. Queda estrictamente prohibido:<br>I. La quema de cualquier desecho sólido en áreas públicas o privadas dentro del territorio municipal, que provoque contaminación atmosférica o de cualquier tipo;<br>II. Llevar a cabo el derribo, poda o trasplante del arbolado, que se encuentra en la vía pública o predios particulares, con la excepción de lo dispuesto en la fracción III del artículo 143 de este Bando. En el caso de arbolado con una altura igual o mayor a tres metros, se requiere autorización de la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente; la ejecución de la poda, derribo y/o traslado estará a cargo de la Dirección de Servicios Públicos;<br>III. Verter, descargar o infiltrar en redes colectoras, cuencas, vasos, ríos, barrancas, zanjas o cualquier cuerpo o corriente de agua de jurisdicción municipal, aguas residuales que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la normas oficiales mexicanas y técnicas estatales en la materia, así como verter o descargar contaminantes en el suelo, subsuelo y cualquier clase de cauce, vaso o acuífero, así como desarrollar cualquier actividad contaminante o interrumpir, rellenar, desecar o desviar flujos hidráulicos;<br>IV. Quemar basura, hojas de árboles, llantas o cualquier otro tipo de residuos y objetos que puedan afectar la calidad del aire; V. Desperdiciar el agua, lavar con manguera cualquier tipo de bien u objeto; y<br>VI. Atentar contra la flora y fauna endémica que se encuentre dentro del territorio municipal y en las áreas naturales protegidas, estatales y municipales. | Los residuos generados en el proyecto recibirán una gestión integral, tal como se describe en el capítulo II de este documento. Por lo que se tendrán áreas específicas para su almacenamiento temporal; se contratará empresas autorizadas para el transporte y disposición o reciclaje de los residuos generados en el proyecto; por lo que no hará la quema de sus residuos.<br>Las aguas residuales del proyecto serán tratadas antes de enviarlas al alcantarillado municipal, por lo que no se verterán o descargarán aguas que rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes.<br>Para la operación del proyecto no se requiere derribar, podar o trasplantar árboles o flora nativa o endémica, tampoco se verá afectada fauna nativa o endémica. |
| Título Octavo. Del Espacio Público y Actividad de los Particulares<br>Capítulo I Disposiciones Generales | |
| Artículo 100. Para el ejercicio de la actividad comercial, industrial o de prestación de servicios de los particulares regulada por el Ayuntamiento, se requiere de licencia, permiso, evaluación de impacto estatal o dictamen de giro vigente, otorgado por la autoridad competente, previa presentación de la documentación requerida. La licencia, permiso, dictamen o autorización expedido por la autoridad, según sea el caso, se deberá exhibir al público.<br>La licencia, permiso o autorización expedido por la autoridad municipal concede, solamente, el derecho al particular de ejercer la actividad comercial, industrial o de prestación de servicios, especificada en el documento y únicamente en el domicilio indicado para su realización, entendiendo que dicha autorización no otorga derechos sobre bienes de dominio público o de uso común, ni es transferible a terceros, salvo en los casos expresamente permitidos por la ley.<br>No es válida la licencia, permiso o autorización que contenga fe de erratas o corrección, datos que generen incertidumbre sobre la persona a quien se otorgó o la fecha en que se expidió, o que tenga enmendadura, testado, raspado, tachado o que esté maltratada, de manera que sea ilegible o genere incertidumbre en los datos que contiene. No se | La promovente deberá obtener los permisos que le correspondan de los señalados en este artículo. |

| Artículo | Vinculación |
|---|---|
| reconocen efectos jurídicos a la licencia, permiso o autorización que no esté debidamente firmada por la servidora pública autorizada o el servidor público autorizado, siendo no delegable la firma de la servidora pública o del servidor público que debe estar contenida en la licencia, permiso o autorización.<br>No se permitirá la creación de tiraderos clandestinos de residuos sólidos urbanos, o de cualquier otra índole. | |
| Artículo 104. Las personas físicas o jurídicas colectivas que realicen actividades comerciales, industriales o de prestación de servicios, se harán responsables de los residuos sólidos urbanos o de manejo especial que generen, desde su fuente de origen hasta su recolección, separación, transporte y disposición final, pudiendo convenir con una prestadora o un prestador de servicios autorizado para tales fines o con el Ayuntamiento.<br>Los generadores y prestadores de servicios mencionados en el párrafo anterior se inscribirán en el registro municipal correspondiente, a través de la Dirección de Servicios Públicos. | Los residuos generados en el proyecto recibirán una gestión integral, tal como se describe en el capítulo II de este documento. Por lo que se tendrán áreas específicas para su almacenamiento temporal; se contratará empresas autorizadas para el transporte y disposición o reciclaje de los residuos generados en el proyecto. |
| Capítulo II. De las Licencias, Permisos y Autorizaciones | |
| Artículo 107. Para las actividades que se enumeran a continuación, se necesita obtener una licencia, permiso o autorización de la Autoridad municipal: (...)<br>III. El ejercicio de cualquier actividad comercial, industrial y/o de prestación de servicios; (...) | La promovente obtendrá todos los permisos necesarios ante el municipio para ejecutar su actividad. |
| Capítulo III Del Funcionamiento de Establecimientos Comerciales y de Servicios. | |
| Artículo 111. Los establecimientos de comercio, industria o servicios sean públicos o privados, deberán disponer de servicios de estacionamiento y sanitario, así como cumplir con los requisitos que establece el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y las disposiciones legales y reglamentarias vigentes. | La promovente da cumplimiento a lo señalado en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, y otras disposiciones legales, tal como se señal en los apartados anteriores. |

# Contenido

CAPITULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA. ..... 6

III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas ..... 6

III.1.1 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica (RE) ..... 6

III.1.2 Criterios para la delimitación del Área de influencia (AI) ..... 9

III.2 Análisis de los Componentes Ambientales al Interior de la Región Ecológica ..... 10

III.2.1 Componente abiótico ..... 10

III.2.1.1 Clima ..... 10

III.2.1.1.1 Tipo de clima ..... 10

III.2.1.1.2 Fenómenos climatológicos ..... 11

III.2.1.1.3 Temperatura promedio ..... 15

III.2.1.1.4 Evaporación promedio mensual ..... 16

III.2.1.1.5 Vientos dominantes ..... 16

III.2.1.1.6 Precipitación pluvial ..... 17

III.2.1.2 Geología y Geomorfología ..... 17

III.2.1.2.1 Características litológicas del área ..... 17

III.2.1.2.2 Características Geomorfológicas ..... 18

III.2.1.3 Suelos ..... 27

III.2.1.3.1 Uso de suelo y vegetación ..... 27

III.2.1.4 Hidrología Superficial y Subterráneas ..... 28

III.2.1.4.1 Hidrología superficial ..... 28

III.2.1.4.2 Hidrología subterránea ..... 31

III.2.1.5 Incidencias del Proyecto ..... 32

III.2.2 Componente Biótico ..... 33

III.2.2.1 Flora ..... 33

III.2.2.1.1 Metodología ..... 33

III.2.2.1.2 Resultados ..... 38

III.2.2.2 Fauna ..... 48

III.2.2.2.1 Metodología ..... 49

III.2.2.2.2 Resultados ..... 55

III.2.3 Componente Socioeconómico ..... 66

III.2.3.1 Demografía ..... 66

III.2.3.1.1 Dinámica de la población ..... 66

III.2.3.1.2 Crecimiento y distribución de la población ..... 67

III.2.3.1.3 Estructura por sexo y edad ..... 67
III.2.3.1.4 Natalidad y mortalidad ..... 68
III.2.3.1.5 Población económicamente activa ..... 68
III.2.3.2 Factores Socioculturales ..... 76
III.2.3.2.1 Uso de los recursos naturales ..... 76
III.2.3.2.2 Nivel de aceptación del proyecto ..... 79
III.2.3.2.3 Valoración de espacios y sitios ..... 79
III.2.3.2.4 Patrimonio histórico ..... 80
III.3 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica. ..... 81
III.3.1 Paisaje ..... 82
III.3.1.1 Valor del paisaje ..... 82
III.3.1.2 Método de evaluación ..... 82
III.3.1.2.1 Calidad del paisaje ..... 82
III.3.1.2.2 Fragilidad del paisaje ..... 84
III.3.1.2.3 Clasificación del paisaje ..... 86
III.3.1.3 Resultados ..... 87
III.3.1.3.1 Condiciones actuales del Área del Proyecto y la Región Ecológica ..... 87
III.3.1.3.2 Calidad visual del paisaje ..... 91
III.3.1.3.3 Fragilidad visual del paisaje ..... 93
III.3.1.3.4 Clasificación del paisaje ..... 95
III.4 Problemáticas Ambientales en la Región Ecológica. ..... 96

## Contenido de Tablas

Tabla III- 1. Tabla de incidencias del proyecto. ..... 32
Tabla III- 2. Coordenadas de los sitios de verificación de flora para el proyecto. ..... 38
Tabla III- 3 Riqueza y abundancia encontradas en el proyecto y la Región Ecológica. ..... 41
Tabla III- 4. Especies registradas en alguna categoría de protección. ..... 42
Tabla III- 5. Origen y distribución de las especies registradas. ..... 43
Tabla III- 6. Riqueza y abundancia encontradas en el uso de suelo de Asentamientos Humanos en el proyecto y en la Región Ecológica. ..... 44
Tabla III- 7. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en el uso de suelo de Asentamientos Humanos del proyecto y en la Región ecológica. ..... 45
Tabla III- 8. Especies registradas en el uso de suelo de asentamientos humanos del proyecto y en la Región Ecológica en alguna categoría de protección. ..... 45
Tabla III- 9. Origen y distribución de las especies registradas en el uso de suelo de Asentamientos Humanos del proyecto y en la Región Ecológica. ..... 46
Tabla III- 10. Riqueza y abundancia encontradas la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto. ..... 46

Tabla III- 11. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto. ..... 47
Tabla III- 12. Especies registradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto en alguna categoría de protección. ..... 47
Tabla III- 13. Origen y distribución de las especies registradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto. ..... 48
Tabla III- 14. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de fauna para el AP y la RE. ..... 56
Tabla III- 15. Abundancia de las especies de la herpetofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. ..... 57
Tabla III- 16. Especies de reptiles registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución. ..... 58
Tabla III- 17 Abundancia de las especies de la mastofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. ..... 60
Tabla III- 18. Especies de mamíferos registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución. ..... 61
Tabla III- 19. Abundancia de las especies de aves registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. ..... 62
Tabla III- 20. Especies de aves registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución. ..... 63
Tabla III- 21. Valores de los índices de diversidad de la herpetofauna registrada en campo. ..... 64
Tabla III- 22. Valores de los índices de diversidad de la mastofauna registrada en campo. ..... 65
Tabla III- 23. Valores de los índices de diversidad de la ornitofauna. ..... 66
Tabla III- 24. Evolución Demográfica de Tultitlán (Elaboración DIPPE 2025-2027, con base en DIPPE 2022-2024, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Censos de Población y Vivienda, 1990, 2000, 2010, 2020 y Encuesta Intercensal 2015). ..... 67
Tabla III- 25. Estadísticas vitales 2015-2019 en Tultitlán (Fuente: Elaboración propia de la DIPPE 202-2024, con datos de IGECEM, Estadística Básica Municipal 2020). ..... 68
Tabla III- 26. Población económicamente activa (PEA) en Tultitlán, año 2020. Fuente: Elaboración DIPPE 2025-2027, con información del INEGI, Principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2020. ..... 76
Tabla III- 27. Elaboración DIPPE 2025-2027, con información del Atlas de Peligros y Riesgos 2024, Municipio de Tultitlán (Fuente: Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Tultitlán Op. Cit., pág. 200). ..... 78
Tabla III- 28. Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje ..... 83
Tabla III- 29 Niveles y rangos de la calidad visual del paisaje. ..... 84
Tabla III- 30. Matriz de evaluación de la fragilidad del paisaje. ..... 85
Tabla III- 31. Nivel y rangos de la fragilidad del paisa. ..... 86
Tabla III- 32. Tabla clases de fragilidad y calidad visual- ..... 86
Tabla III- 33 Matriz de la calidad visual del paisaje. ..... 91
Tabla III- 34. Matriz fragilidad visual del paisaje. ..... 93
Tabla III- 35. Clasificación del paisaje según su calidad y fragilidad visual. ..... 95

## Contenido de Figuras

Figura III- 1. Delimitación de la RE. ..... 6
Figura III- 2. Delimitación de la RE-2. ..... 7
Figura III- 3. Delimitación de la RE-3. ..... 7

Figura III- 4. Delimitación de la RE-4. ..... 8
Figura III- 5. Región Ecológica. ..... 9
Figura III- 6. Área de influencia. ..... 10
Figura III- 7. Clima presente en el área del proyecto y en la región ecológica. ..... 11
Figura III- 8. Vulnerabilidad a ciclones tropicales. ..... 12
Figura III- 9. Vulnerabilidad a Inundaciones. ..... 12
Figura III- 10. Vulnerabilidad por sequias. ..... 13
Figura III- 11. Vulnerabilidad por tormentas eléctricas. ..... 13
Figura III- 12. Vulnerabilidad por granizo. ..... 14
Figura III- 13. Vulnerabilidad por ondas cálidas. ..... 14
Figura III- 14. Vulnerabilidad por bajas temperaturas. ..... 15
Figura III- 15. Temperatura media normal, máxima y mínima registradas por la estación climatológica más cercana al proyecto y a la RE. ..... 16
Figura III- 16. Evaporación media en la zona. ..... 16
Figura III- 17. Precipitación pluvial durante el año 2020. ..... 17
Figura III- 18. Características litológicas. ..... 18
Figura III- 19. Provincia fisiográfica. ..... 19
Figura III- 20. Subprovincia fisiográfica. ..... 20
Figura III- 21. Topoformas. ..... 21
Figura III- 22. Características geomorfológicas. ..... 22
Figura III- 23. Relieve. ..... 23
Figura III- 24. Fallas y fracturas presentes. ..... 24
Figura III- 25. Vulnerabilidad por sismos. ..... 25
Figura III- 26. Vulnerabilidad por tsunamis. ..... 25
Figura III- 27. Susceptibilidad de laderas. ..... 26
Figura III- 28. Vulnerabilidad al riesgo por volcanes. ..... 26
Figura III- 29. Suelos presentes en el área de estudio y en la región ecológica. ..... 27
Figura III- 30. Uso de suelo y vegetación. ..... 28
Figura III- 31. Región hidrológica. ..... 29
Figura III- 32. Cuenca hidrológica. ..... 30
Figura III- 33. Subcuenca hidrológica. ..... 31
Figura III- 34. Acuífero. ..... 32
Figura III- 35. Uso de suelo y vegetación del proyecto. ..... 33
Figura III- 36. Toma de coordenadas. ..... 34
Figura III- 37 Toma de datos y captura de información de campo. ..... 35
Figura III- 38 Algunas bibliografías usadas para la identificación de especies del proyecto. ..... 36
Figura III- 39. Ubicación de los sitios de verificación de flora para el proyecto. **¡Error! Marcador no definido.**
Figura III- 40. Ubicación de los sitios de verificación de flora para la Región Ecológica. ..... 40
Figura III- 41. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en el AP y en la RE del proyecto. ..... 42
Figura III- 42. Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-1993. ..... 43
Figura III- 43. Búsqueda activa de anfibios y reptiles en microhábitats. ..... 49
Figura III- 44. Bibliografías sobre la herpetofauna. ..... 50
Figura III- 45. Registros indirectos de Canis lupus familiaris-Perro doméstico (huella izq. y excremento der.) ..... 50
Figura III- 46. Preparación y colocación de trampas tipo Sherman para roedores. ..... 51

Figura III- 47. Observación de aves mediante binoculares izq.) y observación de aves en el sitio de muestreo (Melanerpes aurifrons: Carpintero cheje (der.). 52
Figura III- 48. Guía de aves (izq.) y atlas de fauna y flora del Edo. Méx (der.). Utilizadas para la identificación de algunas especies. 52
Figura III- 49. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna para el proyecto. 56
Figura III- 50. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna para la Región Ecológica. 57
Figura III- 51. Especie registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica; Sceloporus grammicus, registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr) y UICN (LC). 58
Figura III- 52. Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-1993. 59
Figura III- 53. Composición de la mastofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. 60
Figura III- 54. Especies Mus musculus (Ratón casero eurasiático) registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. 61
Figura III- 55. Composición de ornitofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica. 62
Figura III- 56. Especies registradas en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica: Quiscalus mexicanus (Zanate mayor) izq. y Setophaga coronata (Chipe rabadilla amarilla) Der. 64
Figura III- 57. Índices de diversidad de la mastofauna. 65
Figura III- 58. Índices de diversidad de la ornitofauna. 66
Figura III- 59. Pirámide poblacional, datos económicos 2020. Censo de Población y vivienda INEGI, 2020. 68
Figura III- 60. Población económicamente activa del Estado de México, periodo 2012-2024, mostrada por trimestre. 69
Figura III- 61. Población económicamente activa del Estado de México por género, periodo 2012-2024, mostrada por trimestre. 70
Figura III- 62. Población ocupada en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre. 71
Figura III- 63. Población ocupada por género en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre. 72
Figura III- 64. Población ocupada entre trabajos formales e informales, en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrado por trimestre. 73
Figura III- 65. Tasa de desempleo en el estado de México, periodo 2011-2025, mostrada por trimestre. 74
Figura III- 66. Tasa de desempleo en el Estado de México, por género. Para el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre. 75
Figura III- 67. Clima en la Región Ecológica. 87
Figura III- 68. Topografía de la Región Ecológica. 88
Figura III- 69. Perfil de elevación en la Región ecológica. 88
Figura III- 70. Perfil de elevación del área de proyecto y área de influencia. 89
Figura III- 71. Zonas de cultivo (izquierda) asentamientos humanos (derecha). 89
Figura III- 72. Vegetación presente en la RE 90
Figura III- 73. Fauna registrada en la Región Ecológica. 91
Figura III- 74. Mapa de Cuenca Visual. 95

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

## III.1 Elementos utilizados para la delimitación de la Región o Regiones Ecológicas

### III.1.1 Criterios para la delimitación de la Región Ecológica (RE)

La base de la Región Ecológica (RE) fue la capa de Topoformas, con la cual se delimitó el oeste, gran parte del este y gran parte del sur de la RE (ver Figura III- 1).

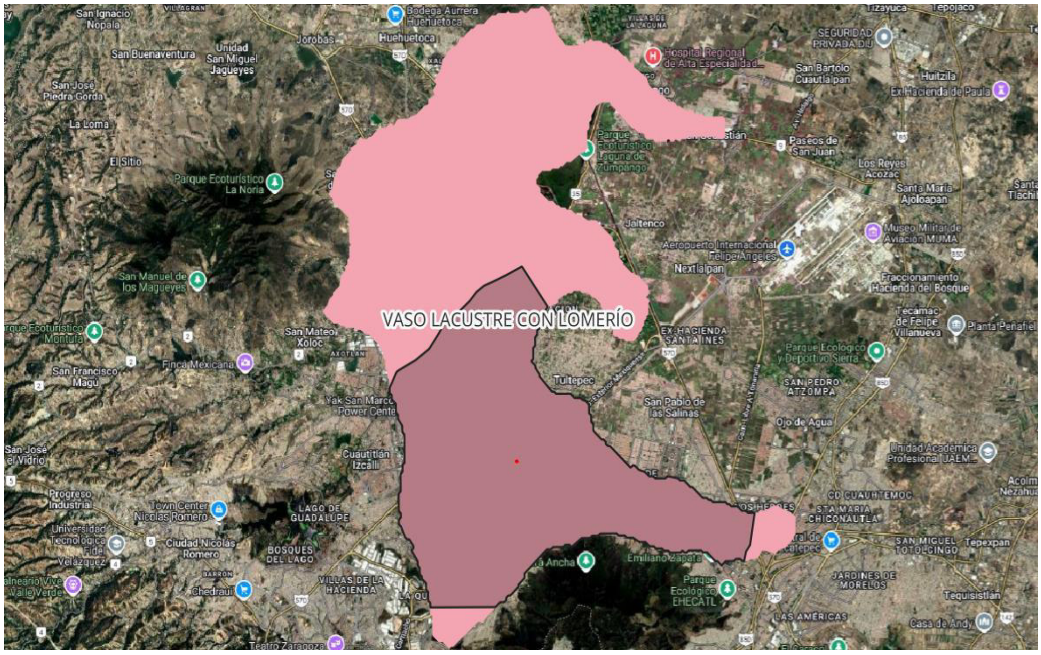



*Figura III- 1. Delimitación de la RE.*

Posteriormente, una parte del este de la RE se cortó con el Clima (ver Figura III- 2).

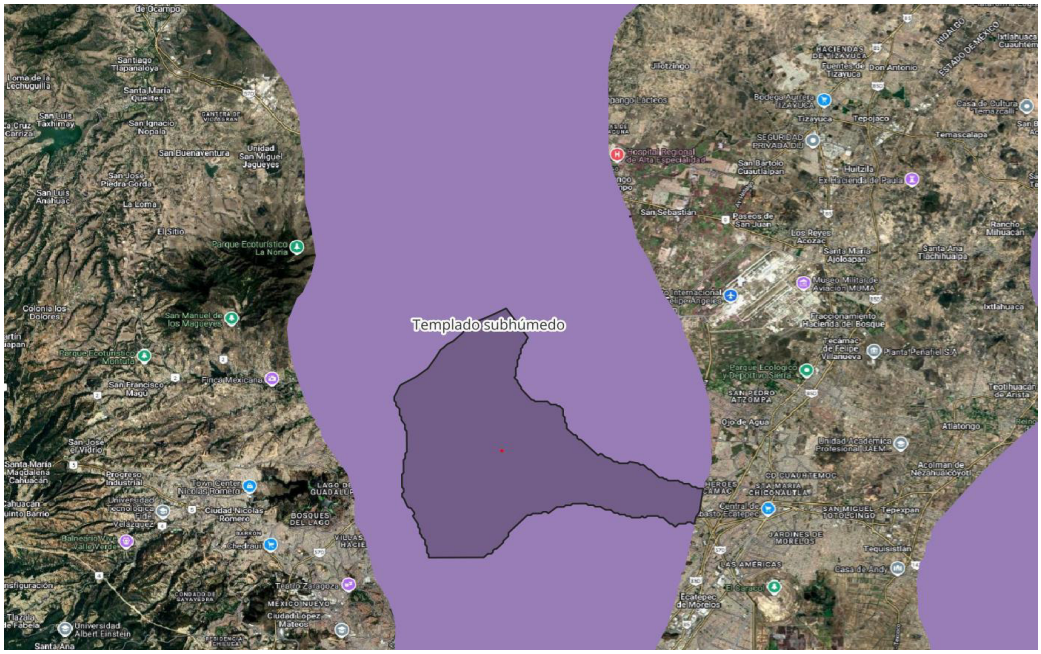



*Figura III- 2. Delimitación de la RE-2.*

Posteriormente, una parte del sur de la RE se cortó con el Clima (ver Figura III- 3).

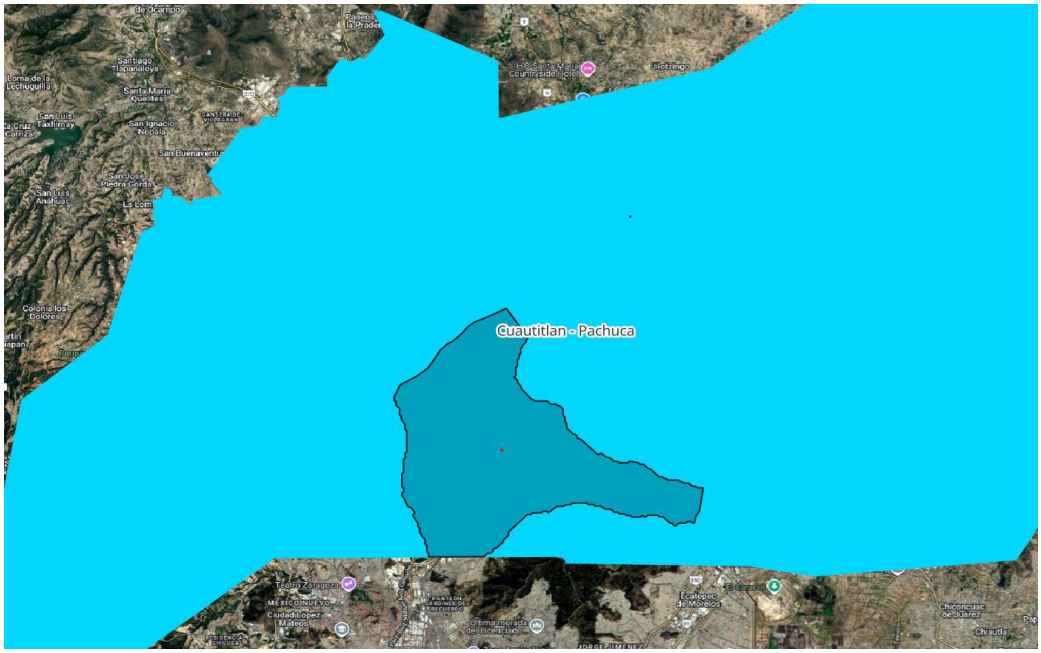



*Figura III- 3. Delimitación de la RE-3.*

Por último, se cortó el norte de la RE con las subcuencas hidrográficas (ver Figura III- 4).

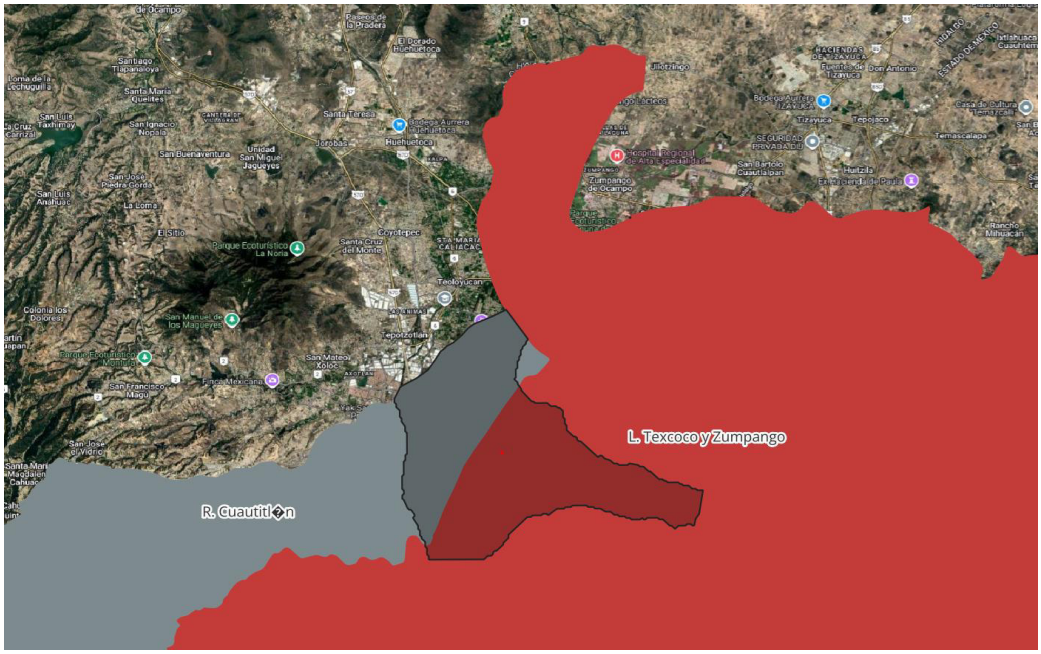



*Figura III- 4. Delimitación de la RE-4.*

Al final se estructuro la Región Ecológica de la siguiente manera (Figura III- 5), con una superficie de total de 13,031.9037 ha.

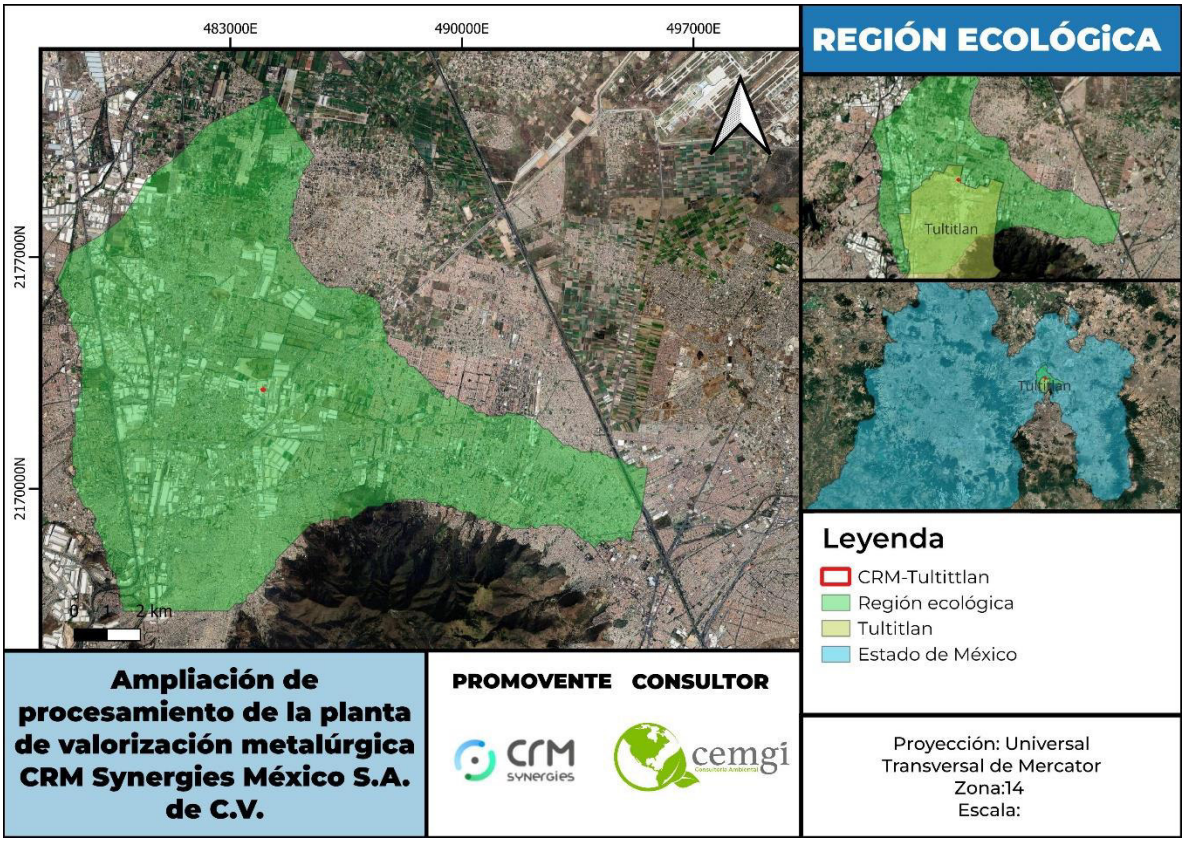



*Figura III- 5. Región Ecológica.*

### III.1.2 Criterios para la delimitación del Área de influencia (AI)

La delimitación del área de influencia se realizó considerando las afectaciones ambientales directas e indirectas en la zona. Al ser una zona industrial el ambiente se encuentra perturbado; los servicios básicos para su funcionamiento se encuentran a la mano, así como las rutas de transporte factibles para su uso; de igual manera, las comunidades que pudiesen ser beneficiadas con la generación de empleos, así como el derrame económico de esta industria, son muy cercanas al área del proyecto (ver Figura III- 6). Alrededor del área del proyecto se puede observar industria, viviendas, y zonas de cultivo.

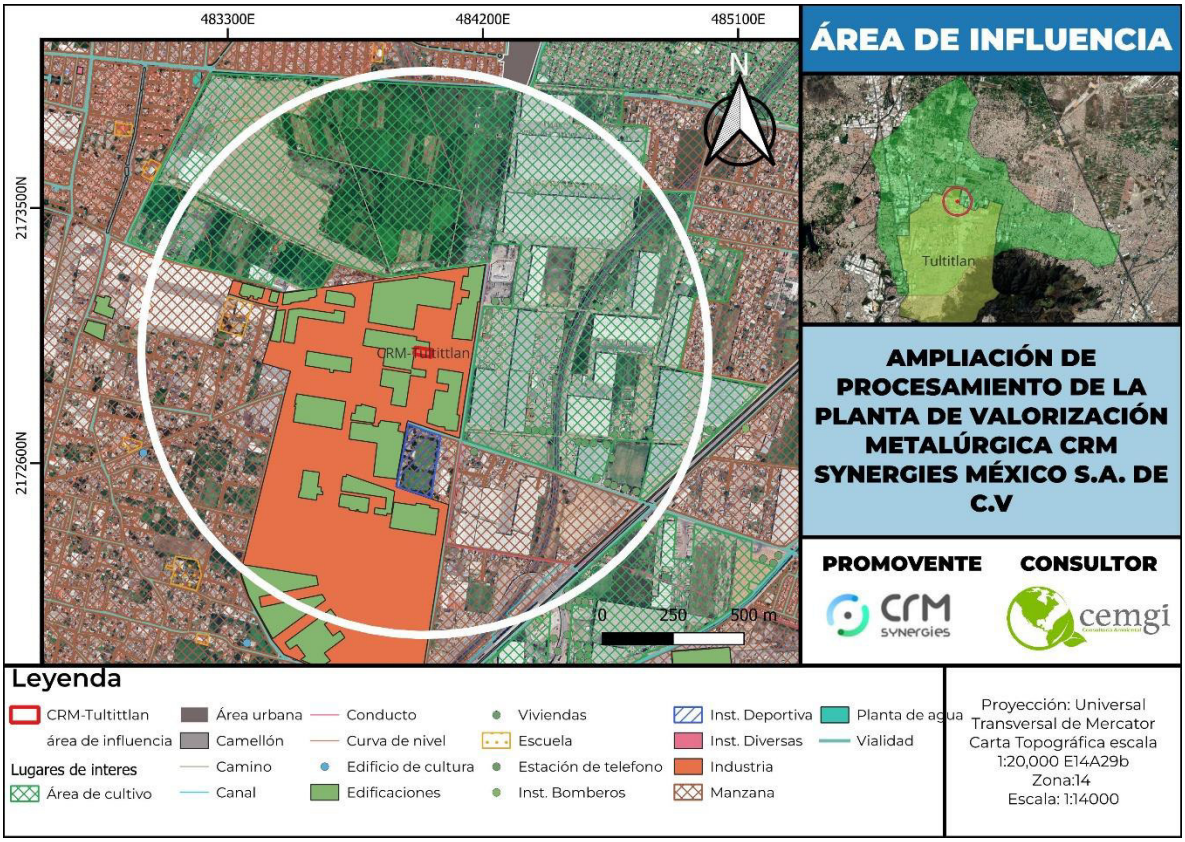



*Figura III- 6. Área de influencia.*

# III.2 Análisis de los Componentes Ambientales al Interior de la Región Ecológica

## III.2.1 Componente abiótico

### III.2.1.1 Clima

#### III.2.1.1.1Tipo de clima

Con base en la capa de Unidades climáticas de INEGI (2008a) el clima de la región ecológica, el área de influencia y el área del proyecto corresponde a C(w0)(w) el cual es un tipo de clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Esto significa que la temperatura media del mes más frío está entre -3°C y 18°C, la temperatura media del mes más cálido es mayor a 10°C, y la precipitación se concentra principalmente en la mitad cálida del año, con el mes más lluvioso teniendo al menos 10 veces la cantidad de lluvia que el mes más seco (ver Figura III- 7).

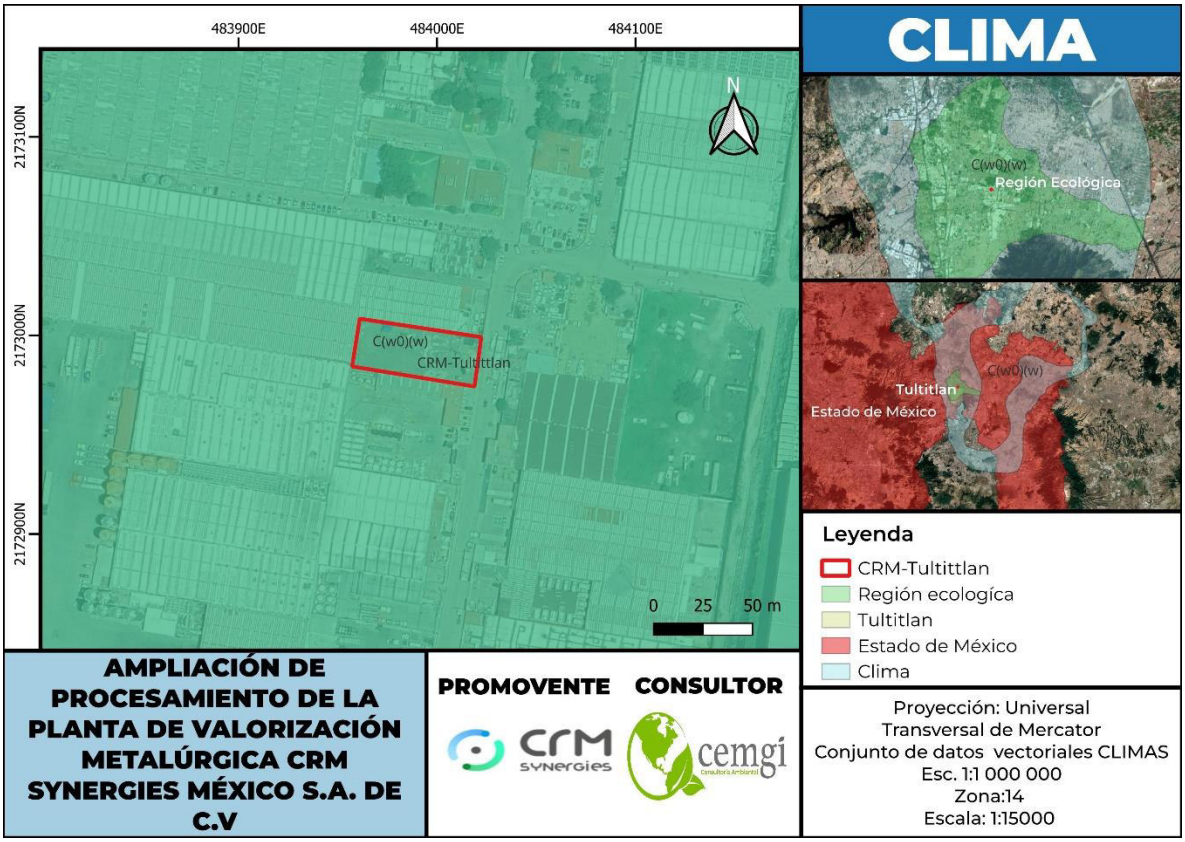



*Figura III- 7. Clima presente en el área del proyecto y en la región ecológica.*

#### III.2.1.1.2 Fenómenos climatológicos

Según los datos consultados en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, la zona en la cual se encuentra el proyecto presenta un riesgo muy bajo en cuanto a afectación por ciclones tropicales.

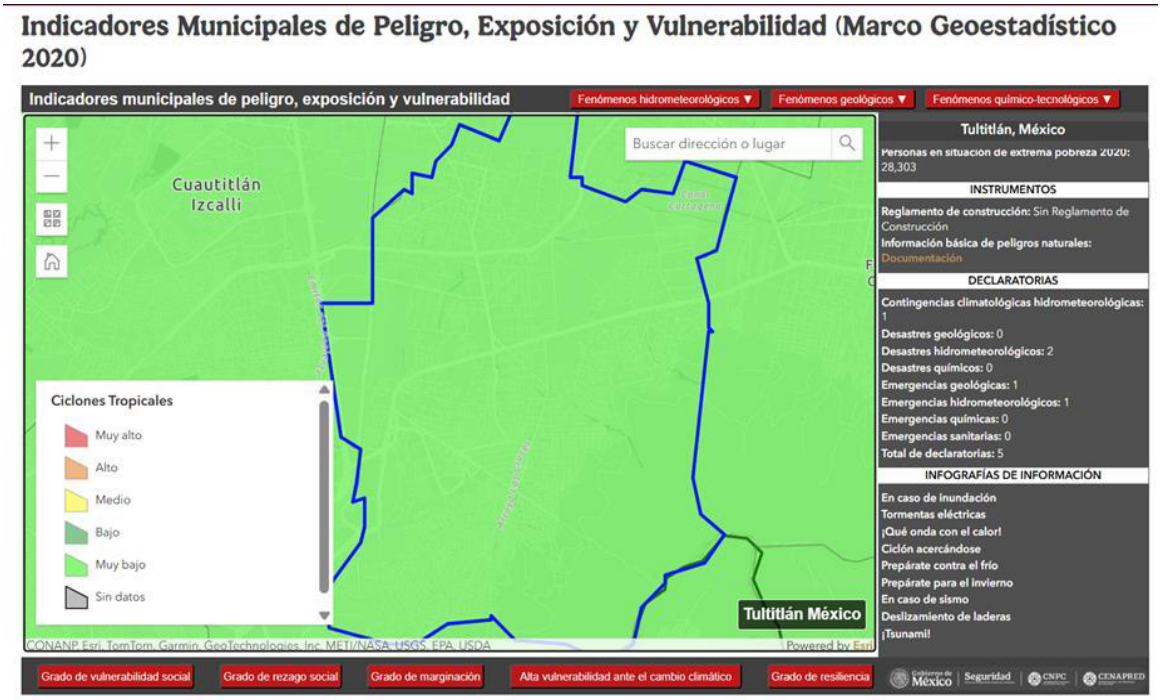



*Figura III- 8. Vulnerabilidad a ciclones tropicales.*

De la misma manera, los datos consultados nos muestran que el riesgo de inundaciones es muy alto.

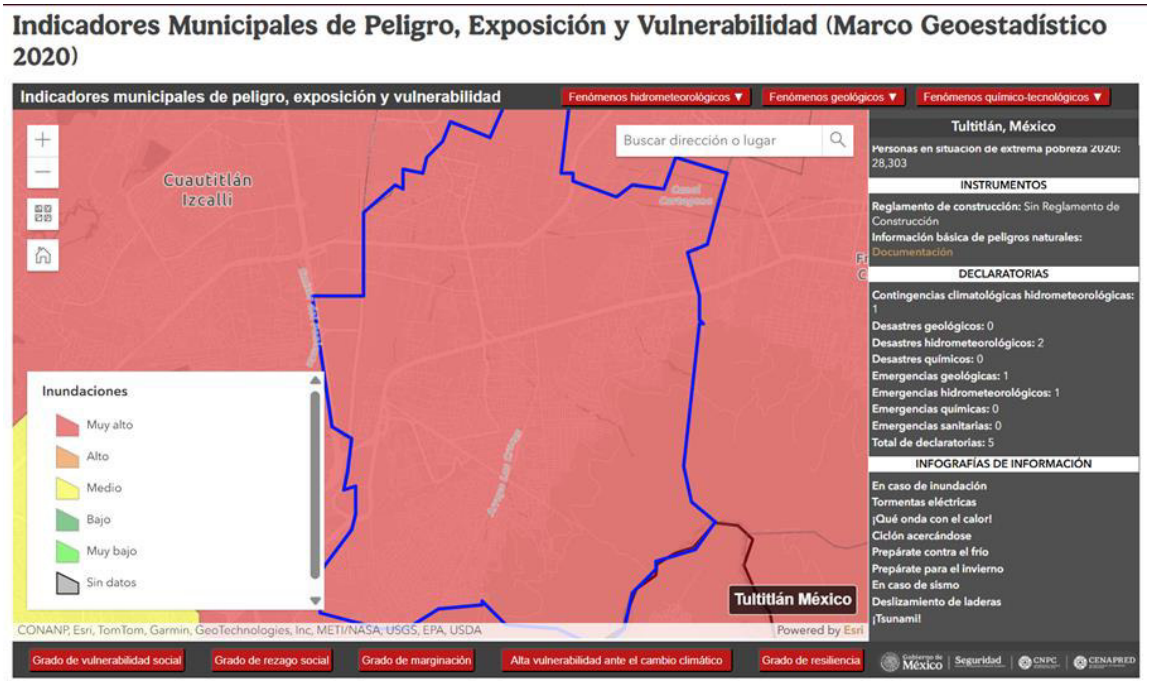



*Figura III- 9. Vulnerabilidad a Inundaciones.*

Para el riesgo por sequias nos arroja un riesgo medio para esta zona

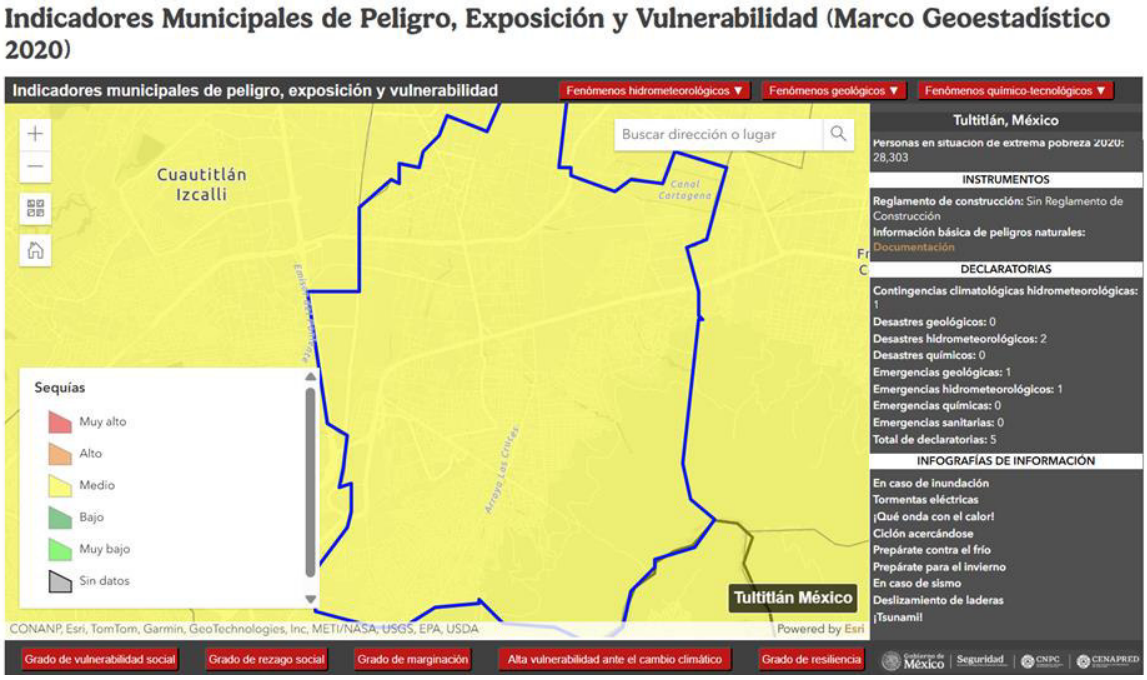



*Figura III- 10. Vulnerabilidad por sequias.*

Para riesgo por tormentas eléctricas nos muestra un riesgo medio.




*Figura III- 11. Vulnerabilidad por tormentas eléctricas.*

De igual manera el riesgo por granizo para esta zona se marca como alto.

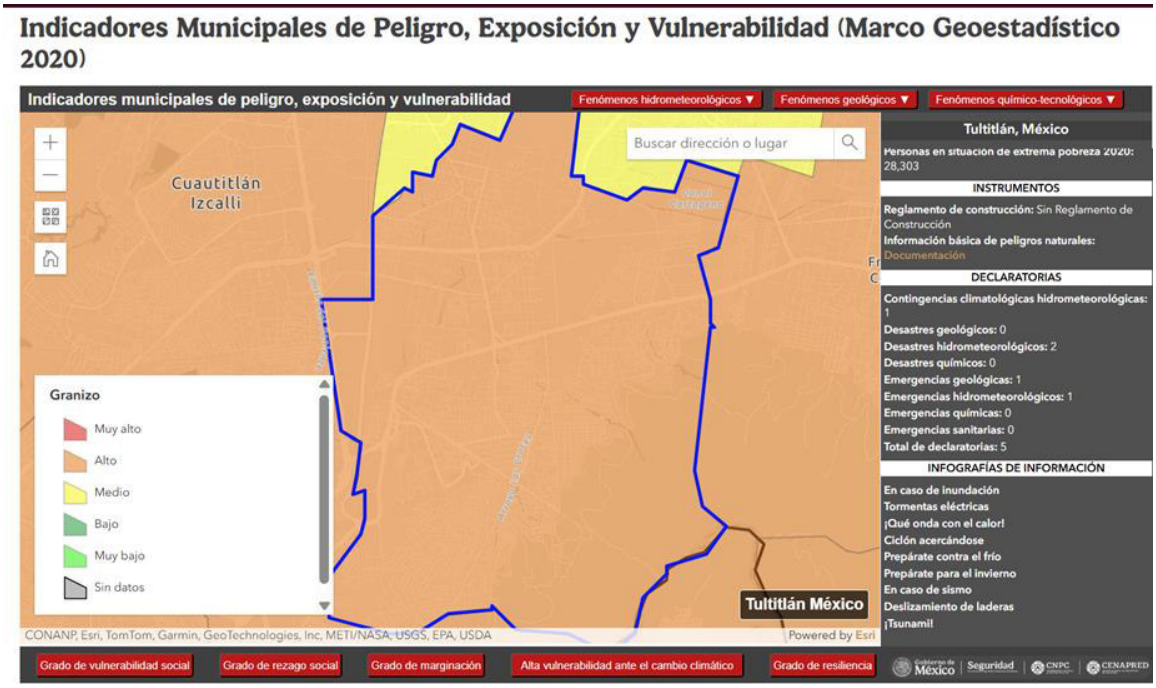



*Figura III- 12. Vulnerabilidad por granizo.*

Por otra parte, el riesgo por oleadas cálidas se muestra como riesgo bajo.

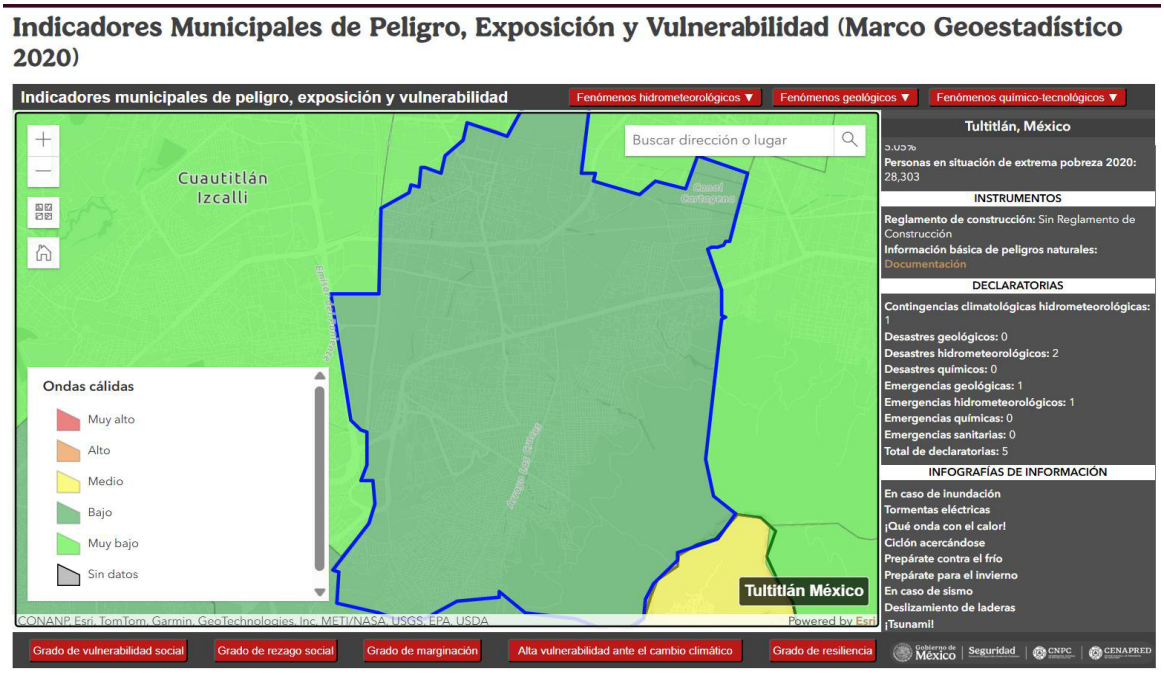



*Figura III- 13. Vulnerabilidad por ondas cálidas.*

Así mismo el riesgo por bajas temperaturas resulta ser medio.

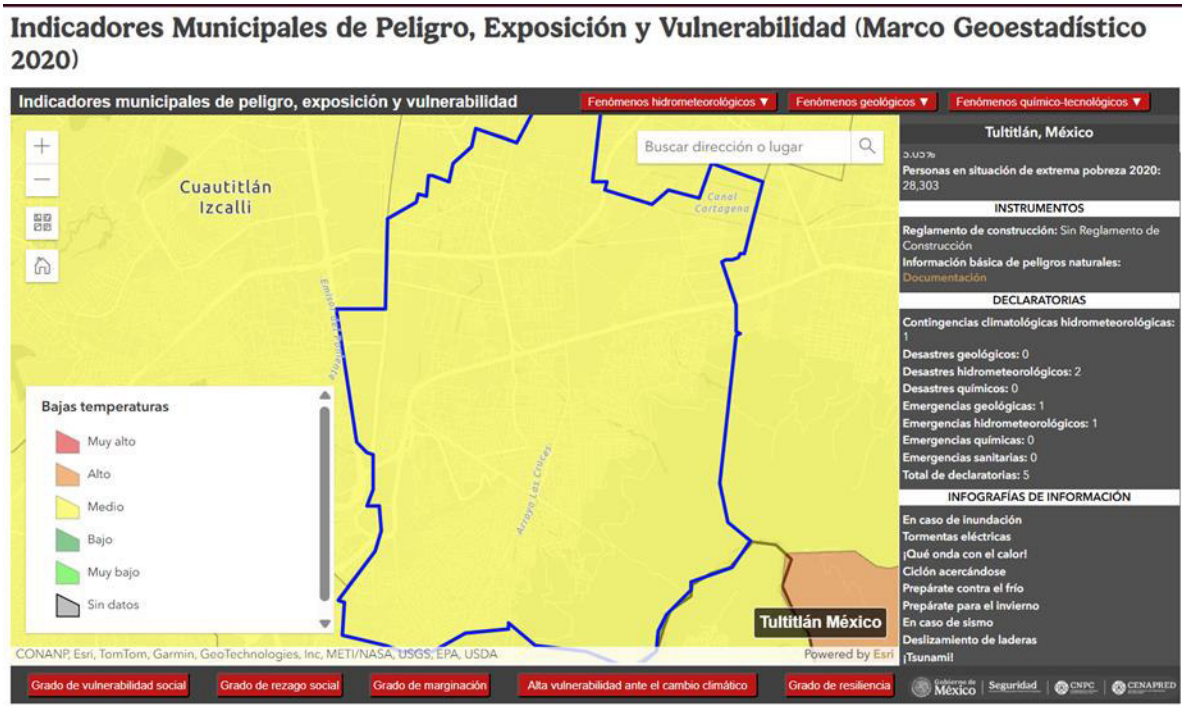



*Figura III- 14. Vulnerabilidad por bajas temperaturas.*

#### III.2.1.1.3 Temperatura promedio

Con la finalidad de realizar un análisis de las condiciones climáticas que prevalecen en la Región Ecológica (RE) y en el Área del Proyecto (AP), se realizó la consulta y análisis de los parámetros climatológicos registrados en la estación climatología más cercana con datos. Esta corresponde a la estación 15098 “SAN MARTIN OBISPO” pertenece al organismo CONAGUA y se encuentra ubicada hacia la parte SUR de la RE.

Se tomaron los datos disponibles desde el año 1975 a 2025, obteniendo como resultados que el RE tiene una temperatura media anual de 16°C, siendo los meses de abril, mayo y junio los más calurosos, mientras noviembre, diciembre y enero son los que reportan las temperaturas más bajas (ver Figura III- 15).

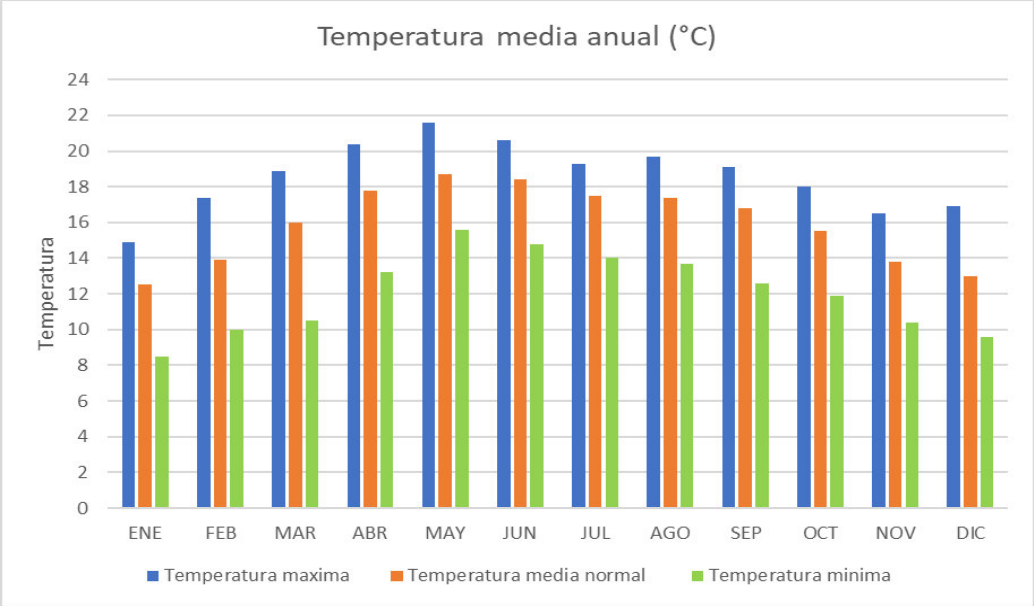



*Figura III- 15. Temperatura media normal, máxima y mínima registradas por la estación climatológica más cercana al proyecto y a la RE.*

#### III.2.1.1.4 Evaporación promedio mensual

La evaporación media mensual es de 164.mm, se puede apreciar en la Figura III-16 está a lo largo del año es proporcional a las temperaturas reportadas, siendo mayor la evaporación entre abril y junio y disminuyendo entre noviembre a enero (ver Figura III- 16)

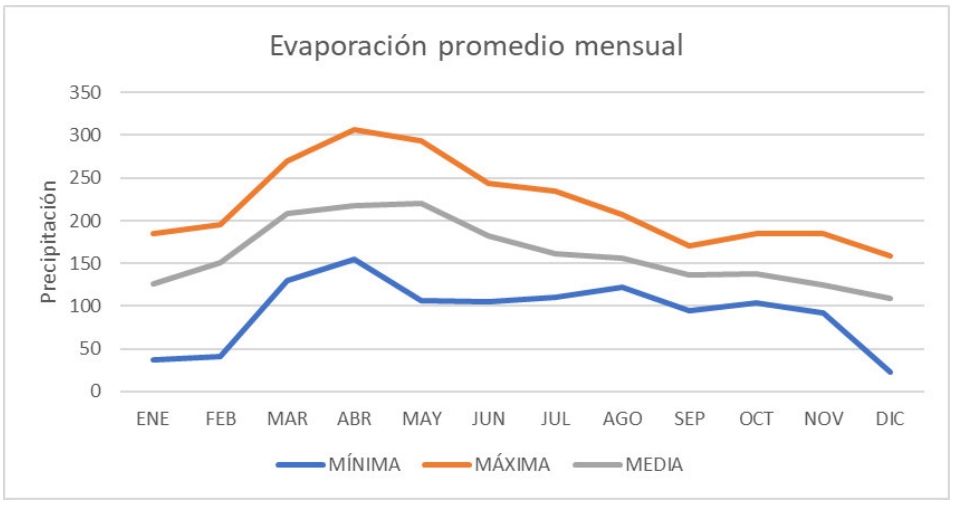



*Figura III- 16. Evaporación media en la zona.*

#### III.2.1.1.5 Vientos dominantes

Se utilizaron los datos de la estación meteorológica automática (EMA) más cercana, denominada "Escuela Nacional de Ciencias Biológicas II", ubicada en las coordenadas 485150, 2156183 a 17.009 km al sur del área del proyecto. El análisis de los datos correspondientes a los últimos 30 días, muestra

que el viento sopla predominantemente hacia el norte, representando el 99.18% de las mediciones en esta dirección.

De acuerdo con los datos obtenidos de la estación a rapidez del viento va de 1.7 km/h a 12.3 km/ teniendo un promedio de 5.14 km/h.

#### III.2.1.1.6 Precipitación pluvial

Los datos registrados en la estación climatología 15098 “SAN MARTIN OBISPO” muestran que el promedio mensual de precipitación pluvial durante el año 2020 (el último año con un registro completo) es de 34.95666667mm, siendo el mes con mayor precipitación agosto con 140.3 mm y el menor noviembre con 0.03 mm (ver Figura III- 17).

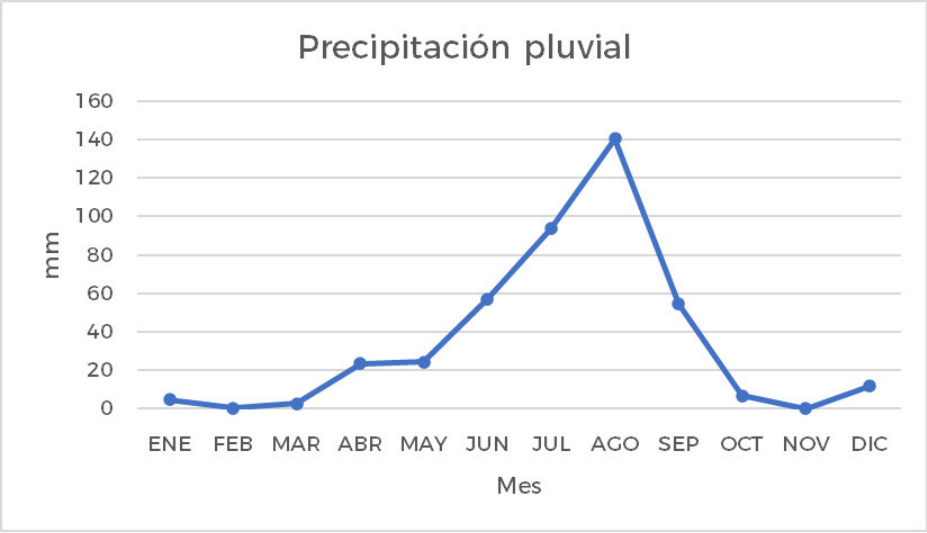



*Figura III- 17. Precipitación pluvial durante el año 2020.*

### III.2.1.2 **Geología y Geomorfología**

#### III.2.1.2.1 Características litológicas del área

Los datos Consultados en la capa geográfica “litología” muestran que el terreno está constituido por roca sedimentaria, así como sedimentos aluviales, los cuales son depósitos de aluvión (ver Figura III-18).

El aluvión, material parental de los suelos aluviales, es el sedimento depositado por sistemas fluviales como ríos y arroyos, presentándose en todos los climas y subyace a superficies geomórficas cuya antigüedad varía desde la actualidad hasta millones de años. (Michael J. Goss, 2023).

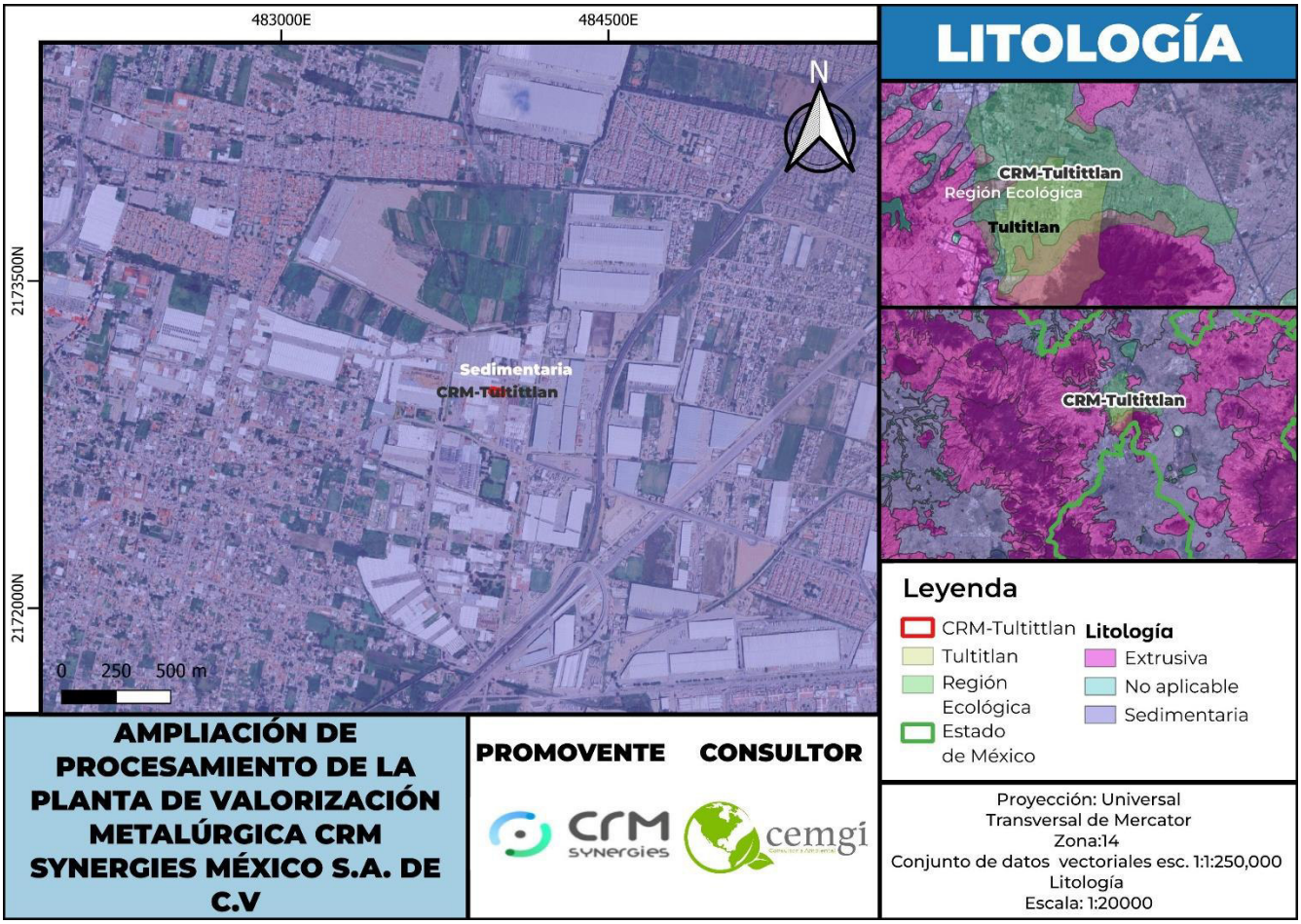



*Figura III- 18. Características litológicas.*

#### III.2.1.2.2 Características Geomorfológicas

##### III.2.1.2.2.1 Provincia fisiográfica

Conforme a la capa geográfica “Provincias fisiográficas” el área de proyecto, el área de influencia y la región ecológica se encuentra dentro de la provincia “Eje Neovolcánico” (ver Figura III- 19).

Esta provincia se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos; el clima dominante es el templado subhúmedo, pero en el poniente impera el semi cálido y en el norte el semiseco (INEGI, 1992).

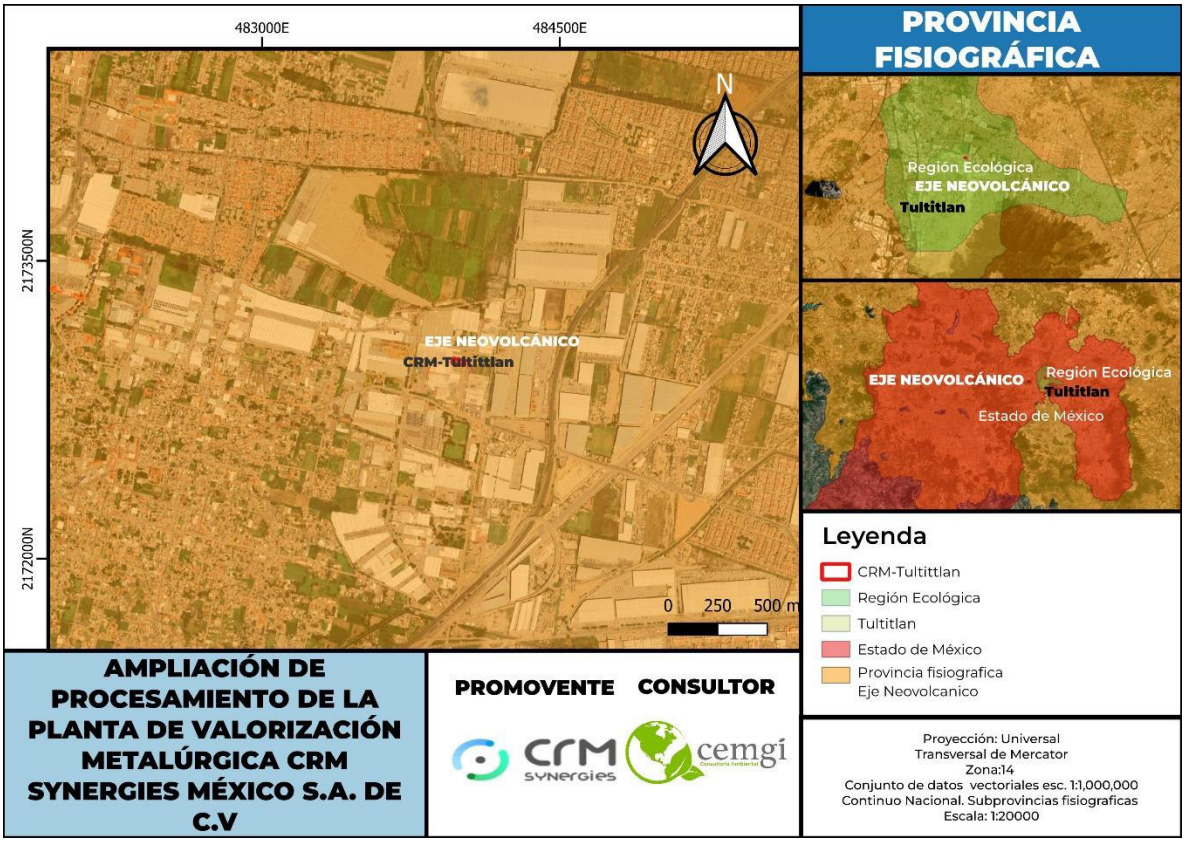



*Figura III- 19. Provincia fisiográfica.*

### III.2.1.2.2.2. Subprovincias fisiográficas

El proyecto se encuentra dentro de la subprovincia “Lagos y volcanes de Anáhuac”. En esta subprovincia se localizan algunos de los volcanes más elevados del país, como el Popocatépetl, el Iztaccíhuatl, entre otros (INEGI, 2001).

Esta subprovincia colinda al norte con la subprovincia Llanuras y Sierras de Querétaro e Hidalgo; al oriente se extiende hacia los estados de Hidalgo, Tlaxcala y Puebla; al sur se interna en el Distrito Federal y el estado de Morelos y limita con la subprovincia Sierras y Valles Guerrerenses; al suroeste colinda con la subprovincia Depresión del Balsas y al oeste con la de Mil Cumbres (INEGI, 2001) (ver Figura III- 20).

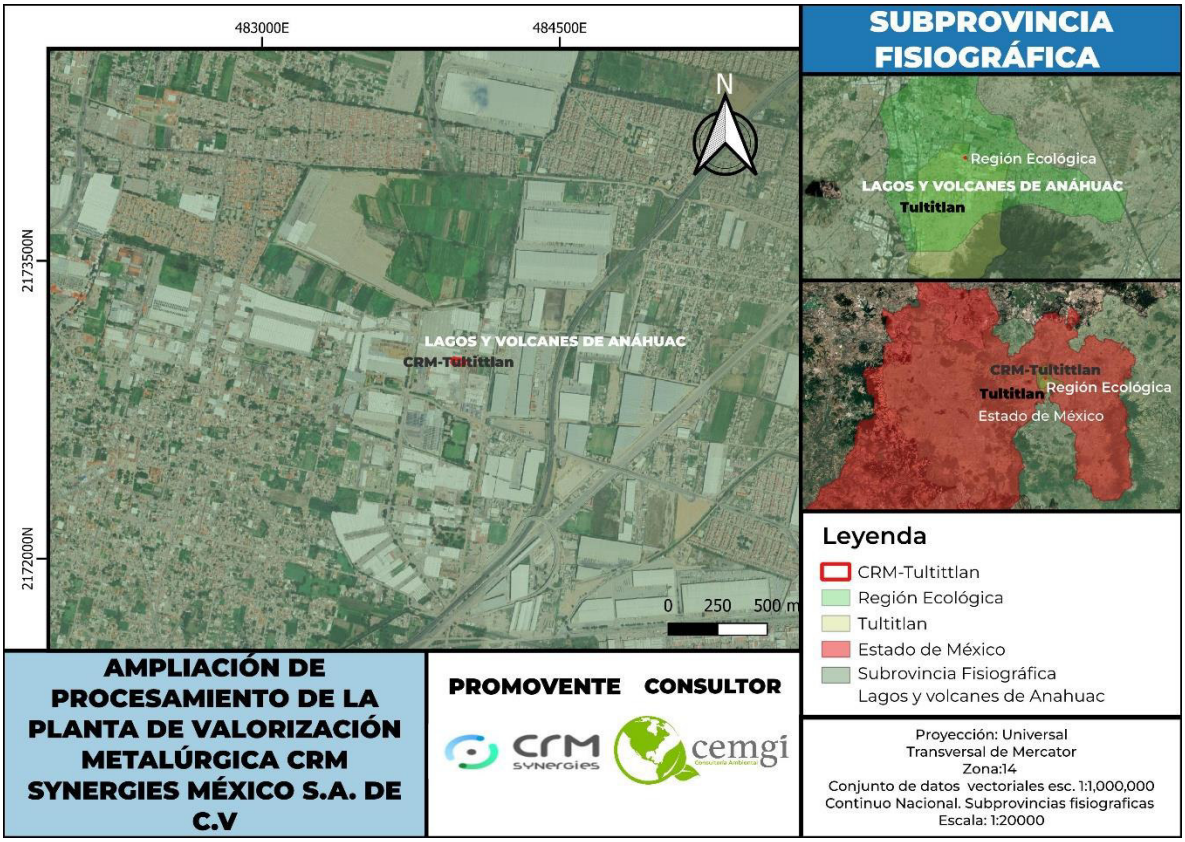



*Figura III- 20. Subprovincia fisiográfica.*

### III.2.1.2.2.3 Topoformas

Con respecto a las topoformas, según los datos consultados el área de proyecto, área de influencia y la región ecológica, se encuentran dentro de la topoforma “Vaso lacustre con lomerío” (ver Figura III-21).

Esta topoforma es un sistema geomorfológico que combina una depresión lacustre (zona plana o deprimida que retiene agua de forma temporal o permanente) con lomeríos asociados, es decir, colinas bajas y redondeadas de 20-100 m de altura que emergen en su interior o alrededores por procesos erosivos y de intemperismo (INEGI, 2001).

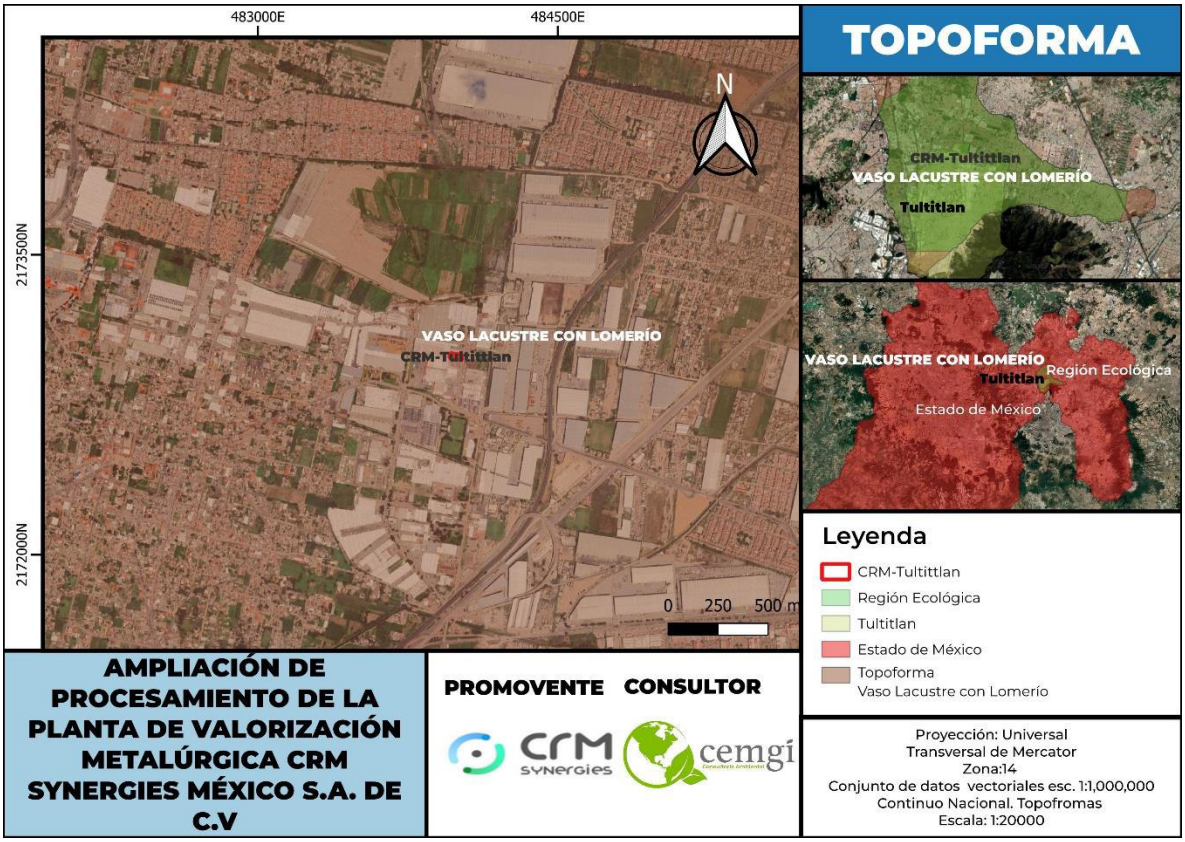



*Figura III- 21. Topoformas.*

### III.2.1.2.2.4 Elementos geográficos

Por los datos consultados en la capa geográfica “Minas y otras ubicaciones geográficas” se observa que es un terreno en planicie y sin elementos geográficos de importancia en un radio de al menos 3.5 km. El elemento más cercano es la Sierra de Guadalupe México al sureste, al oeste-sureste se encuentra a 10.58 km el lago de Guadalupe, y al nornoroeste a km se encuentra la sierra de Tepotzotlán, a 19 km al norte el cerro San Juan Zitlaltepec y a 24.36 km cerro ahumado (ver Figura III-22).

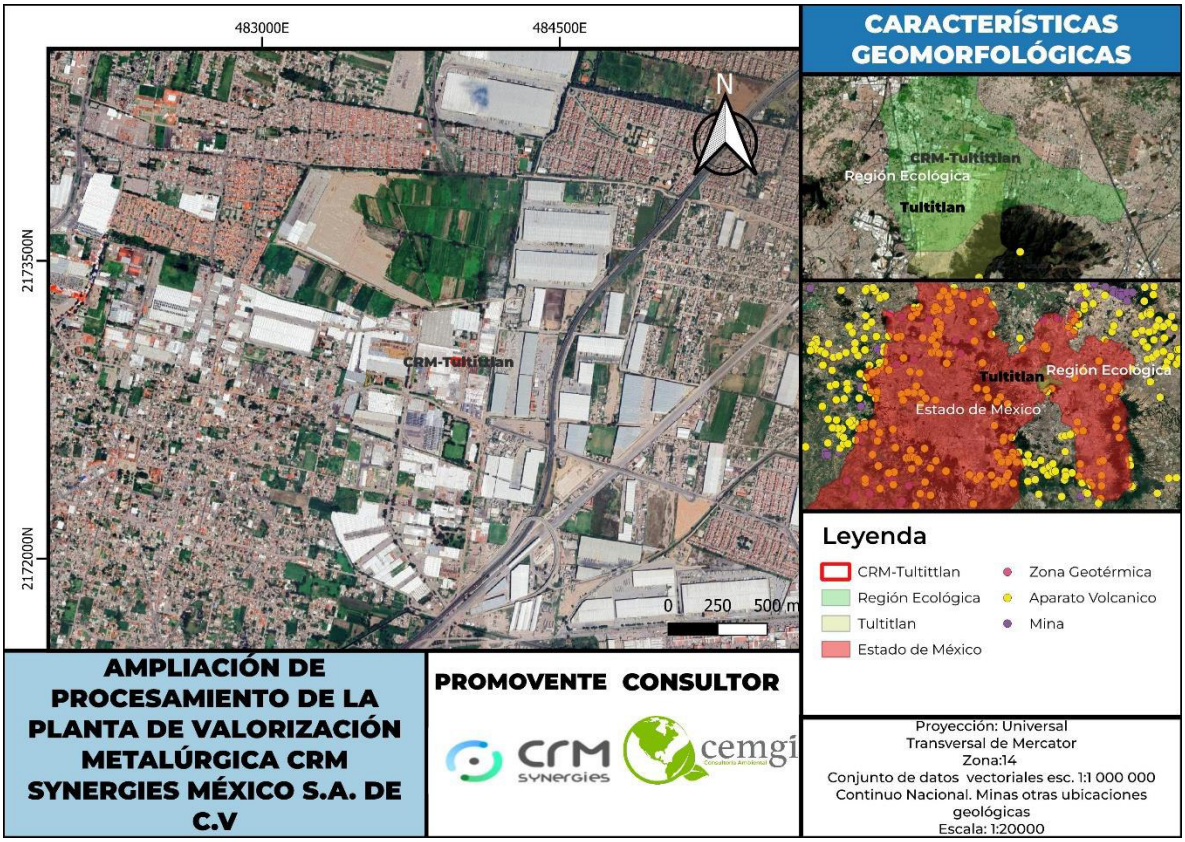



*Figura III- 22. Características geomorfológicas.*

### III.2.1.2.2.5 Características del relieve.

Los datos consultados en la capa geográfica “El relieve como atractivo natural”, el relieve presente en el área del proyecto es de planicie de 2,000-3,000 msnm con clima subhúmedo también conocido como altiplano o meseta (ver Figura III- 23). Esta es una gran extensión de terreno plano, a una gran elevación, generalmente entre dos montañas y se caracteriza con tener los bordes inclinados. Este relieve representa una superficie del 75.5% en la RE y el AP.

También dentro de la Región Ecológica. encontramos el relieve denominado, planicie de 2,000-3,000 msnm con clima semiárido, árido y muy árido, representando una superficie del 24.55% en la RE y el AP.

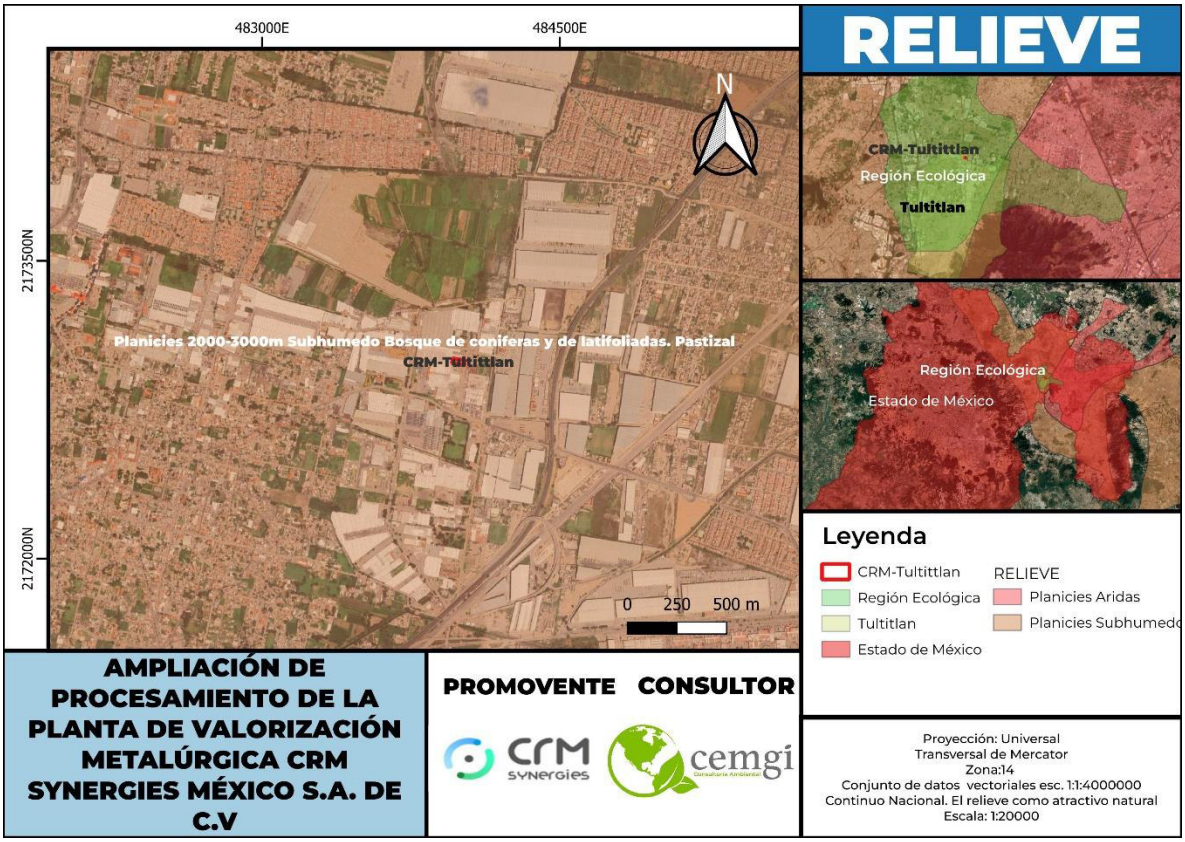



*Figura III- 23. Relieve.*

II.2.1.2.2.6 Presencia de fallas y fracturamientos.

Los datos consultados en la capa geológica del INEGI, muestran que no existe presencia de fallas o fracturas dentro del área del proyecto o el área de influencia (ver Figura III- 24). En la Región Ecológica se encuentra una fractura a 6.9 km al sursuroeste del área del proyecto, así como múltiples fracturas en las zonas montañosas de los alrededores de la RE.

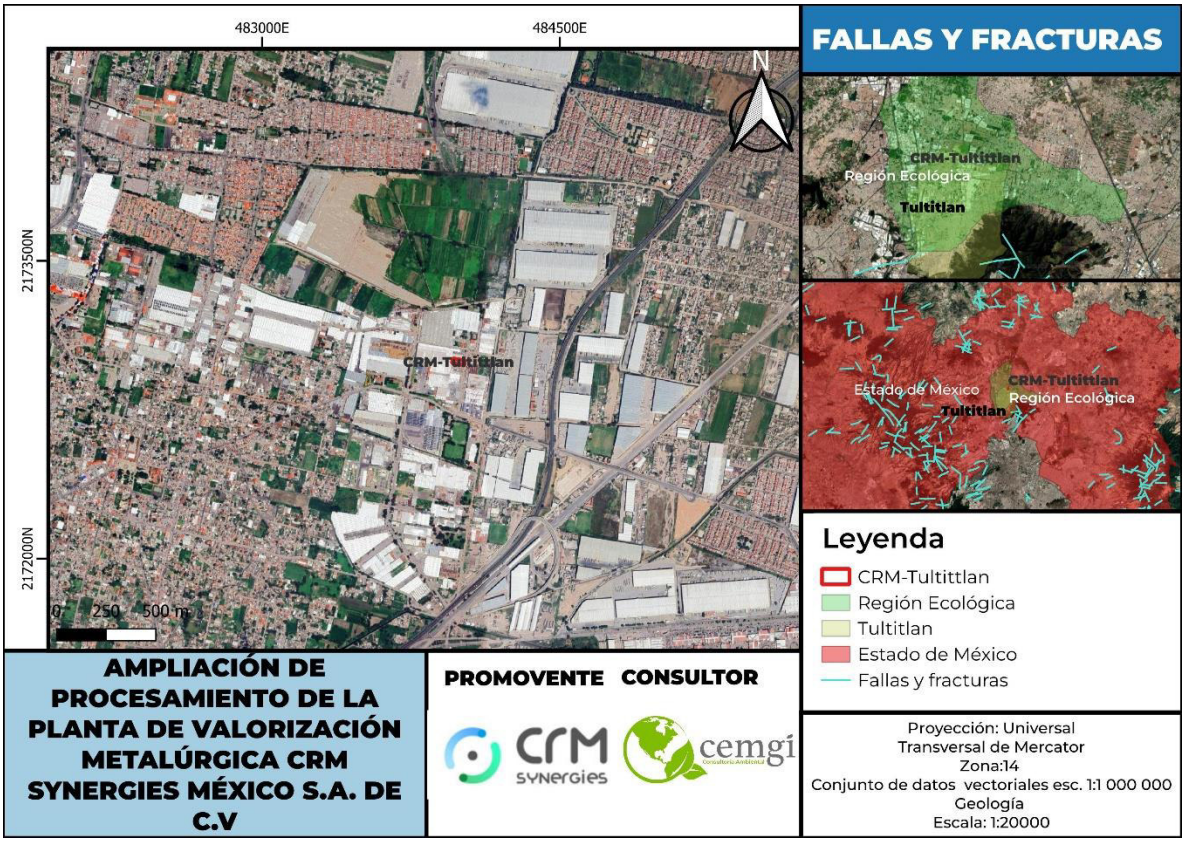



*Figura III- 24. Fallas y fracturas presentes.*

### III.2.1.2.2.7 Susceptibilidad de la zona

Los datos consultados en Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED la zona de estudios presenta un riesgo medio con respecto movimientos sísmicos.

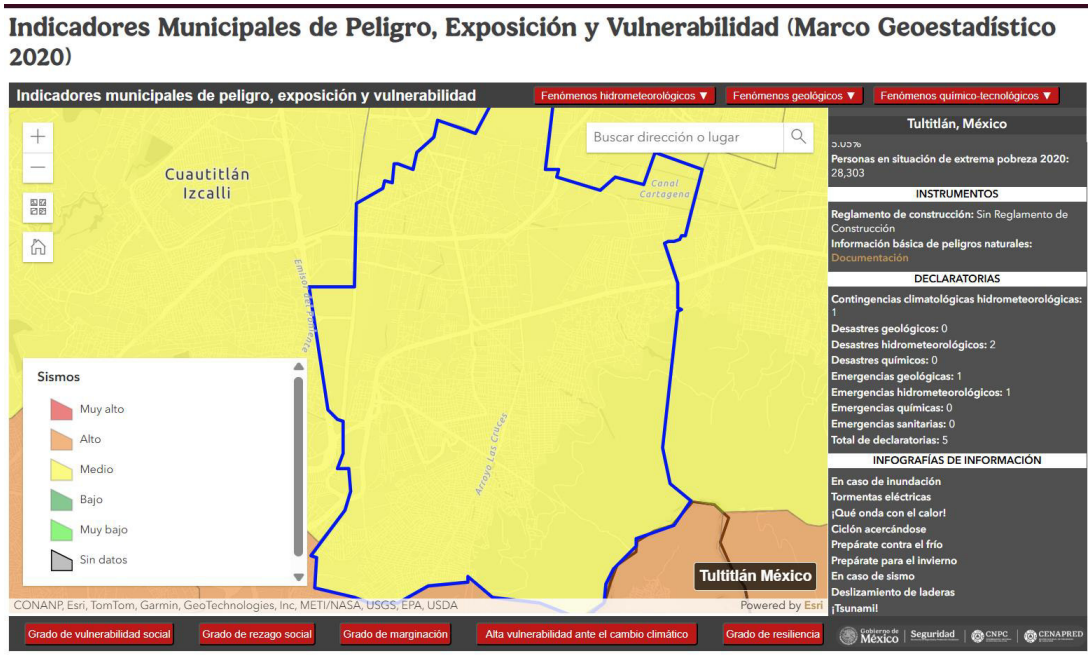



*Figura III- 25. Vulnerabilidad por sismos.*

Para la vulnerabilidad por tsunamis, muestra falta de datos, lo que se traduce en que este fenómeno nunca ha ocurrido.




*Figura III- 26. Vulnerabilidad por tsunamis.*

Para la susceptibilidad de laderas el Riesco que indica es medio para la zona del proyecto.

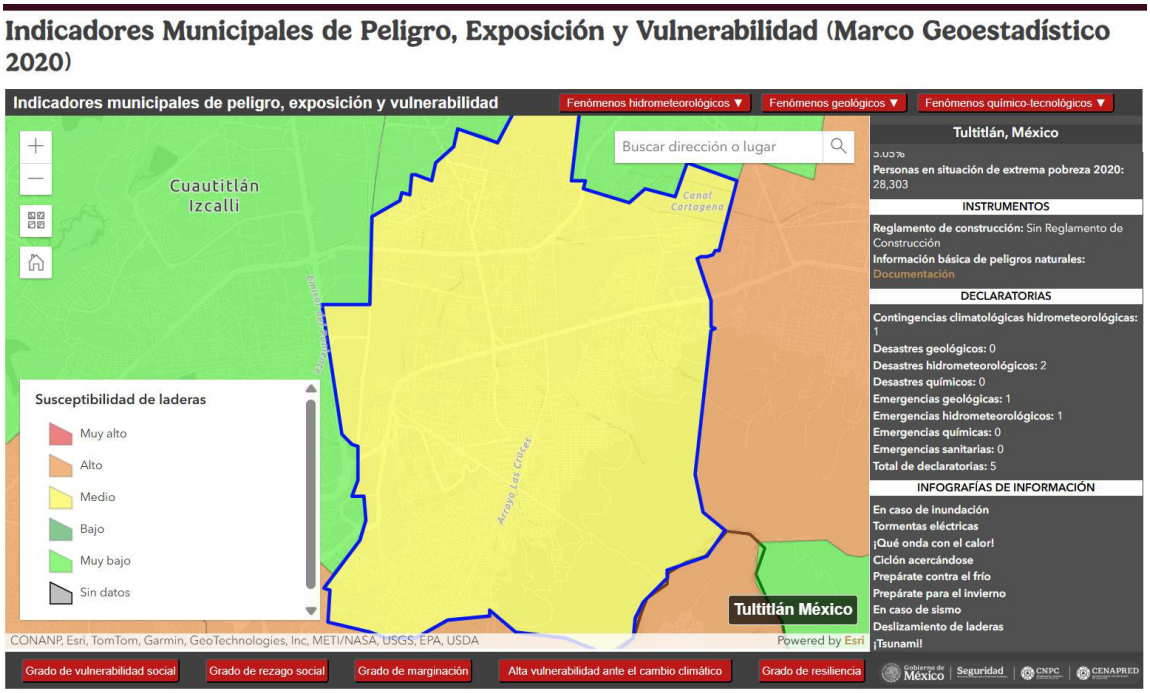



*Figura III- 27. Susceptibilidad de laderas.*

En el caso de riesgo por evento volcánico los datos muestran un riesgo alto.

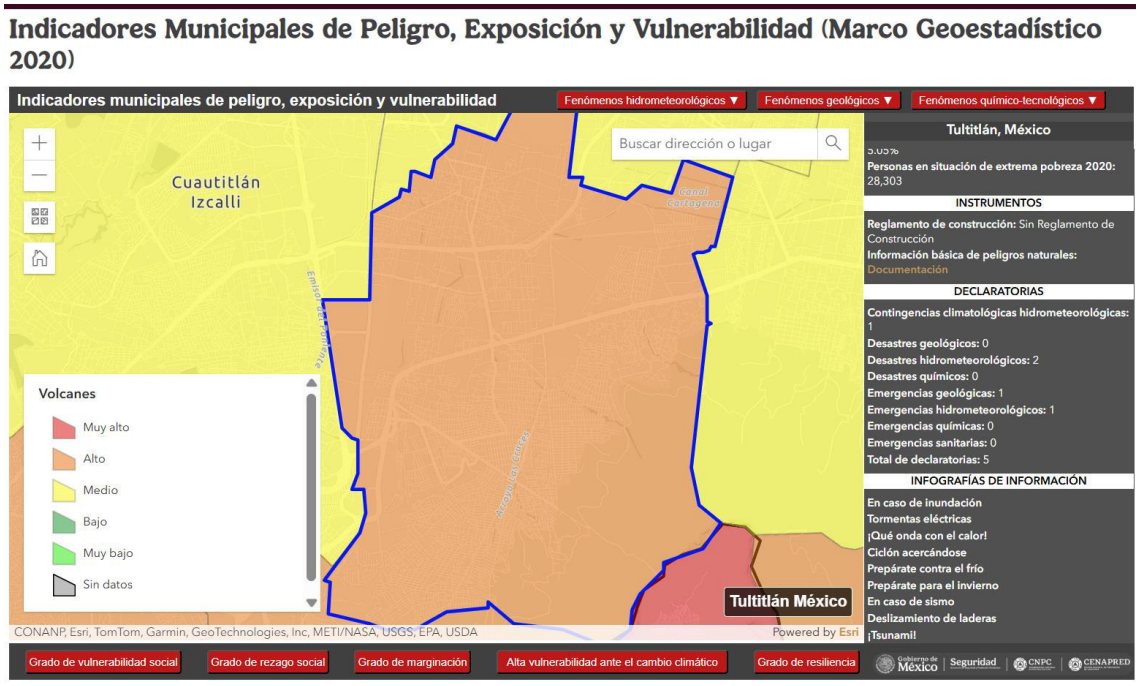



*Figura III- 28. Vulnerabilidad al riesgo por volcanes.*

### III.2.1.3 Suelos

En el área del proyecto encontramos vertisol (abarca el 59.7% del área total de la RE), un suelo caracterizado por un contenido de 30% o más de arcilla, la cual le confiere la propiedad de expandirse con la humedad y contraerse con la sequía, ocasionando grietas durante estas épocas (INEGI, 2007) (ver Figura III- 29).

Dentro de la Región Ecológica también encontramos:

- Feozems: son suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura. Este tipo de suelo está presente en un 31.9% del RE.
- Solonchak: Son suelos con alto contenido de sales. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal (INEGI, 2008). Este tipo de suelo ocupa el 8.4% del área del RE.




*Figura III- 29. Suelos presentes en el área de estudio y en la región ecológica.*

#### III.2.1.3.1 Uso de suelo y vegetación

Según los datos consultados en la capa geográfica Uso de suelo y vegetación serie VII, el área de proyecto, cae en una zona dominada por asentamientos humanos que representa una superficie de 81.54% de la RE, mientras que, el uso de suelo de agricultura de riego anual y semipermanente representa una superficie de 9.54% en la Región Ecológica (ver Figura III- 30).

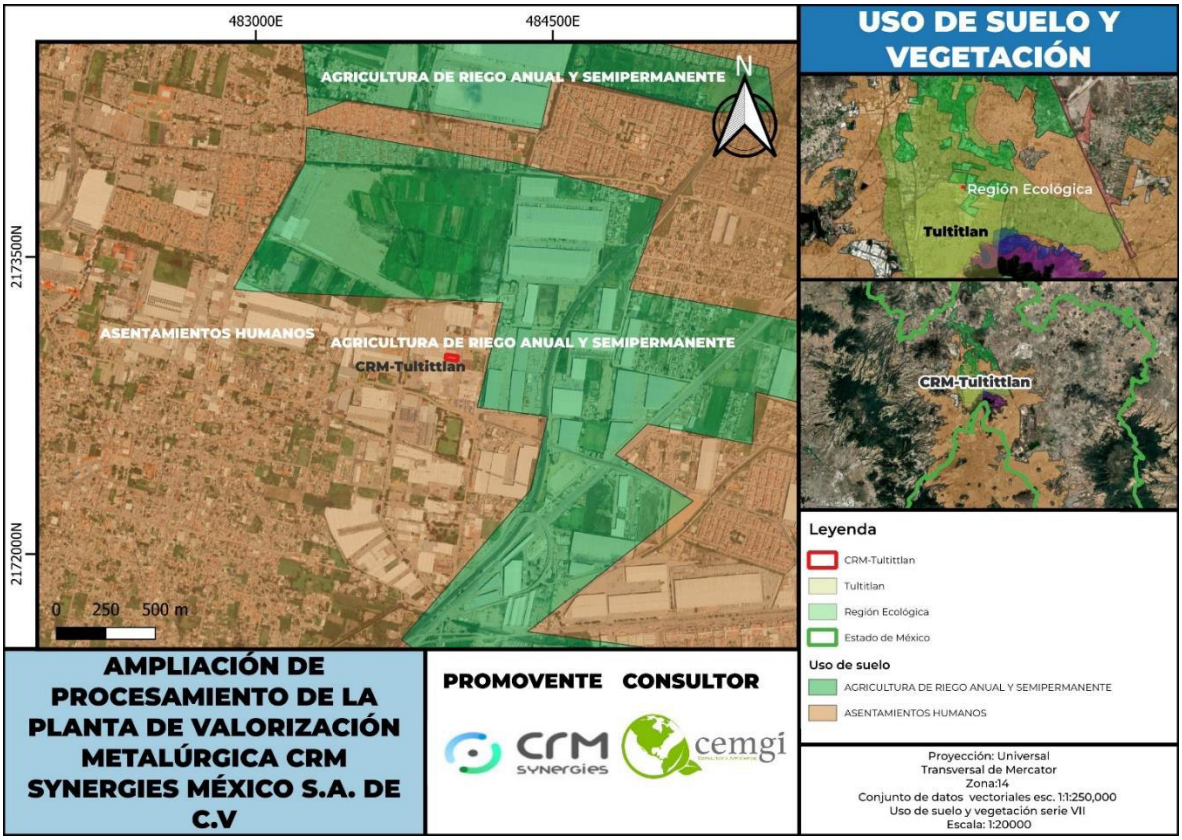



*Figura III- 30. Uso de suelo y vegetación.*

### III.2.1.4 Hidrología Superficial y Subterráneas

#### III.2.1.4.1 Hidrología superficial

##### III.2.1.4.1.1 Región hidrológica

Con base en los datos consultados en la plataforma SIATL (Simulador de Flujo de Agua de Cuencas Hidrográficas) del INEGI (2025), el área de proyecto se localiza dentro de la región hidrológica #26 “Panuco”, que representa toda la superficie de la Región Ecológica (ver Figura III- 31). Esta región es considerada una de las cinco regiones más grandes del país; se ubica al centro-noreste de la República Mexicana; colinda al norte con la RH-37 y la RH-25, al este con el Golfo de México y la RH-27, al sur con la RH-18 y al oeste con la RH-12 (INEGI, 2001).

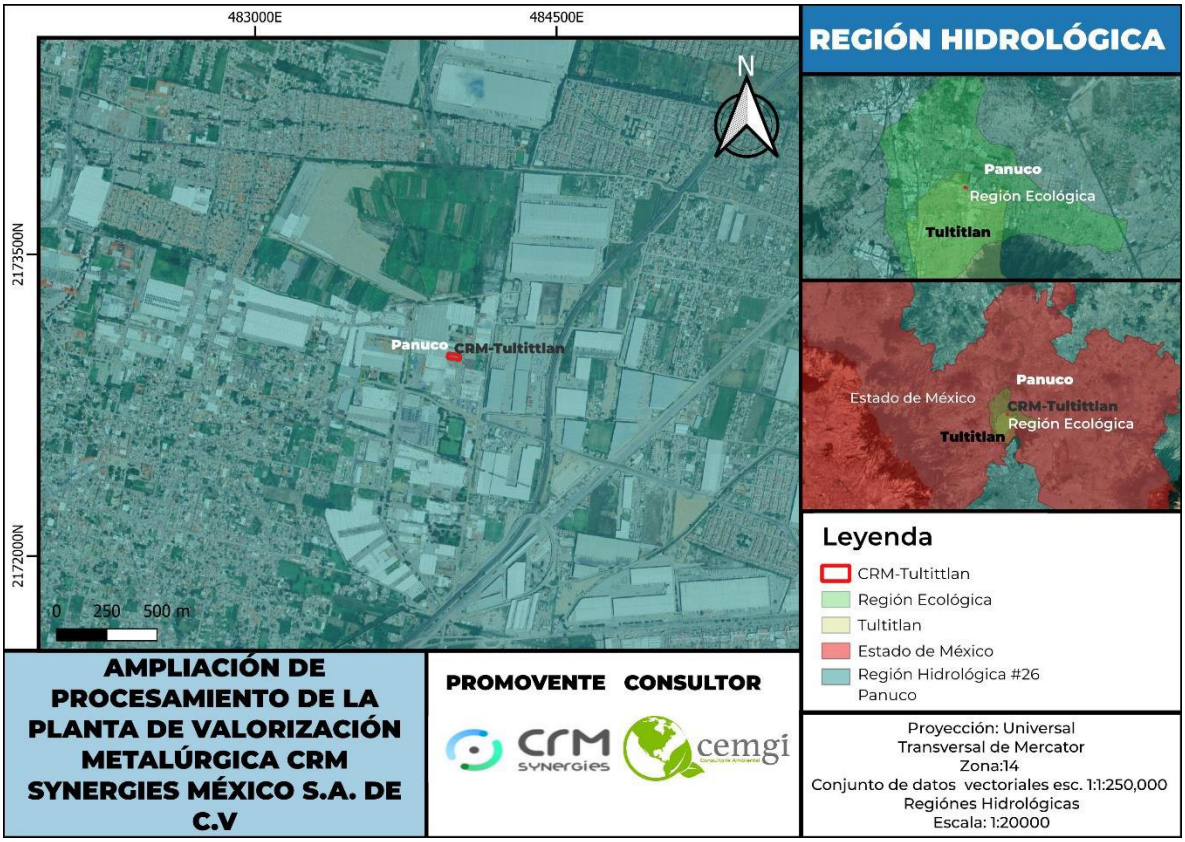



*Figura III- 31. Región hidrológica.*

### III.2.1.4.1.2 Cuenca hidrológica y subcuenca hidrológica

De acuerdo con los datos, el proyecto como su Región Ecológica, se localizan dentro de la cuenca hidrológica (D) Río Moctezuma (ver Figura III- 32). Esta cuenca se localiza al noreste del Estado de México, comprende el 35.45% de la superficie estatal; presenta un drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes y subcolectores intermitentes de segundo y tercer orden.

La importancia de esta cuenca radica en que de ella depende la mayor parte de la industria del centro de la República Mexicana, consumidora de grandes cantidades de agua; asimismo, ocupa el primer lugar en el estado en cuanto al abastecimiento de agua a la zona conurbada de la Ciudad de México, que es la más poblada del país (INEGI, 2001).

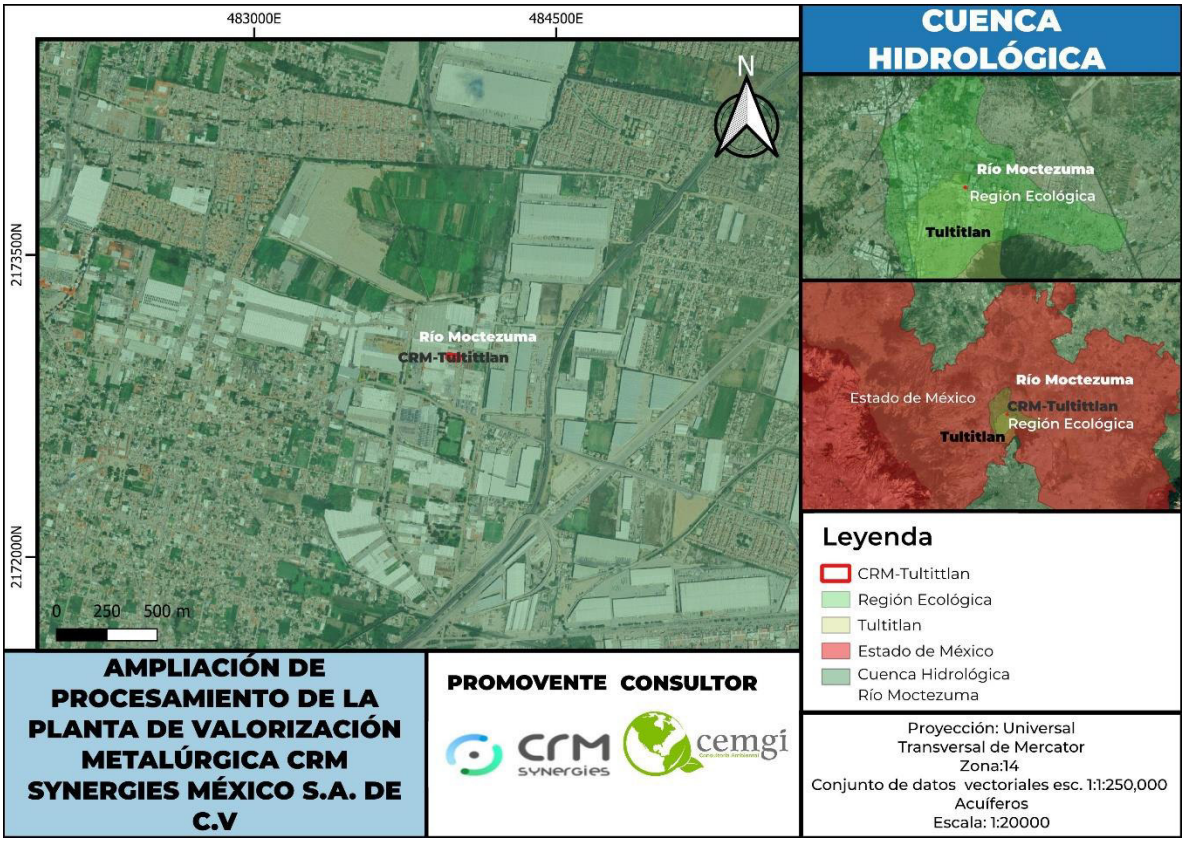



*Figura III- 32. Cuenca hidrológica.*

De la misma forma, la subcuenca hidrológica a la que pertenece el área de proyecto como la Región Ecológica, son Lagos de Texcoco y Zumpango (ver Figura III- 33). Esta se trata de una cuenca endorreica cerrada, dominada por antiguos lagos salobres como Texcoco y Zumpango, con una superficie aproximada de 2,000 km² que abarca partes del Estado de México, Hidalgo y la Ciudad de México (INEGI, 2001).

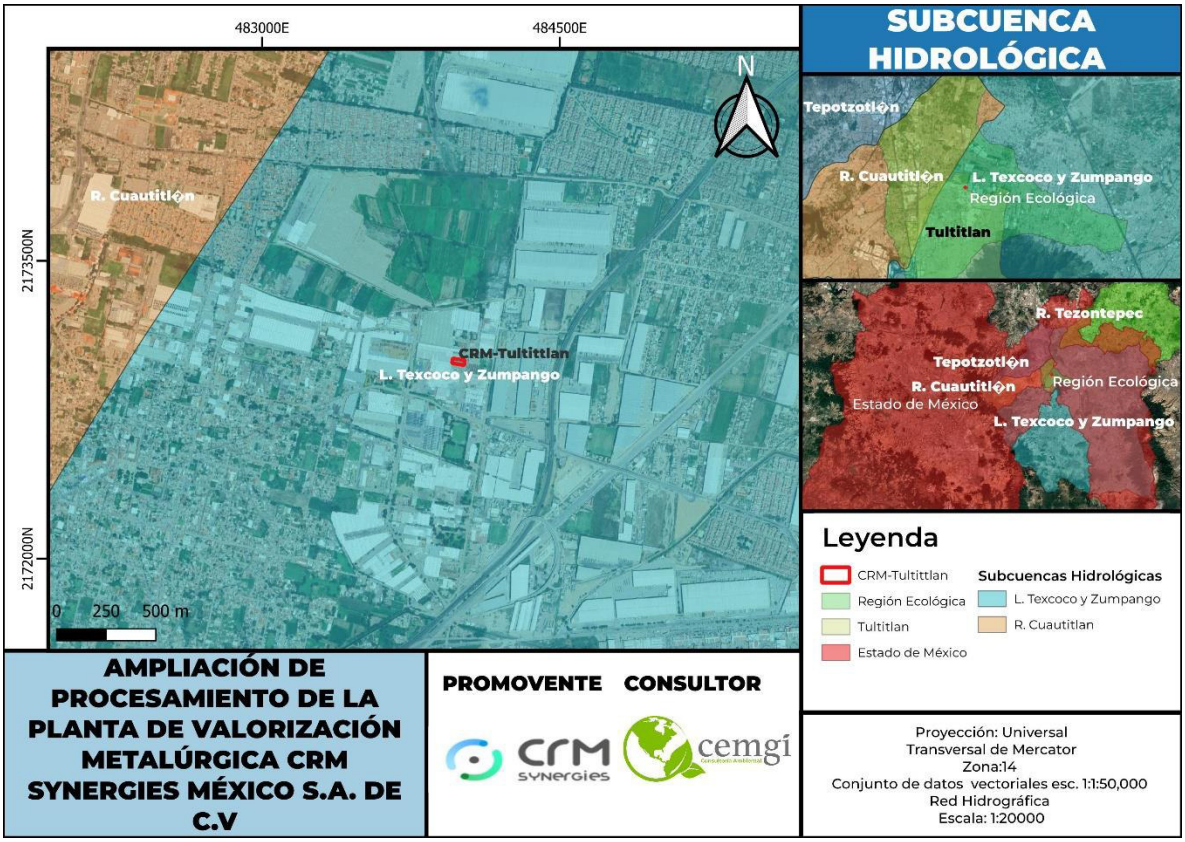



*Figura III- 33. Subcuenca hidrológica.*

#### III.2.1.4.2 Hidrología subterránea

De acuerdo con los datos geográficos de INEGI, el área del proyecto y la región ecológica, se localiza dentro del acuífero Cuautitlán-Pachuca, ver la siguiente Figura III- 34.

El acuífero de Cuautitlán-Pachuca se localiza al norte de la Ciudad de México, en el límite sureste del Estado de Hidalgo. Comprende alrededor de un 10% de la superficie total del Estado de México.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2024, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 1. Las principales actividades económicas en la zona estudiada corresponden con: la industria, el comercio, la ganadería y la agricultura (CONAGUA, 2024).

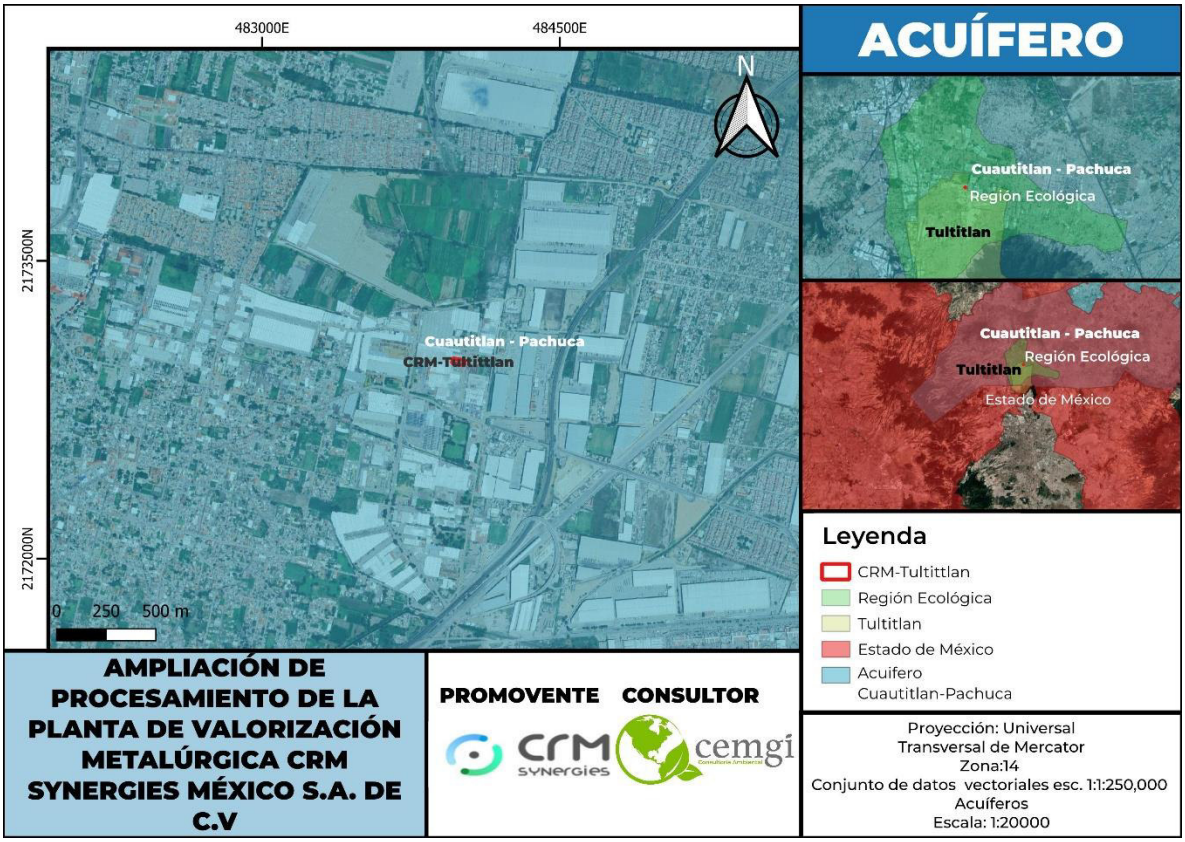



*Figura III- 34. Acuífero.*

### III.2.1.5 Incidencias del Proyecto

El área del proyecto NO presenta alguna incidencia con algunos de los elementos como áreas de importancia ambiental, ecosistemas relevantes, ANP'S o AICAS, entre otras; solamente con el uso de suelo y vegetación que pertenece a "asentamientos humanos", descrito en apartados anteriores (Tabla III- 1 y Figura III- 35).

*Tabla III- 1. Tabla de incidencias del proyecto.*

| Incidencia | Elemento del proyecto que incide | Superficie de incidencia | % de la incidencia respecto de la superficie del proyecto. |
|---|---|---|---|
| Uso de Suelo y Vegetación: Asentamientos urbanos | Todo el proyecto | 1,600 mts | 100% |

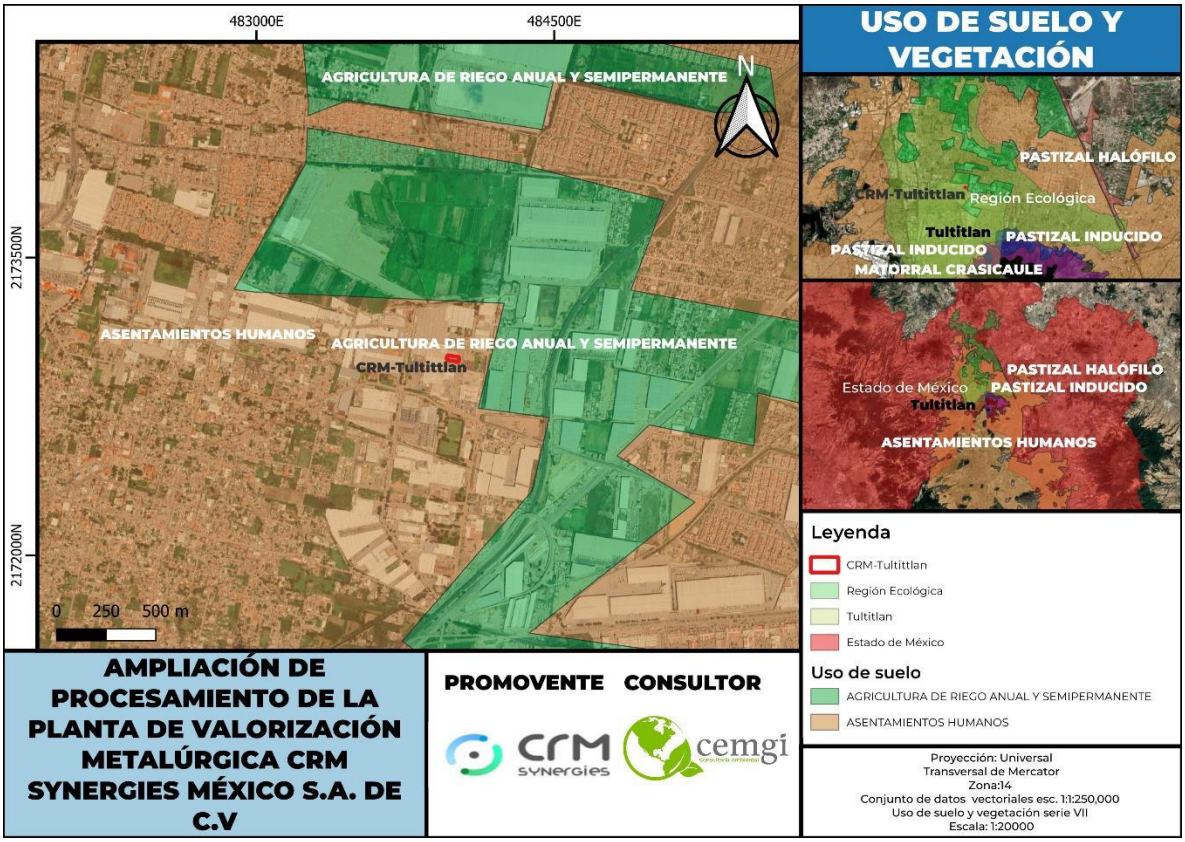



*Figura III- 35. Uso de suelo y vegetación del proyecto.*

## III.2.2 Componente Biótico

### III.2.2.1 Flora

Para la flora presente en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica, se presenta en el Anexo III.1 el listado potencial de especies. Los registros de las especies para la elaboración de este listado se obtuvieron a través de la plataforma de acceso libre: *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF.org, 2026. Disponible en: https://www.gbif.org).

A continuación, se presenta el análisis de la vegetación.

#### III.2.2.1.1 Metodología

##### III.2.2.1.1.1 Trabajo de campo

Para el Área del Proyecto (AP) del presente estudio, debido a los avances del proyecto y a la superficie (el predio tiene una superficie de 1,600 $m^2$, ya se encuentra en etapa de construcción, por lo que ya fue desmontado y despalmado), se llevó a cabo el censo de todos los individuos del sitio. En el caso de la Región Ecológica (RE), se decidió realizar un muestreo dirigido simple, debido a que en su mayoría la RE es una zona urbana con gran parte de los predios en el régimen de Propiedad Privada a los cuales no se puede acceder, además, la mayoría con pavimento y muy pocas áreas verdes.

Ya en campo, una vez ubicado cada sitio, tanto del proyecto como de la RE; se procedió a la toma de una coordenada para ubicar el sitio de verificación, esto con ayuda de un GPS Garmin Etrex 10, 20 o 22.




*Figura III- 36. Toma de coordenadas.*

Además de lo anterior, se guardaron datos de caracterización que nos permitiera identificar el tipo de vegetación del sitio. El levantamiento de datos para los individuos del estrato arbóreo consistió en el registro de la siguiente información:

- Nombre común
- Nombre científico
- Número de individuos
- Observaciones

Para los individuos del estrato arbustivo, los datos obtenidos fueron los siguientes:

- Nombre común
- Nombre científico
- Número de individuos
- Observaciones

En el caso de los individuos del estrato herbáceo, se obtuvieron los siguientes datos:

- Nombre común
- Nombre científico
- Número de individuos
- Porcentaje de las especies presentes
- Observaciones



*Figura III- 37 Toma de datos y captura de información de campo.*

Las observaciones consistieron en la descripción de los rasgos característicos de las plantas, además se tomaron fotografías de todas las especies para su posterior identificación en gabinete.

#### III.2.2.1.1.2 Análisis de gabinete

##### III.2.2.1.1.2.1 Identificación de especies

Para la identificación de las especies que se registraron se consultaron diferentes bibliografías entre las que destacan: Flora fanerogámica del Valle de México (Rzedowski, Rzedowski y colaboradores, 2005); algunas páginas de internet como lo fue: trópicos.org de Missouri Botanical Garden; swbiodiversity.org/seinet/ de Arizona-New México Chapter; Malezas de México de CONABIO, IREKANI del Instituto de Biología-UNAM, y MEXU del Herbario Nacional - Instituto de Biología – UNAM.

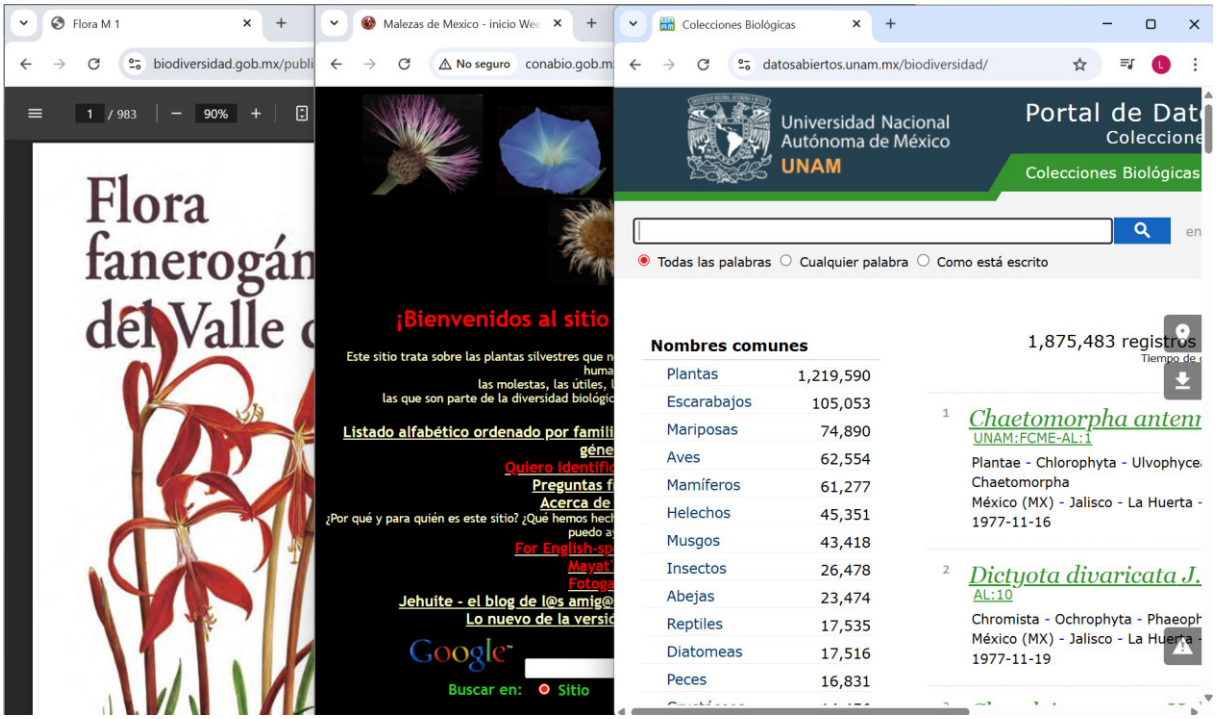



*Figura III- 38 Algunas bibliografías usadas para la identificación de especies del proyecto.*

### III.2.2.1.1.2.2 Análisis de diversidad

Existen distintos métodos para determinar la diversidad, estos métodos consisten en la descripción de la diversidad mediante el cálculo de índices, los cuales según BOLFOR (2000) normalmente se aplican dentro de las formas de vida o dentro de estratos.

Para el caso de este estudio solo se hará uso y referencia de la diversidad alfa o diversidad local. En este contexto, el análisis de la diversidad y estructura de la vegetación en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados con apoyo del software Past3 (Paleontological Statistics versión 3.0662) y Excel 2013 de Microsoft.

Para los análisis de diversidad se calcularon los siguientes índices:

**Índice de Diversidad de Shannon-Wiener**

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 2001). (Moreno, 2001).

$$H' = -\Sigma pi si = 1 \text{Ln} pi$$

Donde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde ni=número de individuos de la especie i y N=número de individuos de todas las especies

Ln = Logaritmo natural

**Índice de Equidad de Pielou**

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema (BOLFOR, 2000) y se calcula de la siguiente forma;

$$E = H' Ln\ (S)$$

Donde:

H' = Índice de Shannon-Wiener

S = Número total de especies

Valores cercanos a 1 representan condiciones hacia especies igualmente abundantes y aquellos cercanos a 0 la dominancia de una sola especie.

#### III.2.2.1.1.2.3 Especies protegidas.

Se verificó la presencia de las especies registradas en alguna categoría de riesgo según la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacional (UICN y CITES).

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:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E)**
- **En peligro de extinción (P)**
- **Amenazadas (A)**
- **Sujetas a protección especial (Pr)**

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):

- **Extinto (EX)**
- **Extinto en estado silvestre (EW)**
- **En peligro crítico (CR)**
- **En peligro (EN)**
- **Vulnerable (VU)**
- **Casi amenazado (NT)**
- **Preocupación menor (LC)**
- **Datos insuficientes (DD)**
- **No evaluado (NE)**

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora:

- **Apéndice I**
- **Apéndice II**
- **Apéndice III**

#### III.2.2.1.1.2.4 Estatus de distribución

Se consideró la distribución de las especies de acuerdo con las siguientes categorías (CONABIO, 2013):

- **Nativa**
- **Exótica**
- **Exótica-invasora**
- **Endémica**

### III.2.2.1.2 Resultados

#### III.2.2.1.2.1 Sitios de muestreo

Para el registro de la flora de este proyecto, se ejecutó el levantamiento de datos en toda el Área del Proyecto (AP). En el caso del Región Ecológica (RE), se realizaron un total de 6 puntos de verificación, 3 puntos en el uso de suelo Asentamientos Humanos, y 3 puntos en el uso de suelo de Agricultura de Riego Anual y Semipermanente.

En la siguiente Tabla III- 2 se muestran las coordenadas UTM de los sitios de verificación del AP y de la RE (ver en el Anexo III.2 los puntos de muestreo), mientras que en las siguiente **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura III- 40 se muestra su ubicación geográfica.

*Tabla III- 2. Coordenadas de los sitios de verificación de flora para el proyecto.*

| ID | Coordenadas UTM | |
|---|---|---|
| | X (E) | Y (N) |
| **Área de Proyecto** | 483989.00 | 2172989.00 |
| **Región Ecológica 1** | 484065.00 | 2173033.00 |
| **Región Ecológica 2** | 483872.00 | 2172774.00 |
| **Región Ecológica 3** | 487193.00 | 2172484.00 |
| **Región Ecológica 4** | 484099.00 | 2173420.00 |
| **Región Ecológica 5** | 483720.00 | 2173663.00 |
| **Región Ecológica 6** | 486378.00 | 2172360.00 |




*Figura III- 39. Puntos de muestreo de FLORA dentro del Área del Proyecto.*

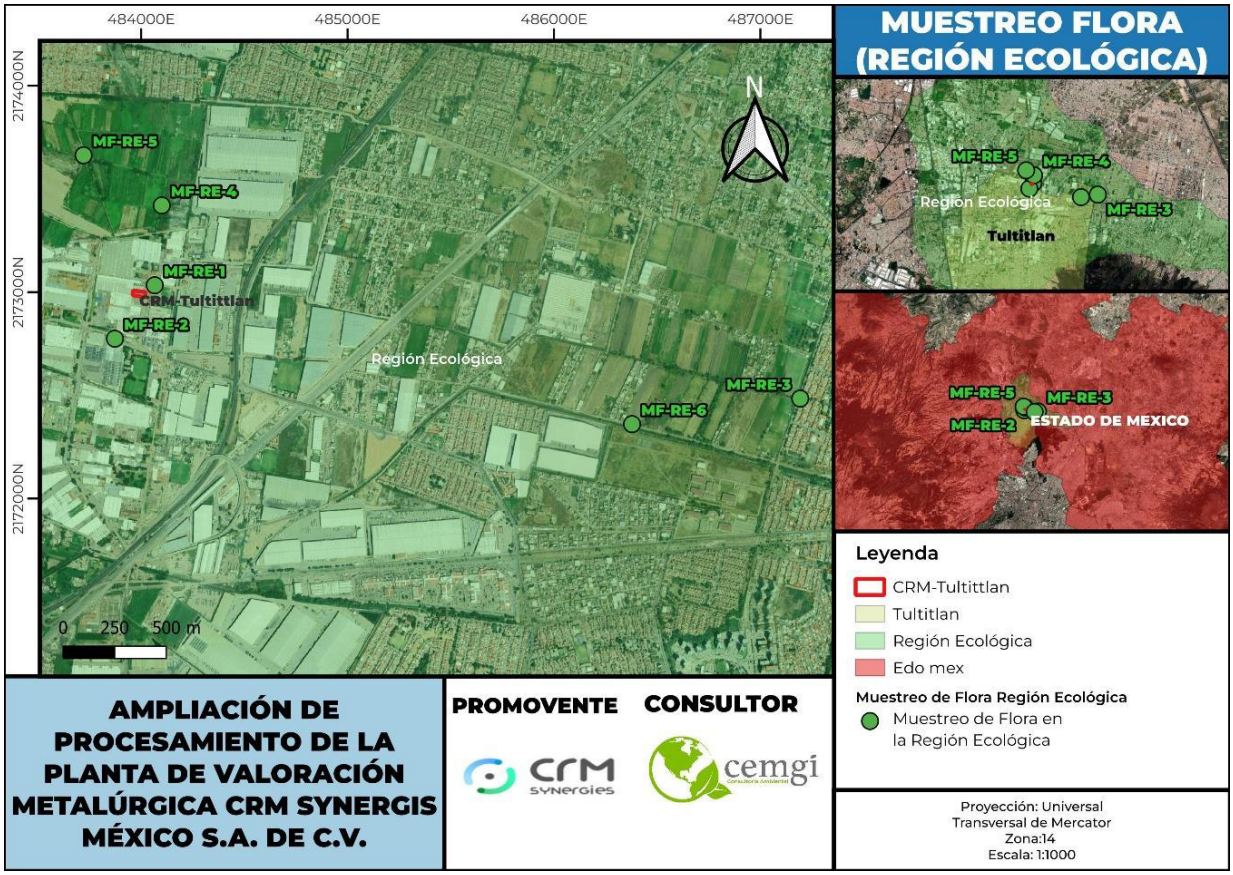



*Figura III- 40. Ubicación de los sitios de verificación de flora para la Región Ecológica.*

#### III.2.2.1.2.2. Intensidad de muestreo

El levantamiento de datos de flora terrestre en campo se realizó en dos días de las 10 de la mañana a las 4 de la tarde por 2 especialistas, es decir, se invirtieron 24 horas de trabajo. Este muestreo se realizó a finales de la temporada de lluvias en la estación otoño.

Por otro lado, el proyecto afectará una superficie de 1,600 $m^2$, de los cuales, se muestreó el 100 % del predio del proyecto.

#### III.2.2.1.2.3 Riqueza y abundancia de especies

Durante la verificación de campo, se registraron 342 individuos vegetales (56 en AP y 286 en la RE).

Los 342 individuos fueron identificados y agrupados en 33 especies distintas, pertenecientes a 20 familias (en el AP se registraron 12 especies de 7 familias; mientras que en la RE se registraron 25 especies de 18 familias).

*Tabla III- 3 Riqueza y abundancia encontradas en el proyecto y la Región Ecológica.*

| Familia | Nombre científico | Nombre común | AP | RE |
|---|---|---|---|---|
| 1. Amaranthaceae | 1. *Amaranthus hybridus* | Quintonil verde | 0 | 3 |
| 2. Anacardiaceae | 2. *Schinus molle* | Pirul | 0 | 28 |
| 3. Arecaceae | 3. *Phoenix canariensis* | Palma Canaria | 0 | 12 |
| 4. Asteraceae | 4. *Bidens odorata* | Aceitilla | 0 | 21 |
| | 5. *Helminthotheca echioides* | Abrojo Europeo | 0 | 7 |
| | 6. *Senecio vulgaris* | Hierba cana | 2 | 0 |
| | 7. *Sonchus asper* | Cerraja | 3 | 2 |
| | 8. *Sonchus oleraceus* | Achicoria Europea | 0 | 8 |
| | 9. *Taraxacum officinale* | Diente de león | 2 | 0 |
| | 10. *Tithonia tubaeformis* | Gigantón | 0 | 2 |
| 5. Cucurbitaceae | 11. *Sicyos deppei* | Challotillo | 3 | 2 |
| 6. Cupressaceae | 12. *Cupressus lusitanica* | Cedro blanco | 0 | 6 |
| | 13. *Cupressus sempervirens* | Ciprés Mediterráneo | 0 | 3 |
| 7. Euphorbiaceae | 14. *Ricinus communis* | Higuerilla | 0 | 88 |
| 8. Fabaceae | 15. *Bahuinia variegata* | Pata de vaca asiática | 0 | 7 |
| 9. Lamiaceae | 16. *Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | 0 | 3 |
| 10. Malvaceae | 17. *Malva parviflora* | Malva de Castilla | 5 | 4 |
| 11. Moraceae | 18. *Ficus benjamina* | Laurel de la India | 0 | 4 |
| 12. Myrtaceae | 19. *Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | 0 | 4 |
| 13. Oleaceae | 20. *Fraxinus uhdei* | Fresno mexicano | 0 | 17 |
| | 21. *Ligustrum lucidum* | Trueno chino | 0 | 24 |
| 14. Oxalidaceae | 22. *Oxalis corniculata* | Acedera Asiática | 5 | 0 |
| 15. Papavaraceae | 23. *Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 2 | 0 |
| 16. Phytolaccaceae | 24. *Phytolacca icosandra* | Mazorquilla | 0 | 2 |
| 17. Poaceae | 25. *Cynodon dactylon* | Gallitos | 1 | 10 |
| | 26. *Lolium multiflorum* | Ballico anual | 0 | 5 |
| 18. Polygonaceae | 27. *Persicaria punctata* | Chililllo rojo | 0 | 2 |
| 19. Saliaceae | 28. *Salix bonplandiana* | Ahuejote | 0 | 19 |
| 20. Solanaceae | 29. *Datura stramonium* | Toloache | 2 | 0 |
| | 30. *Nicandra physalodes* | Belladona Americana | 0 | 3 |
| | 31. *Petunia parviflora* | Petunia silvestre | 1 | 0 |
| | 32. *Solanum americanum* | Hierba mora | 21 | 0 |
| | 33. *Solanum rostratum* | Ayohuiztle | 9 | 0 |

En el Área del Proyecto, la especie más abundante fue *Solanum americanum* (Hierba mora) con 21 registros, seguida de *Solanum rostratum* (Ayohuiztle) con 9 registros; las especies menos abundantes fueron *Cynodon dactylon* (Gallitos) y *Petunia parviflora* (Petunia silvestre) con 1 registro cada una.

En comparación, la especie más abundante de la RE fue *Ricinus communis* (Higuerilla) con 88 registros, seguida de *Schinus molle* (Pirul) con 28 registros y de *Ligustrum lucidum* (Trueno chino) con 24 registros, mientras que las especies menos abundantes fueron *Sonchus asper* (Cerraja), *Sicyos deppei* (Challotillo), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Phytolacca icosandra* (Mazorquilla) y *Persicaria punctata* (Chililllo rojo) con 2 registros cada una.

#### III.2.2.1.2.4 Análisis de diversidad

Como se muestra en la siguiente Figura III- 41 el AP registró un índice de diversidad de Shannon-Wiener menor que la RE (2.57 en la RE y 2.03 en el AP), esto debido a que esta zona presentó una menor riqueza de especies (25 en la RE y 12 en el AP); a pesar de esto, el AP presentó un mayor índice

de equidad de Pielou (0.82 en el AP y 0.80 en la RE), debido a que *Ricinus communis* presentó una marcada dominancia en la RE, en comparación con la dominancia que presentó *Solanum americanum* en el AP.

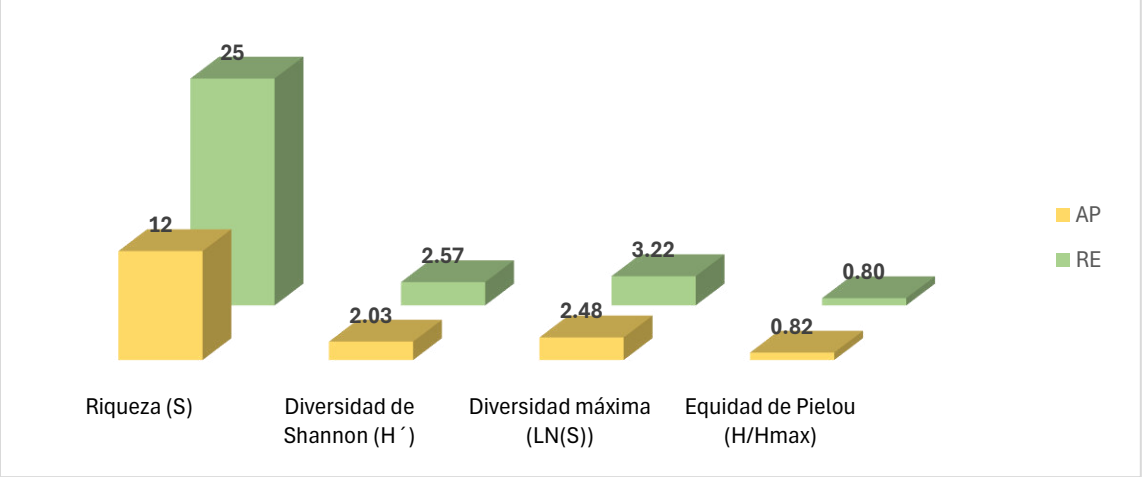



*Figura III- 41. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en el AP y en la RE del proyecto.*

#### III.2.2.1.2.5 Especies protegidas.

De las 33 especies encontradas, solamente *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco), registrada solo en la RE se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr) (ver Figura III- 42 y Anexo III.2.1). Ninguna especie registrada se encontró dentro de alguno de los listados de CITES. Por último, solo 5 especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) de la RedList, todas ellas registradas solo en la RE (ver Tabla III- 4).

*Tabla III- 4. Especies registradas en alguna categoría de protección.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | 0 | 6 | Protección especial | - | LC |
| ***Bahuinia variegata*** | Pata de vaca asiática | 0 | 7 | - | - | LC |
| ***Fraxinus uhdei*** | Fresno mexicano | 0 | 17 | - | - | LC |
| ***Persicaria punctata*** | Chilillo rojo | 0 | 2 | - | - | LC |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | 0 | 19 | - | - | LC |




*Figura III- 42. Especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-1993.*

### III.2.2.1.2.6 Origen y distribución.

De las 33 especies encontradas, 15 son nativas (6 registradas en el AP y 10 en la RE), 12 son exóticas (5 registradas en el AP y 9 en la RE) y 6 son exóticas-invasoras (1 registrada en el AP y 6 en la RE), tal como se muestran en la siguiente Tabla III- 5.

*Tabla III- 5. Origen y distribución de las especies registradas.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | Origen y Distribución |
|---|---|---|---|---|
| ***Schinus molle*** | Pirul | | 28 | Exótica |
| ***Senecio vulgaris*** | Hierba cana | 2 | | Exótica |
| ***Sonchus asper*** | Cerraja | 3 | 2 | Exótica |
| ***Sonchus oleraceus*** | Achicoria Europea | | 8 | Exótica |
| ***Taraxacum officinale*** | Diente de león | 2 | | Exótica |
| ***Cupressus sempervirens*** | Ciprés Mediterráneo | | 3 | Exótica |
| ***Bahuinia variegata*** | Pata de vaca asiática | | 7 | Exótica |
| ***Malva parviflora*** | Malva de Castilla | 5 | 4 | Exótica |
| ***Ficus benjamina*** | Laurel de la India | | 4 | Exótica |
| ***Oxalis corniculata*** | Acedera Asiática | 5 | | Exótica |
| ***Lolium multiflorum*** | Ballico anual | | 5 | Exótica |
| ***Nicandra physalodes*** | Belladona Americana | | 3 | Exótica |
| ***Phoenix canariensis*** | Palma Canaria | | 12 | Exótica-invasora |
| ***Helminthotheca echioides*** | Abrojo Europeo | | 7 | Exótica-invasora |
| ***Ricinus communis*** | Higuerilla | | 88 | Exótica-invasora |

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | Origen y Distribución |
|---|---|---|---|---|
| ***Eucalyptus camaldulensis*** | Eucalipto rojo | | 4 | Exótica-invasora |
| ***Ligustrum lucidum*** | Trueno chino | | 24 | Exótica-invasora |
| ***Cynodon dactylon*** | Gallitos | 1 | 10 | Exótica-invasora |
| ***Amaranthus hybridus*** | Quintonil verde | | 3 | Nativa |
| ***Bidens odorata*** | Aceitilla | | 21 | Nativa |
| ***Tithonia tubaeformis*** | Gigantón | | 2 | Nativa |
| ***Sicyos deppei*** | Challotillo | 3 | 2 | Nativa |
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | | 6 | Nativa |
| ***Salvia tiliifolia*** | Salvia hoja de tilo | | 3 | Nativa |
| ***Fraxinus uhdei*** | Fresno mexicano | | 17 | Nativa |
| ***Argemone ochroleuca*** | Cardo santo | 2 | | Nativa |
| ***Phytolacca icosandra*** | Mazorquilla | | 2 | Nativa |
| ***Persicaria punctata*** | Chililllo rojo | | 2 | Nativa |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | | 19 | Nativa |
| ***Datura stramonium*** | Toloache | 2 | | Nativa |
| ***Petunia parviflora*** | Petunia silvestre | 1 | | Nativa |
| ***Solanum americanum*** | Hierba mora | 21 | | Nativa |
| ***Solanum rostratum*** | Ayohuiztle | 9 | | Nativa |

A continuación, se dividirá la información por uso de suelo y vegetación.

### III.2.2.1.2.7 Resultados por Uso de Suelo y Vegetación

#### III.2.2.1.2.7.1 Riqueza y abundancia de especies de flora en el uso de suelo de asentamientos humanos.

Durante la verificación de campo, se registraron 204 individuos vegetales (56 en AP y 148 en la RE) para el uso de suelo de Asentamientos Humanos.

Los 204 individuos fueron identificados y agrupados en 22 especies distintas, pertenecientes a 15 familias (en el AP se registraron 12 especies de 7 familias; mientras que en la RE se registraron 10 especies de 8 familias), así como se muestra en la Tabla III- 6.

*Tabla III- 6. Riqueza y abundancia encontradas en el uso de suelo de Asentamientos Humanos en el proyecto y en la Región Ecológica.*

| Familia | Nombre científico | Nombre común | AP | RE |
|---|---|---|---|---|
| **1. Anacardiaceae** | *1. Schinus molle* | Pirul | | 25 |
| **2. Arecaceae** | *2. Phoenix canariensis* | Palma Canaria | | 12 |
| **3. Asteraceae** | *3. Senecio vulgaris* | Hierba cana | 2 | |
| | *4. Sonchus asper* | Cerraja | 3 | |
| | *5. Taraxacum officinale* | Diente de león | 2 | |
| **4. Cucurbitaceae** | *6. Sicyos deppei* | Challotillo | 3 | |
| **5. Cupressaceae** | *7. Cupressus lusitánica* | Cedro blanco | | 5 |
| | *8. Cupressus sempervirens* | Ciprés Mediterráneo | | 3 |
| **6. Euphorbiaceae** | *9. Ricinus communis* | Higuerilla | | 36 |
| **7. Fabaceae** | *10. Bahuinia variegata* | Pata de vaca asiática | | 7 |
| **8. Malvaceae** | *11. Malva parviflora* | Malva de Castilla | 5 | |
| **9. Moraceae** | *12. Ficus benjamina* | Laurel de la India | | 4 |
| **10. Oleaceae** | *13. Fraxinus uhdei* | Fresno mexicano | | 17 |
| | *14. Ligustrum lucidum* | Trueno chino | | 24 |
| **11. Oxalidaceae** | *15. Oxalis corniculata* | Acedera Asiática | 5 | |
| **12. Papavaraceae** | *16. Argemone ochroleuca* | Cardo santo | 2 | |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | AP | RE |
|---|---|---|---|---|
| **13. Poaceae** | *17. Cynodon dactylon* | Gallitos | 1 | |
| **14. Saliaceae** | *18. Salix bonplandiana* | Ahuejote | | 15 |
| **15. Solanaceae** | *19. Datura stramonium* | Toloache | 2 | |
| | *20. Petunia parviflora* | Petunia silvestre | 1 | |
| | *21. Solanum americanum* | Hierba mora | 21 | |
| | *22. Solanum rostratum* | Ayohuiztle | 9 | |

### III.2.2.1.2.7.2 Análisis de diversidad de especies de flora en el uso de suelo de asentamientos humanos

Como se muestra en la siguiente Tabla III- 7, a pesar de que en el AP se registró una mayor riqueza de especies que en la RE (10 en la RE y 12 en el AP), el AP registró un índice de diversidad de Shannon-Wiener menor que en la RE (2.06 en la RE y 2.03 en el AP), y un índice de equidad de Pielou menor que la RE (0.89 en la RE y 0.82 en el AP). Esto podría deberse a la mayor dominancia de *Solanum americanum* registrada en el AP (con el 37.5 % de los registros del sitio) en comparación con la dominancia de *Ricinus communis* registrada en la RE (con el24.32 % de los registros del sitio).

*Tabla III- 7. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en el uso de suelo de Asentamientos Humanos del proyecto y en la Región ecológica.*

| Índice | AP | RE |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 12 | 10 |
| **Diversidad de Shannon (H´)** | 2.03 | 2.06 |
| **Diversidad máxima (LN(S))** | 2.48 | 2.30 |
| **Equidad de Pielou (H/Hmax)** | 0.82 | 0.89 |

### III.2.2.1.2.7.3 Especies protegidas de la flora encontradas en el uso de suelo de asentamientos humanos.

De las 22 especies encontradas, solamente *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco), registrada solo en la RE se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr) (ver Figura III- 42). Ninguna especie registrada se encontró dentro de alguno de los listados de CITES. Por último, solo 4 especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) de la RedList, todas ellas registradas solo en la RE.

*Tabla III- 8. Especies registradas en el uso de suelo de asentamientos humanos del proyecto y en la Región Ecológica en alguna categoría de protección.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | 0 | 5 | Protección especial | - | LC |
| ***Bahuinia variegata*** | Pata de vaca asiática | 0 | 7 | - | - | LC |
| ***Fraxinus uhdei*** | Fresno mexicano | 0 | 17 | - | - | LC |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | 0 | 15 | - | - | LC |

### III.2.2.1.2.7.4 Origen y distribución encontradas en el uso de suelo de asentamientos humanos

De las 22 especies encontradas, 9 son nativas (6 registradas en el AP y 3 en la RE), 9 son exóticas (5 registradas en el AP y 4 en la RE) y 4 son exóticas-invasoras (1 registrada en el AP y 3 en la RE), tal como se muestran en la siguiente Tabla III- 9.

*Tabla III- 9. Origen y distribución de las especies registradas en el uso de suelo de Asentamientos Humanos del proyecto y en la Región Ecológica.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | Origen y Distribución |
|---|---|---|---|---|
| ***Schinus molle*** | Pirul | | 25 | Exótica |
| ***Senecio vulgaris*** | Hierba cana | 2 | | Exótica |
| ***Sonchus asper*** | Cerraja | 3 | | Exótica |
| ***Taraxacum officinale*** | Diente de león | 2 | | Exótica |
| ***Cupressus sempervirens*** | Ciprés Mediterráneo | | 3 | Exótica |
| ***Bahuinia variegata*** | Pata de vaca asiática | | 7 | Exótica |
| ***Malva parviflora*** | Malva de Castilla | 5 | | Exótica |
| ***Ficus benjamina*** | Laurel de la India | | 4 | Exótica |
| ***Oxalis corniculata*** | Acedera Asiática | 5 | | Exótica |
| ***Phoenix canariensis*** | Palma Canaria | | 12 | Exótica-invasora |
| ***Ricinus communis*** | Higuerilla | | 36 | Exótica-invasora |
| ***Ligustrum lucidum*** | Trueno chino | | 24 | Exótica-invasora |
| ***Cynodon dactylon*** | Gallitos | 1 | | Exótica-invasora |
| ***Sicyos deppei*** | Challotillo | 3 | | Nativa |
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | | 5 | Nativa |
| ***Fraxinus uhdei*** | Fresno mexicano | | 17 | Nativa |
| ***Argemone ochroleuca*** | Cardo santo | 2 | | Nativa |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | | 15 | Nativa |
| ***Datura stramonium*** | Toloache | 2 | | Nativa |
| ***Petunia parviflora*** | Petunia silvestre | 1 | | Nativa |
| ***Solanum americanum*** | Hierba mora | 21 | | Nativa |
| ***Solanum rostratum*** | Ayohuiztle | 9 | | Nativa |

### III.2.2.1.2.7.5 Riqueza y abundancia de especies de flora en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente.

Durante la verificación de campo, se registraron 138 individuos vegetales, todos ellos solamente en la RE, puesto que el AP no contaba con este tipo de vegetación.

Los 138 individuos fueron identificados y agrupados en 19 especies distintas, pertenecientes a 14 familias (ver Tabla III- 10).

*Tabla III- 10. Riqueza y abundancia encontradas la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto.*

| Familia | Nombre científico | Nombre común | AP | RE |
|---|---|---|---|---|
| **1. Amaranthaceae** | *1. Amaranthus hybridus* | Quintonil verde | | 3 |
| **2. Anacardiaceae** | *2. Schinus molle* | Pirul | | 3 |
| **3. Asteraceae** | *3. Bidens odorata* | Aceitilla | | 21 |
| | *4. Helminthotheca echioides* | Abrojo Europeo | | 7 |
| | *5. Sonchus asper* | Cerraja | | 2 |
| | *6. Sonchus oleraceus* | Achicoria Europea | | 8 |
| | *7. Tithonia tubaeformis* | Gigantón | | 2 |
| **4. Cucurbitaceae** | *8. Sicyos deppei* | Challotillo | | 2 |
| **5. Cupressaceae** | *9. Cupressus lusitanica* | Cedro blanco | | 1 |
| **6. Euphorbiaceae** | *10. Ricinus communis* | Higuerilla | | 52 |

| Familia | Nombre científico | Nombre común | AP | RE |
|---|---|---|---|---|
| **7. Lamiaceae** | *11. Salvia tiliifolia* | Salvia hoja de tilo | | 3 |
| **8. Malvaceae** | *12. Malva parviflora* | Malva de Castilla | | 4 |
| **9. Myrtaceae** | *13. Eucalyptus camaldulensis* | Eucalipto rojo | | 4 |
| **10. Phytolaccaceae** | *14. Phytolacca icosandra* | Mazorquilla | | 2 |
| **11. Poaceae** | *15. Cynodon dactylon* | Gallitos | | 10 |
| | *16. Lolium multiflorum* | Ballico anual | | 5 |
| **12. Polygonaceae** | *17. Persicaria punctata* | Chililllo rojo | | 2 |
| **13. Saliaceae** | *18. Salix bonplandiana* | Ahuejote | | 4 |
| **14. Solanaceae** | *19. Nicandra physalodes* | Belladona Americana | | 3 |

### III.2.2.1.2.7.6 Análisis de diversidad de especies de flora en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente

Como se muestra en la siguiente Tabla III- 11, el AP presenta en 0 todos los índices, ya que no existe este tipo de vegetación dentro del predio del proyecto, en comparación la RE presento una riqueza de 19 especies, un índice de diversidad de Shannon-Wiener de 2.26 (una diversidad media) y una equidad de Pielou de 0.77.

*Tabla III- 11. Comparación en el índice de diversidad Shannon Wiener e Índice de Equidad de Pielou de la flora registrada en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto.*

| Índice | AP | RE |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 0 | 19 |
| **Diversidad de Shannon (H´)** | 0 | 2.26 |
| **Diversidad máxima (LN(S))** | 0 | 2.94 |
| **Equidad de Pielou (H/Hmax)** | 0 | 0.77 |

### III.2.2.1.2.7.7 Especies protegidas de la flora encontradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente.

De las 19 especies encontradas en la RE con vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente, solamente *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco) se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de Protección especial (Pr) (ver Figura III- 42). Ninguna especie registrada se encontró dentro de alguno de los listados de CITES. Por último, solo 3 especies registradas se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) de la RedList.

*Tabla III- 12. Especies registradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto en alguna categoría de protección.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | | 1 | Protección especial | - | LC |
| ***Persicaria punctata*** | Chililllo rojo | | 2 | - | - | LC |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | | 4 | - | - | LC |

III.2.2.1.2.7.8 Origen y distribución de las especies de flora encontradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente

De las 19 especies encontradas en la RE en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente, 9 son nativas, 6 son exóticas y 4 son exóticas-invasoras, tal como se muestran en la siguiente Tabla III- 13.

*Tabla III- 13. Origen y distribución de las especies registradas en la vegetación de agricultura de riego anual y semipermanente de la Región Ecológica del proyecto.*

| Nombre científico | Nombre común | AP | RE | Origen y Distribución |
|---|---|---|---|---|
| ***Schinus molle*** | Pirul | | 3 | Exótica |
| ***Sonchus asper*** | Cerraja | | 2 | Exótica |
| ***Sonchus oleraceus*** | Achicoria Europea | | 8 | Exótica |
| ***Malva parviflora*** | Malva de Castilla | | 4 | Exótica |
| ***Lolium multiflorum*** | Ballico anual | | 5 | Exótica |
| ***Nicandra physalodes*** | Belladona Americana | | 3 | Exótica |
| ***Helminthotheca echioides*** | Abrojo Europeo | | 7 | Exótica-invasora |
| ***Ricinus communis*** | Higuerilla | | 52 | Exótica-invasora |
| ***Eucalyptus camaldulensis*** | Eucalipto rojo | | 4 | Exótica-invasora |
| ***Cynodon dactylon*** | Gallitos | | 10 | Exótica-invasora |
| ***Amaranthus hybridus*** | Quintonil verde | | 3 | Nativa |
| ***Bidens odorata*** | Aceitilla | | 21 | Nativa |
| ***Tithonia tubaeformis*** | Gigantón | | 2 | Nativa |
| ***Sicyos deppei*** | Challotillo | | 2 | Nativa |
| ***Cupressus lusitanica*** | Cedro blanco | | 1 | Nativa |
| ***Salvia tiliifolia*** | Salvia hoja de tilo | | 3 | Nativa |
| ***Phytolacca icosandra*** | Mazorquilla | | 2 | Nativa |
| ***Persicaria punctata*** | Chililllo rojo | | 2 | Nativa |
| ***Salix bonplandiana*** | Ahuejote | | 4 | Nativa |

En el Anexo III.3 se presenta el listado completo de las especies de flora registradas en campo del AP y la RE, y la base de datos de los cálculos para los índices. Además, en el Anexo III.4 se presenta un catálogo de las especies reportadas, donde se muestra la información de su distribución y las fotografías tomadas de las especies.

### III.2.2.2 Fauna

La Región Ecológica (RE) y el Área del Proyecto (AP) se encuentran localizados en el Estado de México, el cual se distingue por poseer una alta diversidad biológica, en general hay más de 750 especies de vertebrados que comprenden a los mamíferos, aves, reptiles y anfibios (Ceballos, 2018).

El Estado de México albergan un total de 150 especies de anfibios (49 especies) y reptiles (101 especies) (Lemos-Espinal y Smith, 2020). Con respecto a los mamíferos, se han registrado 125 especies nativas y para las aves un total de 490 especies (Ceballos *et al.,* 2009).

A fin de evaluar la riqueza biológica de presente en la Región Ecológica (RE) y Área del Proyecto (AP), se integró en el Anexo III.5, el listado potencial de las especies de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) reportadas para estas áreas. Los registros de las especies para la elaboración de este listado, se obtuvieron a través de la plataforma de acceso libre *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF.org, 2026. Disponible en: https://www.gbif.org).

A continuación, se describe el muestreo realizado en el AP y RE de las especies registradas en campo.

#### III.2.2.2.1 Metodología

##### III.2.2.2.1.1 Trabajo de campo

Se realizó un muestreo simple de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) dependiendo de las características de cada grupo de estudio en el Área del Proyecto (AP) y en la Región Ecológica (RE), donde se llevó a cabo la aplicación de diferentes metodologías, las cuales se describen más adelante. Se decidió realizar un muestreo dirigido simple debido a los avances del proyecto (el proyecto se encuentra en etapa de construcción) y que en su gran mayoría la RE es una zona urbana con gran parte de los predios en el régimen de Propiedad Privada a los cuales no se puede acceder.

En cada sitio se identificaron las especies y se registraron los individuos para posteriormente realizar los análisis de composición y diversidad de la comunidad. Además, se tomó evidencia fotográfica de los sitios muestreados, métodos desarrollados y, de las especies específicas para cada grupo de vertebrados terrestres, cuando fue posible.

###### III.2.2.2.1.1.1 Herpetofauna

Los anfibios y reptiles de las áreas de muestreo fueron registrados a través del *método de búsqueda activa* en transectos de 50 m aproximadamente. En el Área del Proyecto solo se estableció un transecto (considerando las dimensiones del área); en el caso de la Región Ecológica se consideraron 2 transectos.

Este método consistió en la búsqueda de organismos en sus microhábitats en un horario matutino considerando su horario de termorregulación ya que son horas donde se reportan actividad en especial en horarios crepusculares (Jiménez-Velázquez *et al.,* 2012), la búsqueda consistió en levantar rocas, troncos, búsqueda entre la vegetación y moviendo hojarasca con ganchos herpetológicos, búsqueda en grietas, bardas o en árboles con binoculares (en el caso de las lagartijas).



*Figura III- 43. Búsqueda activa de anfibios y reptiles en microhábitats.*

Los manuales que se consultó para los métodos y técnicas de anfibios y reptiles están basados en Brambila (2007) y Jiménez-Velázquez et al., 2012; mientras que a determinación taxonómica de las especies se realizó con base en los trabajos de Flores- Villela *et al.,* 1995, Ramírez-Bautista *et al.,* 2009, Uetz *et al.,* 2025, y Ceballos (2018) (ver en la siguiente Figura III- 44).

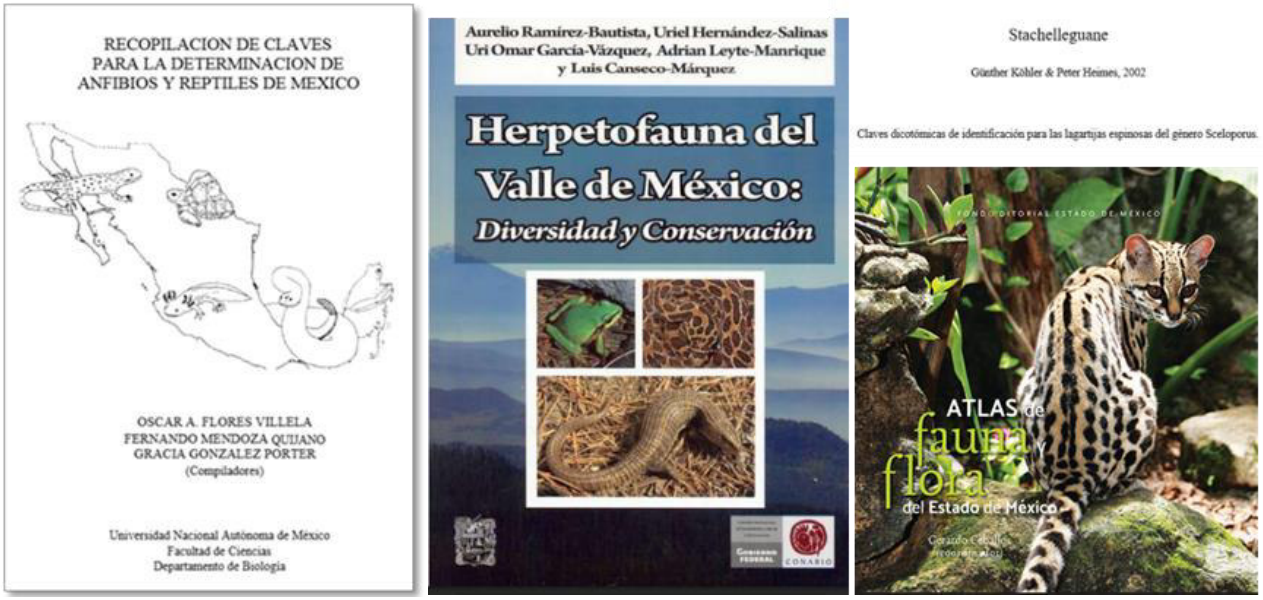



*Figura III- 44. Bibliografías sobre la herpetofauna.*

### III.2.2.2.1.1.2 Mastofauna

Los mamíferos de las áreas de muestreo se registraron mediante *métodos indirectos y directos*. Entre los métodos indirecto se encuentra la búsqueda de caminos, madrigueras, rastros principalmente excretas y huellas (Aranda, 2012) a las cuales se les tomaron fotografías para su posterior identificación.



*Figura III- 45. Registros indirectos de Canis lupus familiaris-Perro doméstico (huella izq. y excremento der.)*

Dentro de los métodos directos para mamíferos pequeños (p ej. roedores) se utilizaron trampas tipo Sherman cebadas con hojuelas de avena y un toque de esencia de vainilla, esta técnica ha

demostrado ser efectiva para la mayoría de especies de roedores (González-Romero, 2011). En el Área del Proyecto se colocaron las trampas en un transecto de 50 m aproximadamente, con una separación de 10 m (considerando las dimensiones del proyecto) obteniendo un total de 5 trampas; mientras que en la Región Ecológica se realizó un transecto con las mismas características obteniendo un total de 5 trampas.



*Figura III- 46. Preparación y colocación de trampas tipo Sherman para roedores.*

Para la búsqueda de mamíferos de talla media a grande, se hizo la observación directa en el cual se contabilizo el número de individuos.

#### III.2.2.2.1.1.3 Ornitofauna

Las aves de los sitios de muestreo se registraron mediante el *método de puntos de conteo* con tiempo definido, este método es realizado cuando la visibilidad es reducida por la vegetación (Wilson *et al.*, 2000). En el Área del Proyecto (AP) se estableció solo un punto de conteo de aves (debido a las dimensiones del proyecto) con un radio aproximado de 25 m; mientras que en la Región Ecológica se establecieron 2 puntos de conteo de aves (radio de 25 m), en cada punto se registraron los individuos que se observaran por un tiempo determinado de 20 a 30 minutos.



*Figura III- 47. Observación de aves mediante binoculares izq.) y observación de aves en el sitio de muestreo (Melanerpes aurifrons: Carpintero cheje (der.).*

Las observaciones y registros de las aves se realizaron mediante el uso de binoculares marcas Eagle Optics (10x42), en la medida de lo posible se fotografiaron por medio de cámaras profesionales modelo Canon y Olympus. Para la determinación de este grupo se utilizaron las guías de campo de la Ciudad de México y Atlas de Fauna y flora del Estado de México (Ceballos, 2018) y Van Perlo (2006).




*Figura III- 48. Guía de aves (izq.) y atlas de fauna y flora del Edo. Méx (der.). Utilizadas para la identificación de algunas especies.*

#### III.2.2.2.1.2 Trabajo de gabinete

##### III.2.2.2.1.2.1 Composición de especies.

Para obtener los valores de composición de fauna presente, se realizaron gráficos que nos brindan valores en porcentaje de la representatividad por grupos taxonómicos en términos del número de especies que conforman cada categoría, de esta manera es posible observar de manera gráfica aquellos grupos de especies que están mejor representados.

### III.2.2.2.1.2.2 Análisis de diversidad

Para el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades faunísticas en este estudio se realizó a partir de la estimación de los siguientes indicadores, mismos que fueron calculados mediante el software PAST 4.03 (Paleontological Statistics versión 4.03) y Excel 2010 de Microsoft (Hammer y Harper, 2001).

Se calcularon los siguientes índices de diversidad:

**Índice de Margalef**

Esta es una medida utilizada para estimar la biodiversidad en términos de riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies, en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, en la cual, a mayor valor, mayor riqueza; toma valores de cero cuando hay una sola especie y varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida (Moreno, 2001). La fórmula es:

$$Mg=\frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Dónde:

**S =** Número de especies

**N =** Número total de individuos

**Ln =** Logaritmo natural

**Índice de diversidad de Shannon Wiener (H')**

Este es un índice de equidad, indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Toma valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo de S, cuando todas las especies están bien representadas por el mismo número de individuos. Se calcula mediante la siguiente ecuación (Moreno, 200):

$$H'=-\sum_{i=1}^{s} pi \, Ln \, pi$$

Dónde:

pi = Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), definida por la ecuación ni/N; donde

ni = número de individuos de la especie i

N = número de individuos de todas las especies.

Ln = Logaritmo natural

**Índice de Equidad de Pielou (J')**

El índice de equidad mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, que tan uniforme es un ecosistema, se calcula de la siguiente forma:

$$J' = \frac{H'}{H' max}$$

Dónde:

***H´ =*** Índice de Shannon-Wiener

***H'max =*** *ln* de (S)

**S =** Total de especies de la muestra

**Índice de Simpson**

Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra pertenecen a la misma especie, se calcula de la siguiente forma:

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

**Pi =** Proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa por especie), elevado al cuadrado, definida por la ecuación ni/N, donde:

ni=número de individuos de la especie i

N=número de individuos de todas las especies.

III.2.2.2.1.2.3 Especies protegidas

Se verificó la presencia de las especies registradas en alguna categoría de riesgo según la normatividad nacional (NOM-059-SEMARNAT-2010) e internacional (UICN y CITES).

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:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E)**
- **En peligro de extinción (P)**
- **Amenazadas (A)**
- **Sujetas a protección especial (Pr)**

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):

- **Extinto (EX)**
- **Extinto en estado silvestre (EW)**
- **En peligro crítico (CR)**
- **En peligro (EN)**
- **Vulnerable (VU)**
- **Casi amenazado (NT)**
- **Preocupación menor (LC)**
- **Datos insuficientes (DD)**
- **No evaluado (NE)**

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora:

- **Apéndice I**
- **Apéndice II**
- **Apéndice III**

##### III.2.2.2.1.2.4 Estatus de distribución

Se consideró la distribución de las especies de acuerdo con las siguientes categorías (CONABIO, 2013):

- **Nativa**
- **Exótica**
- **Exótica-invasora**
- **Endémica**

### III.2.2.2.2 Resultados

#### III.2.2.2.2.1 Sitios de muestreo e intensidad de muestreo.

El levantamiento de datos de campo se realizó en dos días, en un horario de 10 de la mañana a 4 de la tarde por dos biólogos, invirtiendo un total de 24 horas. Este muestreo se realizó a final de la temporada de lluvias en la estación de otoño.

En la siguiente Tabla III- 14, se muestra las coordenadas UTM de los sitios de muestreo de acuerdo con el método realizado (ver en el Anexo III.6 los puntos de muestreo), mientras que en la siguientes Figura III- 49 y Figura III- 50 se muestra su ubicación geográfica.

*Tabla III- 14. Coordenadas UTM de los sitios de muestreo de fauna para el AP y la RE.*

| Unidad Ambiental de Muestreo | Sitio | Método | Coordenadas UTM (iniciales) | | Coordenadas UTM (finales) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | X | Y | X | Y |
| Área del Proyecto (AP) | AP1 | Búsqueda activa de anfibios y reptiles (BAARAP1) | 484016 | 2172976 | 483970 | 2172996 |
| | | Transecto Sherman (TSAP1) | 484014 | 2172996 | 484013 | 2172976 |
| | | Punto de conteo de aves (PCAAP1 | 483994 | 2172990 | | |
| Región Ecológica (RE) | RE1 | Búsqueda activa de anfibios y reptiles (BAARRE1) | 484109 | 2173415 | 484148 | 2173438 |
| | | Transecto Sherman y Observación directa de mamíferos (TS-ODMRE1) | 484111 | 2173438 | 484105 | 2173408 |
| | | Punto de Conteo de aves (PCARE1) | 484119 | 2173424 | | |
| | RE2 | Búsqueda activa de anfibios y reptiles (BAARRE2) | 486141 | 2172418 | 486194 | 2172400 |
| | | Observación directa de mamíferos (ODMRE2) | 486162 | 2172411 | | |
| | | Punto de conteo de aves (PCARE2) | 486158 | 2172421 | | |




*Figura III- 49. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna para el proyecto.*

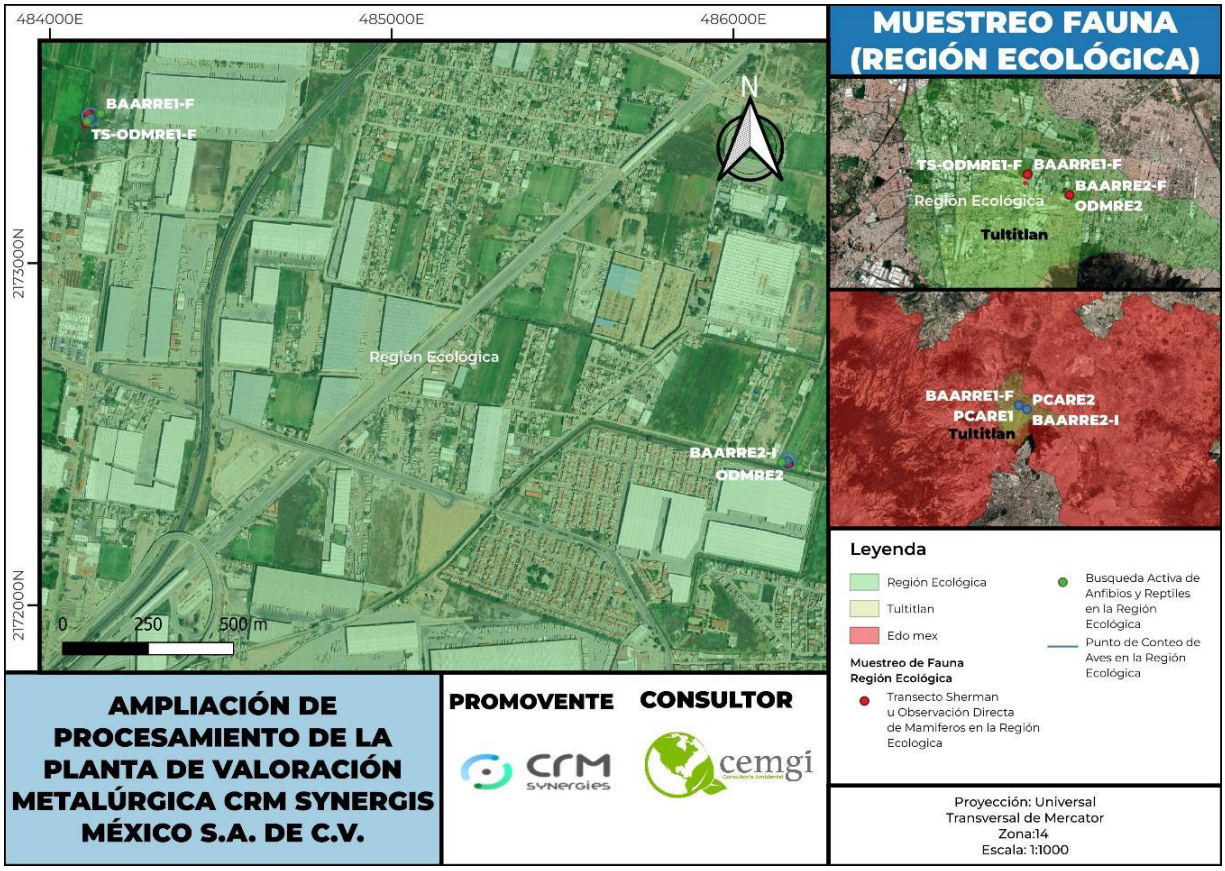



*Figura III- 50. Ubicación de los sitios de muestreo de fauna para la Región Ecológica.*

#### III.2.2.2.2.2 Composición de especies

##### III.2.2.2.2.2.1 Herpetofauna

La herpetofauna de los sitios de muestreo, está representada por una sola especie de reptil: *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa del mezquite) perteneciente a la familia Phrynosomatidae, tanto para el Área del Proyecto (AP) como para la Región Ecológica (RE). En el caso del grupo de anfibios no se encontró ninguna especie.

En la siguiente Tabla III- 15, se presenta la abundancia obtenida por cada unidad de muestreo (AP y RE).

*Tabla III- 15. Abundancia de las especies de la herpetofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

| Nombre científico | Nombre común | Abundancia | | Abundancia relativa | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | AP | RE |
| *Sceloporus cgrammicus* | Lagartija espinosa del mezquite | 8 | 3 | 1 | 1 |
| **TOTAL** | | **8** | **3** | **1** | **1** |

La especie: *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa del mezquite) fue la única especie de reptil registrada en el AP, con un total de 8 individuos (AR:1) esta especie tiene una amplia distribución en casi todos los estados de México, principalmente a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana,

habitando en bosques de pino, encino y pino-encino, además de ser una especie que se adapta a las zonas urbanas y rurales. En cuanto a la RE, se registraron un total de 3 individuos de esta misma especie.

Esta especie es nativa del país y se encuentra incluida bajo la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver Figura III- 52 y Anexo III.6.1) y en Preocupación menor (LC) por la red list de la IUCN.

Esta especie no se encuentra en algún apéndice de la CITES.

A continuación, se presenta en la siguiente Tabla III- 16, las especies registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución.

*Tabla III- 16. Especies de reptiles registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución.*

| Nombre científico | Nombre Común | Abundancia | | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList (UICN) | Distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | | | | |
| *Sceloporus grammicus* | Lagartija espinosa del mezquite | 8 | 3 | Protección especial (Pr) | - | LC | Nativa |



*Figura III- 51. Especie registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica; Sceloporus grammicus, registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr) y UICN (LC).*

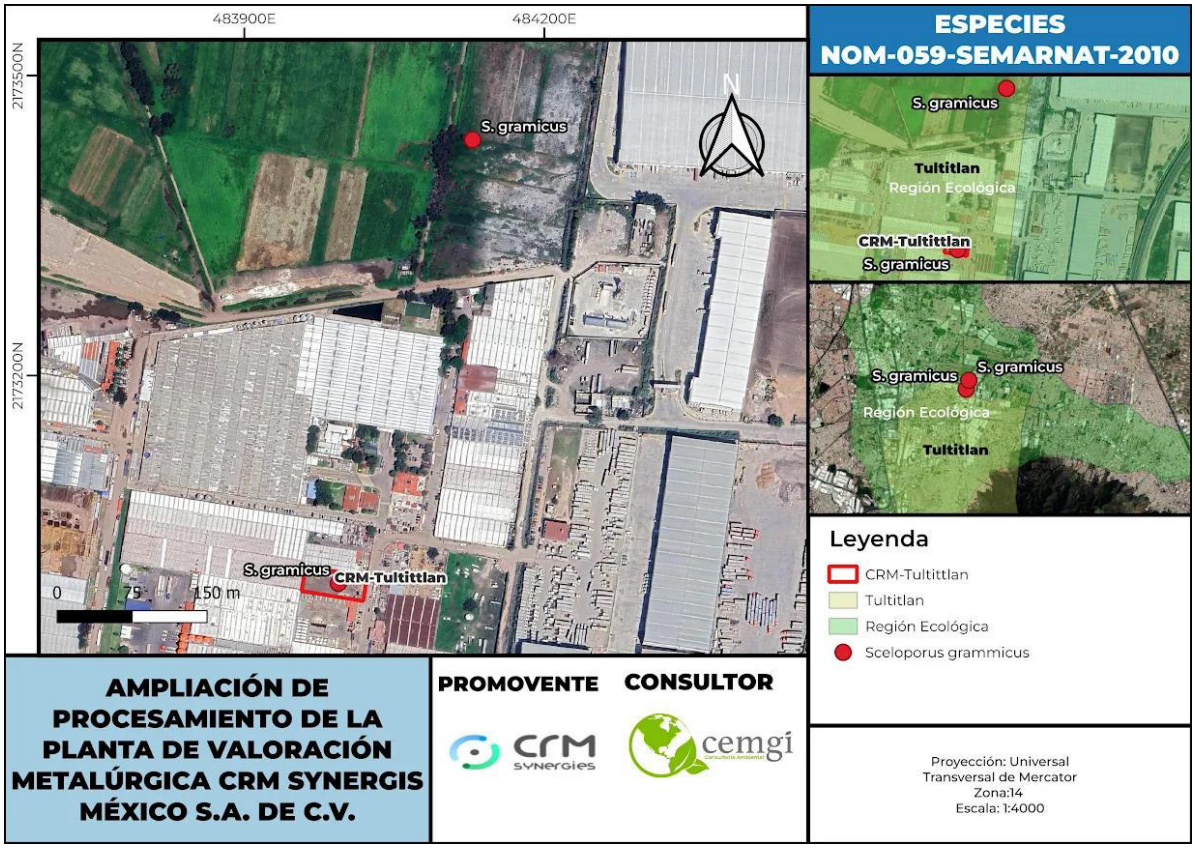



*Figura III- 52. Especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-1993.*

#### III.2.2.2.2.2.2 Mastofauna

La mastofauna de los sitios de muestreo está representada por un total de 5 especies de mamíferos pertenecientes a las familias: Canidae, Bovidae, Equidae y Muridae. En el AP se registró una especie con un solo individuo, mientras que en la RE se registraron cinco especies con un total de 19 individuos.

En la siguiente Figura III- 53, se presenta la composición de las especies de mamíferos registrados.

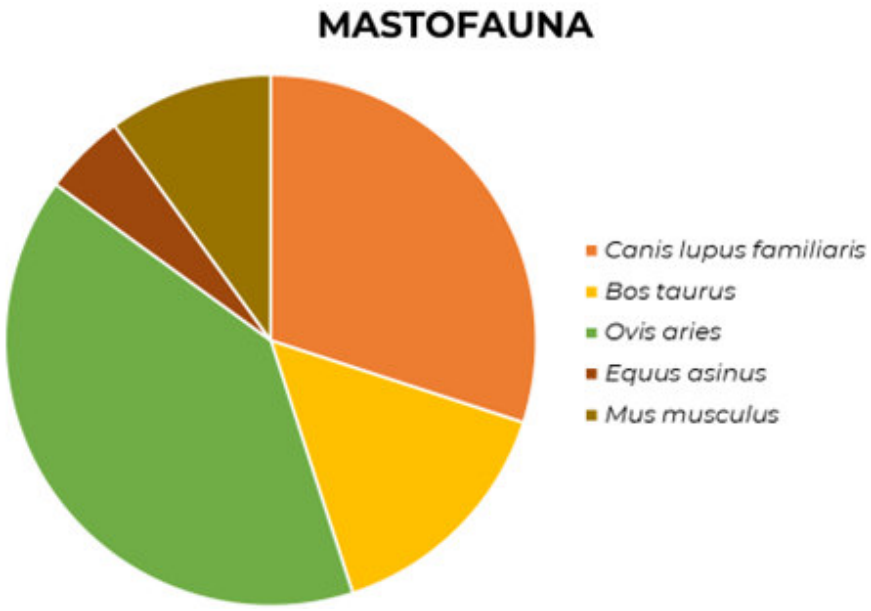



*Figura III- 53. Composición de la mastofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

En la siguiente Tabla III- 17 se presenta la abundancia de las especies de mamíferos registradas en las unidades ambientales (AP y RE).

*Tabla III- 17 Abundancia de las especies de la mastofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

| Nombre científico | Nombre Común | Abundancia | | Abundancia relativa | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | AP | RE |
| *Canis lupus familiaris* | Perro doméstico | - | 6 | 0 | 0.3158 |
| *Bos taurus* | Ganado vacuno | - | 3 | 0 | 0.1579 |
| *Ovis aries* | Borrego doméstico | - | 8 | 0 | 0.4211 |
| *Equus asinus* | Burro | - | 1 | 0 | 0.0526 |
| *Mus musculus* | Ratón casero eurasiático | 1 | 1 | 1 | 0.0526 |
| **TOTAL** | | **1** | **19** | **1** | **1** |

En cuanto a las abundancias de los mamíferos en el AP, solo se presentó un individuo de la especie: *Mus musculus* (Ratón casero eurasiático), generalmente esta especie es considerada exótica-invasora, suele ser encontrada dentro de edificaciones humanas o cerca de asentamientos rurales o urbanos. En la RE, las especies más abundantes fueron: *Ovis aries* (Borrego doméstico) con 8 individuos registrados (AR: 0.4211) y *Canis lupus familiaris* (Perro doméstico) con 6 individuos (0.3158).

De las especies de mamíferos encontradas en el AP y RE ninguna especie se encuentra sujeta a alguna categoría de protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las 5 especies de mamíferos registradas son consideradas como: exótica-invasora para el país.

Ninguna especie de mamífero se encuentra en algún apéndice de la CITES.

A continuación, se presenta la Tabla III- 18 de las especies de mamíferos registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución.

*Tabla III- 18. Especies de mamíferos registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución.*

| Nombre científico | Nombre Común | Abundancia | | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList (UICN) | Distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | | | | |
| *Canis lupus familiaris* | Perro doméstico | - | 6 | - | - | - | Exótica-Invasora |
| *Bos taurus* | Ganado vacuno | - | 3 | - | - | - | Exótica-Invasora |
| *Ovis aries* | Borrego doméstico | - | 8 | - | - | - | Exótica-Invasora |
| *Equus asinus* | Burro | - | 1 | - | - | - | Exótica-Invasora |
| *Mus musculus* | Ratón casero eurasiático | 1 | 1 | - | - | - | Exótica-Invasora |



*Figura III- 54. Especies Mus musculus (Ratón casero eurasiático) registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

#### III.2.2.2.2.2.3 Ornitofauna

La ornitofauna de los sitios de muestreo está representada por un total de 15 especies de aves y 113 individuos, distribuidos en 10 familias: Cathartidae, Columbidae, Hirundinidae, Fringilidae, Icteridae, Parulidae, Passeridae, Tyrannidae, Pelecanidae y Picidae. Para el AP se registra un total de 3 especies y 11 individuos; mientras que para la RE se registran un total de 15 especies y 102 individuos.

En la siguiente Figura III- 55 se presenta la composición de las especies de aves registradas.

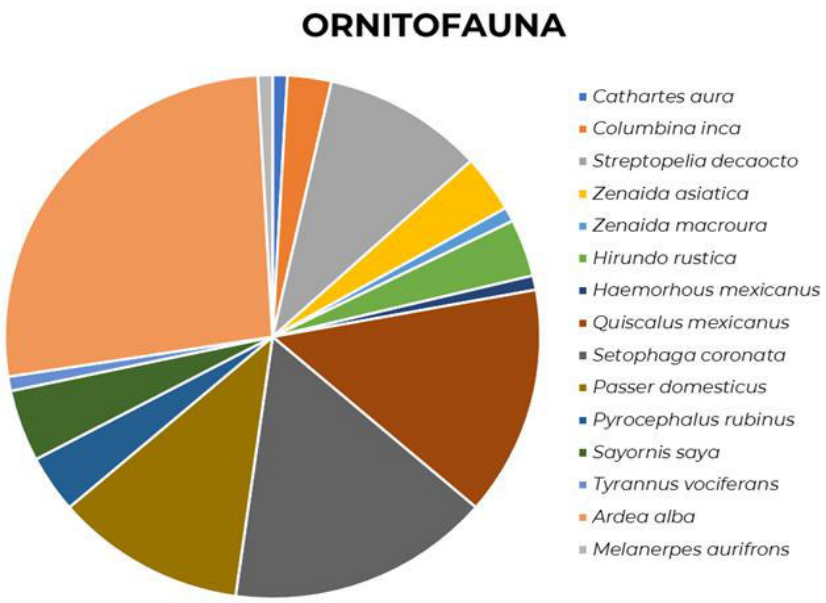



*Figura III- 55. Composición de ornitofauna registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

En la siguiente Tabla III- 19 se presenta la abundancia de las especies de aves registradas en las unidades ambientales (AP y RE).

*Tabla III- 19. Abundancia de las especies de aves registrada en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica.*

| Nombre científico | Nombre Común | Abundancia | | Abundancia relativa | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | AP | RE |
| *Cathartes aura* | Zopilote aura | - | 1 | 0.0000 | 0.0098 |
| *Columbina inca* | Tortolita Cola Larga | - | 3 | 0.0000 | 0.0294 |
| *Streptopelia decaocto* | Paloma turca de collar | 2 | 9 | 0.1818 | 0.0882 |
| *Zenaida asiatica* | Paloma de alas blancas | - | 4 | 0.0000 | 0.0392 |
| *Zenaida macroura* | Huilota común | - | 1 | 0.0000 | 0.0098 |
| *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | - | 4 | 0.0000 | 0.0392 |
| *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | - | 1 | 0.0000 | 0.0098 |
| *Quiscalus mexicanus* | Zanate mayor | 4 | 12 | 0.3636 | 0.1176 |
| *Setophaga coronata* | Chipe rabadilla amarilla | - | 18 | 0.0000 | 0.1765 |
| *Passer domesticus* | Gorrión doméstico | 5 | 8 | 0.4545 | 0.0784 |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero cardenal | - | 4 | 0.0000 | 0.0392 |
| *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | - | 5 | 0.0000 | 0.0490 |
| *Tyrannus vociferans* | Tirano Chibiú | - | 1 | 0.0000 | 0.0098 |
| *Ardea alba* | Garza blanca | - | 30 | 0.0000 | 0.2941 |
| *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | - | 1 | 0.0000 | 0.0098 |
| **TOTAL** | | **11** | **102** | **1** | **1** |

Para el AP la especie más abundante fue: *Passer domesticus* (Gorrión doméstico) con un total de 5 individuos (AR: 0.4545), esta especie se distribuye en todos los estados del país, siendo considerada como una especie generalista, tolerante e introducida (exótica-invasora), adaptada a las condiciones urbanas (Bautista-Trejo *et., al* 2023) y la especie *Quiscalus mexicanus* (Zanate mayor) con 4 individuos (AR: 0.3636).

En cuanto a la RE, la especie más abundante fue: *Ardea alba* (Garza blanca) con 30 individuos (AR: 0.2941), *Setophaga coronata* (Chipe rabadilla amarilla) con 18 individuos (AR: 0.1765) y *Quiscalus mexicanus* (Zanate mayor) con 12 individuos (AR: 0.1176). Estas especies son nativas del país y se distribuyen en la mayor parte de los estados. En el caso de *A. alba*, es muy común observarla en humedales del Estado de México, mientras en *Q. mexicanus* se encuentra bien representado en ambientes urbanos (p. ej. parques, zonas de cultivo etc.) (Ceballos, 2018).

De las especies de aves encontradas en el AP y la RE, ninguna especie se encuentra sujeta a alguna categoría de protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010, con respecto a la IUCN todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación menor (LC) y de acuerdo con su distribución la mayoría son de distribución nativa, excepto las especies: *Streptopelia decaocto* (Paloma turca de collar) y *Passer domesticus* (Gorrión doméstico), consideradas como exótico-invasoras.

Ninguna especie de ave se encuentra en algún apéndice de la CITES.

A continuación, se presenta la Tabla III- 20 de las especies de aves registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución

*Tabla III- 20. Especies de aves registradas en campo en alguna categoría de riesgo y su distribución.*

| Nombre científico | Nombre Común | Abundancia | | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES | RedList (UICN) | Distribución |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | AP | RE | | | | |
| *Cathartes aura* | Zopilote aura | - | 1 | - | - | LC | Nativa |
| *Columbina inca* | Tortolita Cola Larga | - | 3 | - | - | LC | Nativa |
| *Streptopelia decaocto* | Paloma turca de collar | 2 | 9 | - | - | LC | Exótica-invasora |
| *Zenaida asiatica* | Paloma de alas blancas | - | 4 | - | - | LC | Nativa |
| *Zenaida macroura* | Huilota común | - | 1 | - | - | LC | Nativa |
| *Hirundo rustica* | Golondrina tijereta | - | 4 | - | - | LC | Nativa |
| *Haemorhous mexicanus* | Pinzón mexicano | - | 1 | - | - | LC | Nativa |
| *Quiscalus mexicanus* | Zanate mayor | 4 | 12 | - | - | LC | Nativa |
| *Setophaga coronata* | Chipe rabadilla amarilla | - | 18 | - | - | LC | Nativa |
| *Passer domesticus* | Gorrión doméstico | 5 | 8 | - | - | LC | Exótica-Invasora |
| *Pyrocephalus rubinus* | Mosquero cardenal | - | 4 | - | - | LC | Nativa |
| *Sayornis saya* | Papamoscas llanero | - | 5 | - | - | LC | Nativa |
| *Tyrannus vociferans* | Tirano Chibiú | - | 1 | - | - | LC | Nativa |
| *Ardea alba* | Garza blanca | - | 30 | - | - | LC | Nativa |
| *Melanerpes aurifrons* | Carpintero cheje | - | 1 | - | - | LC | Nativa |



*Figura III- 56. Especies registradas en el Área del Proyecto y en la Región Ecológica: Quiscalus mexicanus (Zanate mayor) izq. y Setophaga coronata (Chipe rabadilla amarilla) Der.*

En el Anexo III.7 se presenta el listado completo de las especies de fauna registradas en campo del AP y RE. Además, en el Anexo III.8 se presenta un catálogo de las especies reportadas, donde se muestra la información de su distribución y las fotografías tomadas de las especies.

#### III.2.2.2.2.3 Análisis de diversidad

##### III.2.2.2.2.3.1 Herpetofauna

Los valores de los índices de diversidad de la herpetofauna del Área del Proyecto y de la Región Ecológica no fueron posible calcularlos ya que solo se registró una especie de reptil: *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa del mezquite). Obteniendo el siguiente resultado en la Tabla III- 21.

*Tabla III- 21. Valores de los índices de diversidad de la herpetofauna registrada en campo.*

| Índice | AP | RE |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 1 | 1 |
| **Individuos** | 8 | 3 |
| **Simpson** | 1 | 1 |
| **Diversidad de Shannon Wiener (H')** | 0 | 0 |
| **Margalef** | 0 | 0 |
| **Equidad de Pielou (J')** | 0 | 0 |

Con estos datos no se puede hacer una comparación de la riqueza y diversidad entre el AP y RE, sin embargo, se espera que la RE sea un área mayormente conservada para las demás especies de la herpetofauna que no se lograron registrar.

##### III.2.2.2.2.3.2 Mastofauna

Los valores de los índices de diversidad obtenidos de la mastofauna del AP no fueron posible calcularlos debido a que solo se registró la especie: *Mus musculus* (Ratón casero eurasiático). En el caso de la Región Ecológica, presenta valores de diversidad mayores, el índice de Shannon-Wiener muestra un valor de: 1.33, el índice de Margalef de 1.358, un valor de Simpson o dominancia de 0.3075 y un valor de equitabilidad de 0.8261, estos últimos valores pueden deberse a una ligera dominancia de la especie *Ovis aries* (Borrego domestico) por presentar mayor abundancia en la RE.

A continuación, se presenta en la siguiente Tabla III- 22 los valores de los índices de diversidad.

*Tabla III- 22. Valores de los índices de diversidad de la mastofauna registrada en campo.*

| Índice | AP | RE |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 1 | 5 |
| **Individuos** | 1 | 19 |
| **Simpson** | 1 | 0.3075 |
| **Diversidad de Shannon Wiener (H')** | 0 | 1.33 |
| **Margalef** | 0 | 1.358 |
| **Equidad de Pielou (J')** | 0 | 0.8261 |

En la Figura III- 57 se presenta los valores de los índices de diversidad de la mastofauna registrada en las unidades de muestreo.

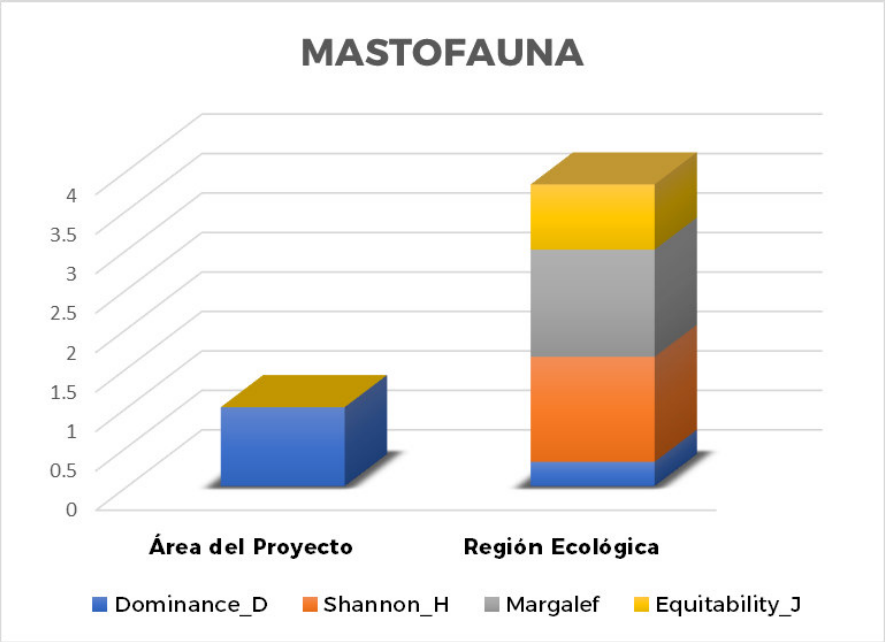



*Figura III- 57. Índices de diversidad de la mastofauna.*

### III.2.2.2.2.3.3 Ornitofauna

Los valores de los índices de diversidad obtenidos de la onitofauna del Área del Proyecto (AP) presentan valores de diversidad menores que en la Región Ecológica (RE). El índice de Shannon-Wiener muestra un valor de 1.036 y un valor de Margalef de 0.8341 para el AP, lo que indicaría una diversidad y riqueza de especies baja en comparación a la RE que mostró valores altos de Shannon-Wiener de 2.191 y un valor de Margalef de 3.027.

En el caso del AP se muestra un valor de dominancia de 0.3719 y en la equitabilidad un valor de 0.9432, estos resultados se deben a que solo se registraron 3 especies de aves. Para la RE, la dominancia presenta un valor bajo de 0.1538 y un valor de equitabilidad de 0.809, lo que indicaría que las especies de la Región Ecológica, se encuentran distribuidas de manera homogénea al no existir una dominancia tan marcada.

A continuación, se presenta en la siguiente Tabla III- 23 los valores de los índices de diversidad.

*Tabla III- 23. Valores de los índices de diversidad de la ornitofauna.*

| Índice | AP | RE |
|---|---|---|
| **Riqueza (S)** | 3 | 15 |
| **Individuos** | 11 | 102 |
| **Simpson** | 0.3719 | 0.1538 |
| **Diversidad de Shannon Wiener (H')** | 1.036 | 2.191 |
| **Margalef** | 0.8341 | 3.027 |
| **Equidad de Pielou (J')** | 0.9432 | 0.809 |

Los valores de los índices de diversidad se presentan de manera gráfica en la siguiente Figura III- 58.

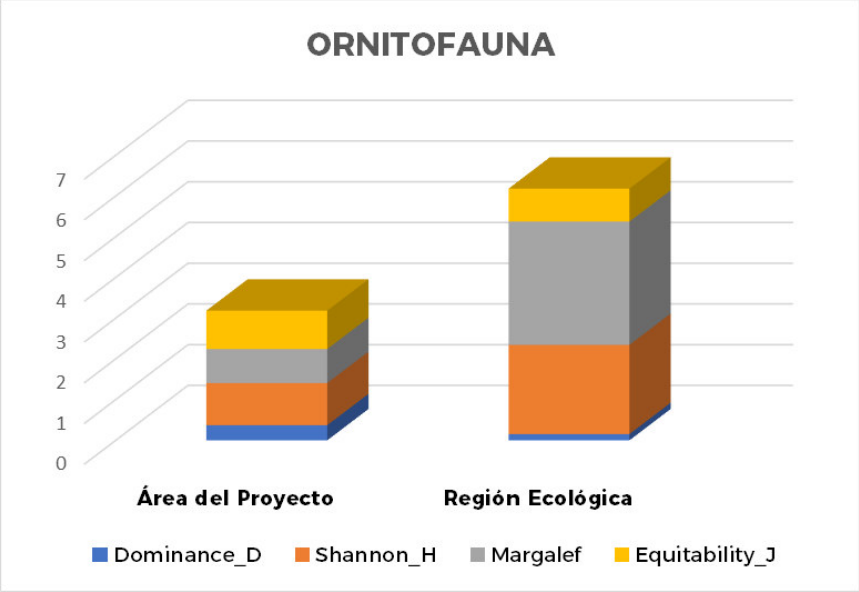



*Figura III- 58. Índices de diversidad de la ornitofauna.*

Se concluye que la Región Ecológica por los valores mostrados de riqueza y diversidad, es un área mayormente conservada en comparación al Área del Proyecto, siendo un refugio para muchas especies de la ornitofauna.

En el Anexo III.7 se presenta el listado completo de las especies registradas en campo del AP y RE, y los cálculos realizados para los análisis de diversidad.

## III.2.3 Componente Socioeconómico

### III.2.3.1 Demografía

#### III.2.3.1.1 Dinámica de la población

De acuerdo con el censo de población y vivienda INEGI 2020, la población de Tultitlán fue de 516,341 habitantes. De los cuales 251,638 habitantes fueron hombres (48.7%), y 264,703 fueron mujeres (51.3%) (*Congreso Estado de México e Instituto de Estudios Legislativos, 2025*).

#### III.2.3.1.2 Crecimiento y distribución de la población

En una comparativa, respecto del censo de población y vivienda de 2010 de INEGI 2010, para el 2020 la población de Tultitlán creció en un 6.03% (*Gobierno de México, 2025*). En términos de densidad poblacional, ha pasado de 3,437.43 hab/km² en 1990 a 7,819.1 hab/km² en 2020, lo que refleja una creciente población en un municipio que ha experimentado una ligera reducción en su superficie; en la siguiente table se muestra la evolución demográfica del municipio.

En la Tabla III- 24 se muestra la evolución demográfica del municipio.

*Tabla III- 24. Evolución Demográfica de Tultitlán (Elaboración DIPPE 2025-2027, con base en DIPPE 2022-2024, con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Censos de Población y Vivienda, 1990, 2000, 2010, 2020 y Encuesta Intercensal 2015).*

| AÑO | POBLACIÓN TOTAL | SUPERFICIE MUNICIPAL | DENSIDAD DE LA POBLACIÓN |
|---|---|---|---|
| **1990** | 246,464 | 71.70 km² | 3,437.43 hab./km² |
| **2000** | 432,142 | 71.70 km² | 6,027.07 hab./km² |
| **2010** | 486,998 | 71.70 km² | 6,792.16 hab./km² |
| **2015** | 520,557 | 66.4 km² | 7,882.9 hab./km² |
| **2020** | 516,341 | 66.0 km² | 7,819.1 hab./km² |

#### III.2.3.1.3 Estructura por sexo y edad

De acuerdo con los datos del Censo de población y vivienda de INEGI en 2020 la distribución de la población se comportó como se muestra en la siguiente Figura III- 59. Los rangos de edad que concentraron mayor población fueron 20 a 24 años (42,569 habitantes), 25 a 29 años (42,500 habitantes) y 15 a 19 años (42,381 habitantes). Entre ellos concentraron el 24.7% de la población total (*Gobierno de México, 2025*).

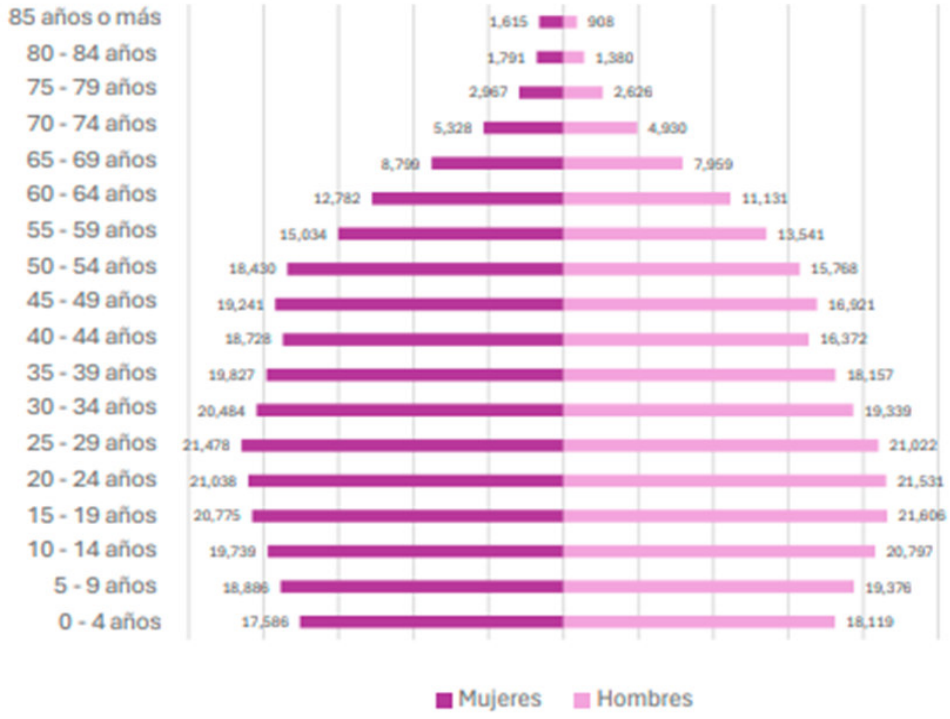


*Figura III- 59. Pirámide poblacional, datos económicos 2020. Censo de Población y vivienda INEGI, 2020.*

#### III.2.3.1.4 Natalidad y mortalidad

Las estadísticas vitales (nacimientos, defunciones, matrimonios y divorcios) muestran que en el periodo 2015-2019; disminuyeron en un 14% el total de nacimientos registrados, asimismo, se presentó un aumento de más del cien por ciento en las defunciones; lo anterior, es congruente con la tendencia de decremento del número total de habitantes, entre 2015 y 2020, así como la pandemia a causa del virus SARS-CoV-2, generador de la Covid-19, entre otros factores.

*Tabla III- 25. Estadísticas vitales 2015-2019 en Tultitlán (Fuente: Elaboración propia de la DIPPE 202-2024, con datos de IGECEM, Estadística Básica Municipal 2020).*

| AÑO | NACIMIENTOS | DEFUNCIONES |
|---|---|---|
| **2015** | 6,265 | 1,182 |
| **2017** | 6,030 | 2,270 |
| **2019** | 5,390 | 2,394 |

#### III.2.3.1.5 Población económicamente activa

##### III.2.3.1.5.1 Población económica activa por edad, sexo, estado civil, sector de actividad

Los datos que se presentan en esta sección corresponden a la entidad federativa correspondiente al Estado de México (Gobierno de México, 2025), pues no hay registro de datos específica para el municipio de Tultitlán.

Para efectos de la descripción de los parámetros de esta sección, se retoman los siguientes conceptos:

**Población Económicamente Activa (PEA)**: Se refiere a los habitantes mayores a 15 años que se encuentran trabajando o, en su defecto, se encuentran dentro de la población desocupada. La edad legal mínima para trabajar se modificó el 17/06/2014 pasando de 14 a 15 años.

**Población ocupada:** PEA que realiza una actividad económica, ya sea de manera independiente o subordinada. La tasa de ocupación se refiere al porcentaje de la PEA que se encuentra ocupada.

En la siguiente Figura III- 60, se muestra que la población económicamente activa (PEA) del Estado de México se encuentra casi siempre por debajo de la PEA Federal, manteniéndose en un rango entre ~53% y ~61.2%.

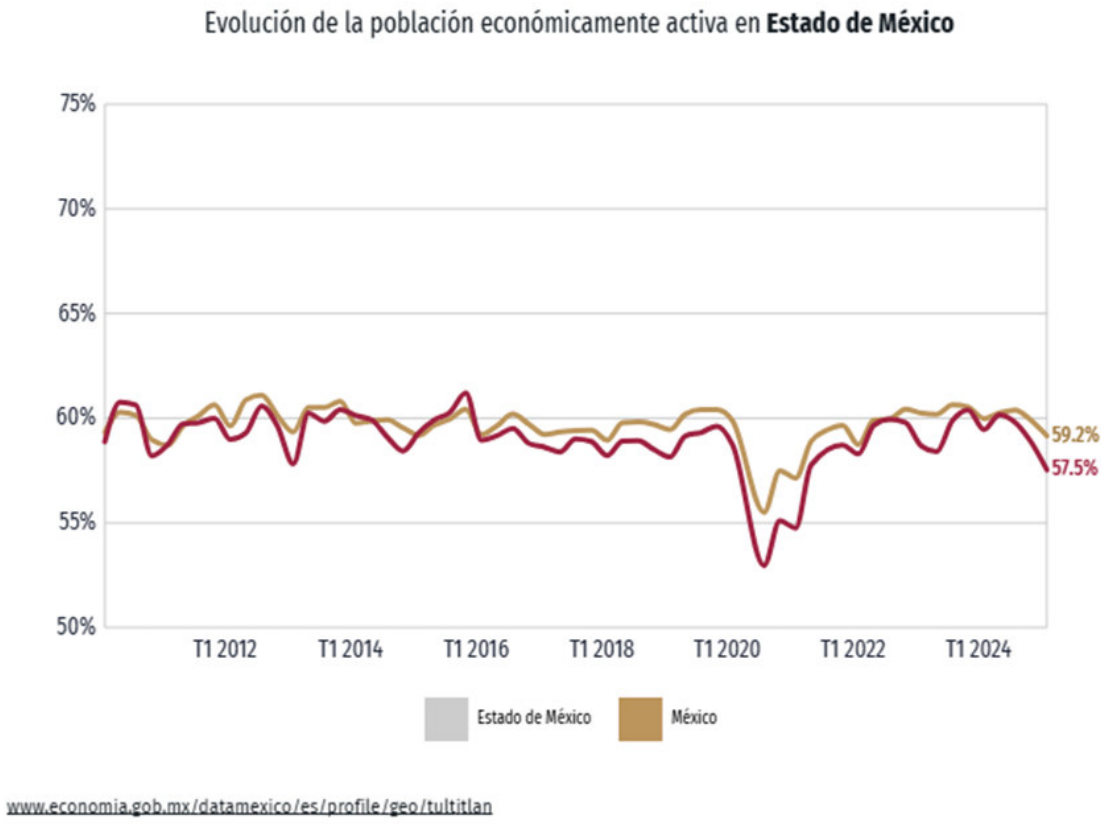



*Figura III- 60. Población económicamente activa del Estado de México, periodo 2012-2024, mostrada por trimestre.*

En la siguiente Figura III- 61, se puede ver que, históricamente, los hombres se encuentran mayormente económicamente activos con un porcentaje alrededor del 69.6% al 80.8%, mientras que las mujeres se encuentran alrededor del 37.4% al 46.6%.

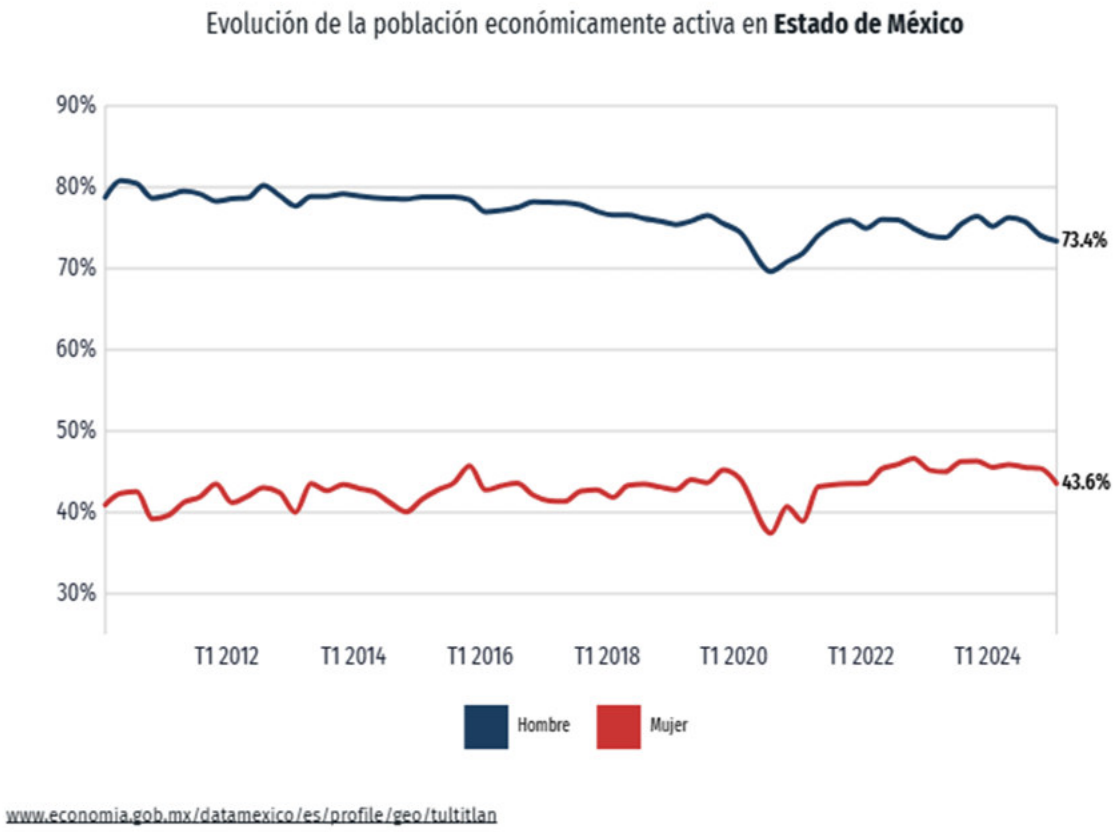



*Figura III- 61. Población económicamente activa del Estado de México por género, periodo 2012-2024, mostrada por trimestre.*

En la siguiente Figura III- 62 se muestra la evolución de población ocupada, donde se observa que desde 2012 a 2019 se conserva mayormente el aumento de la ocupación, sin embargo, para el trimestre tres del 2020 y primer trimestre del 2021 decreció considerablemente, aumentando nuevamente durante el segundo trimestre del 2021, la cual, ha aumento relativamente de manera constante hasta el primer trimestre del 2025.




*Figura III- 62. Población ocupada en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre.*

En la siguiente Figura III- 63, se muestra la población ocupada categorizada por género, a destacar que igual que en el caso de PEA, los hombres se encuentran con una mayor representatividad (diferencia de más de 1 millón 500 mil personas), con una reducción durante el 2011.

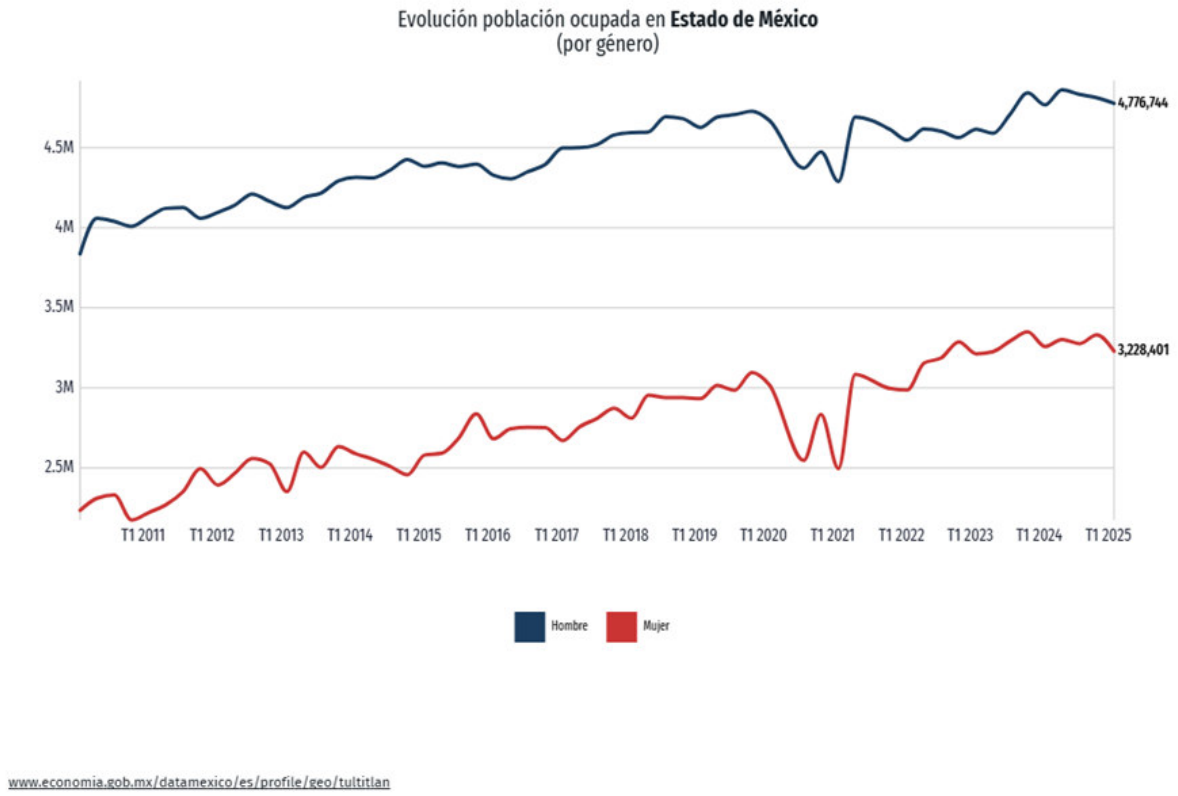



*Figura III- 63. Población ocupada por género en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre.*

En la siguiente Figura III- 64 se puede observar que las personas se ocupan más como trabajadores informales en comparación de ocuparse en un empleo formal cuya brecha va de hasta más de 600 mil personas. De igual manera que las gráficas anteriores se pude identificar un descenso durante el primer trimestre del 2021 principalmente en los trabajadores informales y donde, comienza a recuperarse en el segundo trimestre del 2021.

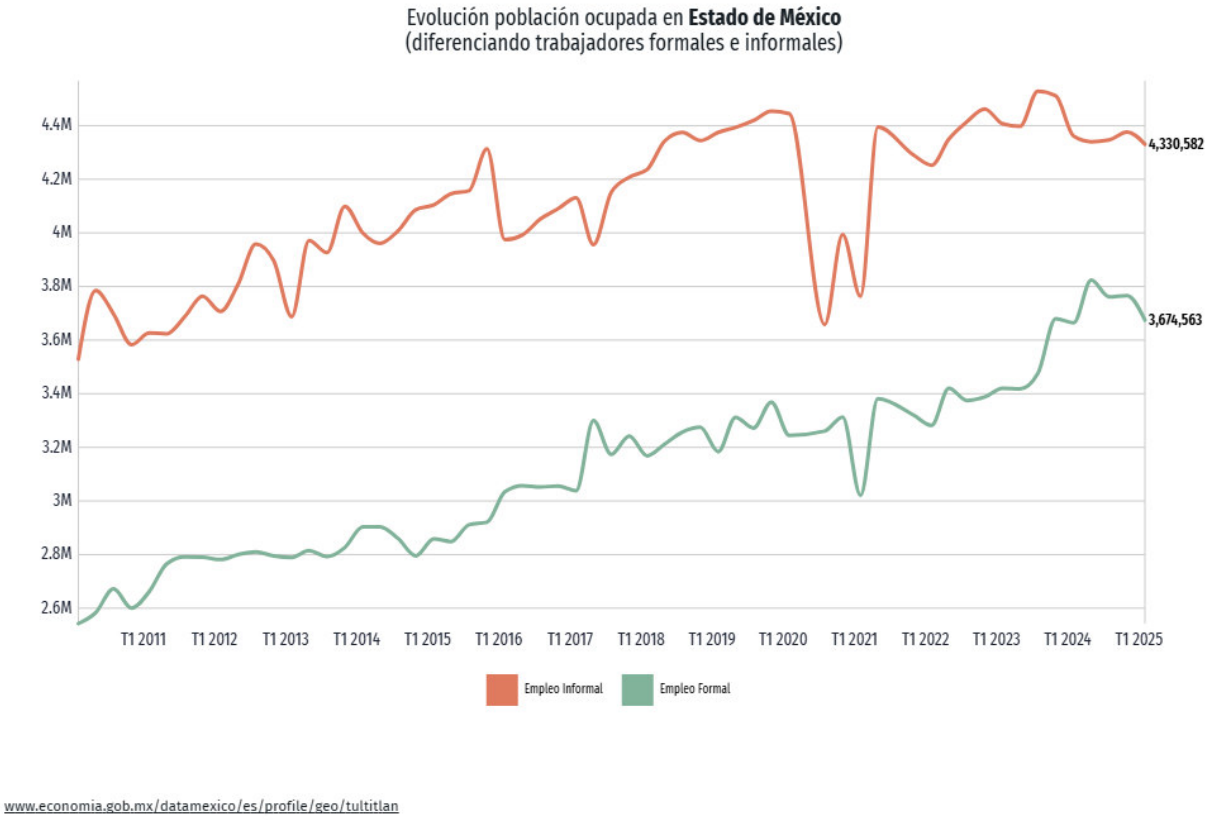



*Figura III- 64. Población ocupada entre trabajos formales e informales, en el Estado de México. En el periodo 2011-2025, mostrado por trimestre.*

### III.2.3.1.5.2 Distribución porcentual de la población desocupada abierta por posición en el hogar.

En esta sección, se presentan datos relacionados con el Estado de México (Secretaría de Economía, 2024), pues no hay datos correspondientes al municipio de Tultitlán.

En concordancia con ello, a continuación, se retoman concepto (Servicio Nacional del Empleo, 2020) necesarios para la comprensión de los datos presentados posteriormente:

**Población No Económicamente Activa (PNEA):** Personas de 15 y más años de edad que en la semana de referencia únicamente realizaron actividades no económicas y no buscaron trabajo.

**Población desocupada:** Población económicamente activa que no trabaja, pero está disponible y buscando trabajo.

En la siguiente Figura III- 65 se muestra que la tasa de desempleo, presentada como tasa de desocupación, en el estado de México ha ido disminuyendo en el periodo presentado desde un 5.29% hasta 2.46%.

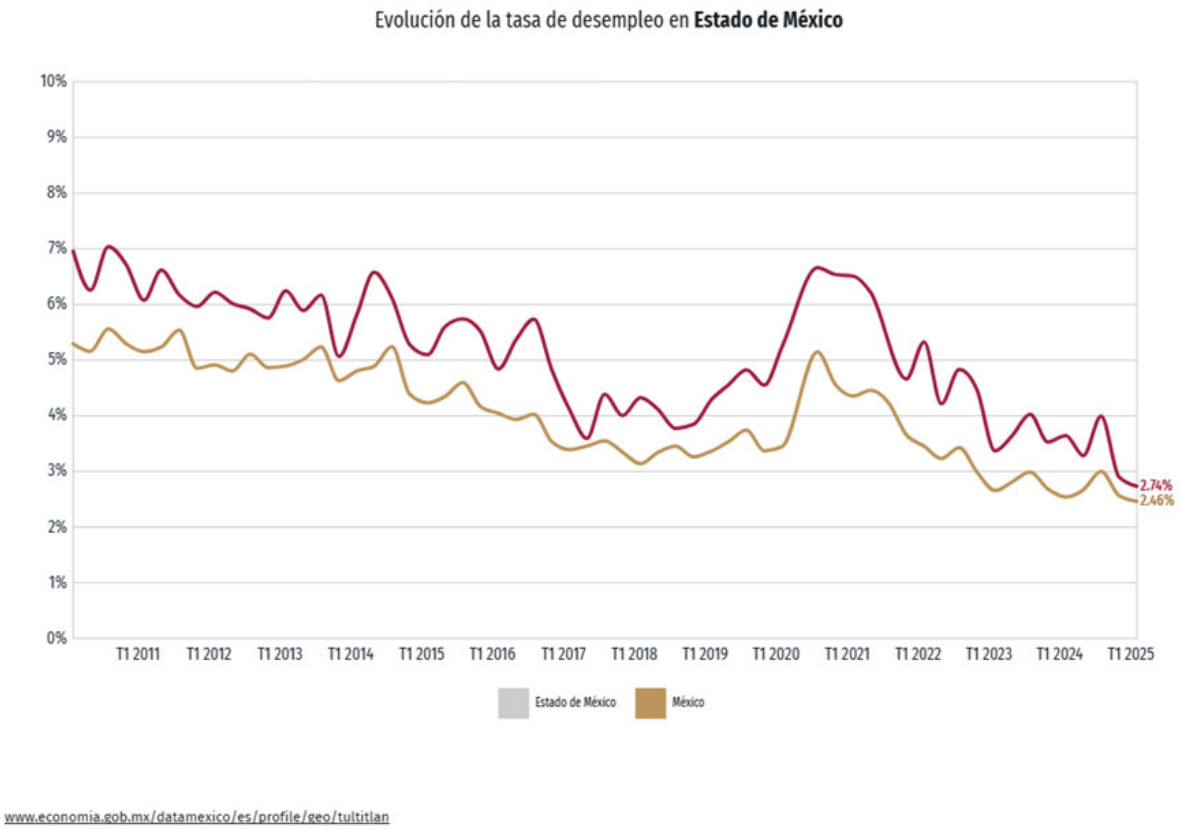



*Figura III- 65. Tasa de desempleo en el estado de México, periodo 2011-2025, mostrada por trimestre.*

En la siguiente Figura III- 66 se muestra que la tasa de desempleo se mantiene fluctuando entre ambos géneros hasta que en 2017 disminuye, manteniéndose hasta 2020 en donde aumenta para disminuir nuevamente a partir de 2021 hasta la actualidad. En general ha disminuido de un 7.37% a 2.38% en hombre y de 6.23 a 2.6% para mujeres.

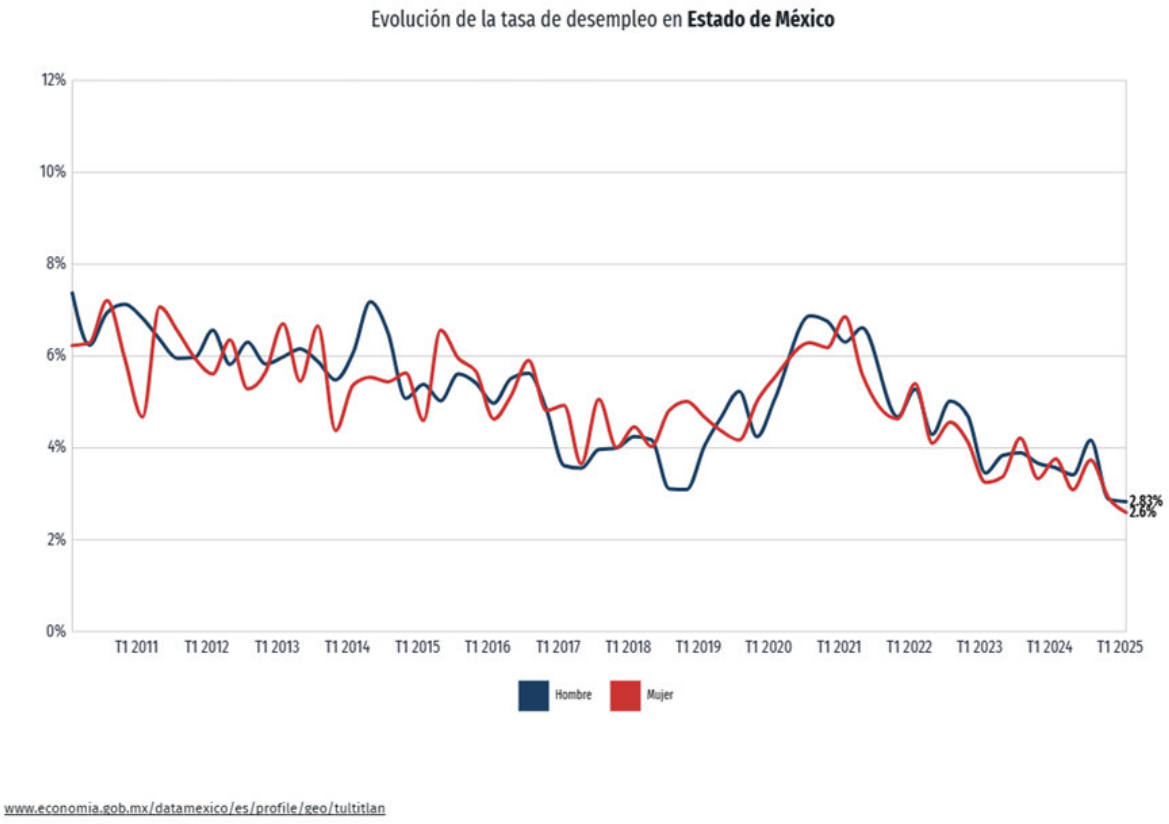



*Figura III- 66. Tasa de desempleo en el Estado de México, por género. Para el periodo 2011-2025, mostrada por trimestre.*

#### III.2.3.1.5.3 Población económicamente inactiva

En la siguiente Tabla III- 26, de acuerdo con la Gaceta Municipal (2023), en 2020, la Población Económicamente Activa (PEA) de Tultitlán representó el 50.58% del total de la población, de los cuales 27.23% son jóvenes entre los 15 y 29 años, cabe destacar que el grupo quinquenal de entre los 25 y 29 años es el que más aporta con 33,534 habitantes, y 4.41% son habitantes con 65 años y más de edad.

Con respecto a la Población No Económicamente Activa (PNEA) en los jóvenes entre los 15 y 29 años, esta representa el 43.57% con respecto al total de los grupos quinquenales mencionados.

La Población No Económicamente Activa (PNEA), que incluye a personas dedicadas a los quehaceres del hogar, estudiantes y jubilados, representa el 31.58% de la población total (Gobierno de Tultitlán, 2025).

*Tabla III- 26. Población económicamente activa (PEA) en Tultitlán, año 2020. Fuente: Elaboración DIPPE 2025-2027, con información del INEGI, Principales resultados por localidad (ITER) del Censo de Población y Vivienda 2020.*

| Población total (habitantes) Total Ocupada Desocupada Población No económicamente activa (PNEA) | Población total (habitantes) Total Ocupada Desocupada Población No económicamente activa (PNEA) | Población total (habitantes) Total Ocupada Desocupada Población No económicamente activa (PNEA) | Población total (habitantes) Total Ocupada Desocupada Población No económicamente activa (PNEA) | Población total (habitantes) Total Ocupada Desocupada Población No económicamente activa (PNEA) |
|---|---|---|---|---|
| **516,341** | 261,203 | 254,951 | 6,252 | 163,088 |
| **Mujeres** | 108,337 | 106,306 | 2,031 | 111,091 |
| **Hombres** | 152,866 | 148,645 | 4,221 | 51,997 |

### III.2.3.2 Factores Socioculturales

#### III.2.3.2.1 Uso de los recursos naturales

La siguiente información se enfoca en la utilización de los recursos naturales del municipio la cual fue tomada del Plan de Desarrollo Municipal 2025-2027 del Municipio de Tultitlán, 2025.

Bienestar ambiental y acceso universal al agua

a. Agua para todos en Tultitlán

Una de las problemáticas más notables en el territorio de Tultitlán es el abasto suficiente de agua potable, principalmente de uso habitacional, aunado a la dependencia del municipio al agua en bloque proveniente del Sistema Cutzamala, que presenta una disminución crónica de la precipitación en cuencas de las presas de abastecimiento.

*Sistemas de captación de agua pluvial en Tultitlán*

En el municipio de Tultitlán existe un tanque cisterna de tormentas, el cual tiene una capacidad de almacenamiento de 300 $m^3$. Dicho tanque provee de agua pluvial a dos pozos de absorción que tienen por objeto, infiltrar el agua de lluvia captada en esa porción del Parque Estatal Sierra de Guadalupe. Con datos de la Coordinación General de Conservación Ecológica de la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México, la captación de 4.2 millones de $m^3$ de agua pluvial de forma anual, permite la recarga de los mantos freáticos y mitiga también las inundaciones que se presentan, particularmente en la temporada de lluvias.

Como parte de los compromisos del gobierno municipal se planea instrumentar sistemas de captación de agua de lluvia en instalaciones públicas municipales del municipio, para su absorción al subsuelo y el mantenimiento de áreas verdes, además de construir pozos de absorción, principalmente en las faldas de la Sierra de Guadalupe.

**Tratamiento de aguas residuales en Tultitlán**

Otra problemática es la práctica de verter las descargas de aguas residuales (domésticas, comerciales, industriales o mixtas) directamente a la red del drenaje municipal, sin recibir el tratamiento correspondiente para su reutilización.

Con información del OPD APAST, en el año 2019, en el municipio operaban 2 plantas tratadoras de aguas residuales de origen habitacional, la Planta “Portales” y la Planta “Robles y Colorines”.

Al arranque del trienio de gobierno pasado, en el año 2022, se generaban 31,997,329 $m^3$ de aguas residuales, con un volumen de aguas tratadas igual a cero, por lo que se instrumentó la rehabilitación de Planta de Tratamiento de aguas residuales del Fraccionamiento Los Portales, a través del suministro e instalación de equipo para el tratamiento de aguas residuales, para rehúso con un caudal de 12 l.p.s. con un beneficio directo a 20,000 habitantes, en el cuidado del agua potable y la reutilización de las aguas tratadas para el riego de áreas verdes, camellones y jardines.

Sin embargo, para el año 2024, al concluir la gestión 2022-2024, el OPD APAST informa que la citada planta dejó de operar debido a los costos de mantenimiento y maniobra que representan para el organismo.

Con datos del Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México 2023 del INEGI, en su apartado Agua potable y saneamiento, de los ocho municipios de la región, ninguno cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales en operación. Lo anterior, denota que para los gobiernos locales de la región, no es prioritario el tratamiento de aguas residuales, con en el consiguiente daño al medio ambiente, comprometiendo mayormente los recursos hídricos, que no sólo son utilizados para las distintas actividades humanas, sino en las actividades de orden (mantenimiento de parques, jardines y áreas verdes, entre otras), lo cual refrenda la imperiosa vinculación como los otros órdenes de gobierno para el mejor aprovechamiento de los recursos no renovables como el agua.

b. Restauración, conservación y mejora de los bosques y del medio ambiente.

El Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029 establece que 117 de los 125 municipios de la entidad, cuentan con superficie forestal, en la que se asientan 3,524 especies de plantas y 10 tipos de formaciones forestales.

En lo que respecta al municipio de Tultitlán, este no cuenta con áreas boscosas en su territorio, además de que la vocación del mismo no es la producción ni comercialización de sujetos maderables, sin embargo, en su territorio se encuentra una fracción del Área Nacional Protegida (ANP), denominada “Parque Estatal Sierra de Guadalupe” con una diversidad vegetal y animal, que insta a la definición de estrategias y alianzas con los gobiernos del Estado de México y de la República.

**Reforestación**

El gobierno del municipio, a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente se coordina con la Secretearía del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible para la realización de jornadas de reforestación en el Parque Estatal Sierra de Guadalupe. En 2024 se realizaron 12 jornadas de reforestación.

Asimismo, en el 2023, por medio de la Jefatura de Parques y Jardines, dependiente de la Dirección de Servicios Públicos, realizó 38,683 reforestaciones de árboles y plantas de ornato en áreas urbanas como calles, avenidas y bajo puentes del municipio.

**Áreas Naturales Protegidas**

De acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano vigente, Tultitlán cuenta con 1,076.78 de las 6,322.50 hectáreas que conforman el Área Natural Protegida, a su vez Parque Estatal Sierra de Guadalupe, lo cual representa el 21% de la superficie total de éste y que abarca también a otros municipios.

El Programa Regional Zona II Nororiente 2024-2029 del Estado de México, cita que la entidad cuenta con una superficie de Áreas Naturales Protegidas de 999,393.68 hectáreas, lo que representa aproximadamente el 44% de su área total,31. De ese éste, el Parque Estatal Sierra de Guadalupe representa apenas el 0.63% de esta superficie.

El Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Tultitlán refiere que deberá entenderse por incendios forestales como la propagación del fuego que se extiende de manera libre y descontrolada, afectando el entorno; ya sea de manera positiva o negativa. Se reporta que el 75% de los incendios son causados por actividades humanas.

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), menciona que en Tultitlán se han registrado 208 incendios forestales de 2005 a la fecha.

*Tabla III- 27. Elaboración DIPPE 2025-2027, con información del Atlas de Peligros y Riesgos 2024, Municipio de Tultitlán (Fuente: Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Tultitlán Op. Cit., pág. 200).*

| CAUSA | TOTAL |
|---|---|
| **Actividades Agropecuarias** | **5** |
| **Quema para preparación de siembra** | 4 |
| **Desconocido** | 1 |
| **Actividades ilícitas** | **41** |
| **Tala ilegal** | 1 |
| **Vandalismo** | 40 |
| **Actividades pecuarias** | **1** |
| **Quema de pastoreo** | 1 |
| **Festividades y rituales** | *48* |
| **Fogatas** | **15** |
| **Fogatas de paseantes** | 13 |
| **Ninguna/No aplica** | 1 |
| **Otras** | 1 |
| **Fumadores** | **3** |
| **Intencional** | **57** |
| **Vandalismo** | 54 |
| **Desconocido** | 3 |
| **Otras causas** | **36** |
| **Quema de basureros** | **1** |
| **Basurero irregular** | 1 |
| **Total** | **208** |

**Calidad del aire**

Las actividades industriales, económicas y domésticas; además del uso de transporte público y privado, se constituyen como los principales agentes contaminantes del aire, por lo que conforme a análisis de la Comisión Ambiental de la Megalópolis, en los territorios de Tultitlán y Coacalco de Berriozábal, se concentran óxido de nitrógeno, ozono, partículas suspendidas, bióxido de azufre, monóxido de carbono y el bióxido de nitrógeno, las cuales son generadas por fuentes móviles y fijas, principales causantes de la contaminación del aire.

De acuerdo con el Estudio de Movilidad y Anteproyecto Geométrico en Tultitlán, se contabilizaban 254,239 vehículos de motor en circulación, de los que destacan automóviles, camiones de carga, camiones de pasajeros, y motocicletas.

Conforme al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del año 2024, en Tultitlán se encuentran 22,084 unidades económicas, 1,858 industrias manufactureras, 30 dedicadas al ramo de la construcción y 54 de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final, que pueden constituirse como fuentes generadoras de emisiones al ambiente y contaminación del aire.

**Gestión integral de residuos**

De acuerdo con el Plan de Desarrollo del Estado de México 2023-2029, en la entidad se generan diariamente 16,639 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU), en Tultitlán de acuerdo con cifras de la Dirección de Servicios Públicos, se generan 529.9 toneladas por día, es decir, los RSU generados por los distintos sectores en el municipio representan el 3.18% a nivel estatal.

La cobertura del servicio con la infraestructura municipal instalada en materia de recolección de RSU es la atención de 191 comunidades de las 211 que conforman el municipio, alcanzándose una cobertura general del 90%; se cuenta con 30 rutas de recolección, con las que se compilan 173.59 toneladas diariamente, 356.31 son recolectadas por los servicios particular tolerado o informal.

**Educación ambiental**

El gobierno del municipio planea impulsar, a través de las dependencias municipales responsables, pláticas, conferencias y talleres para la población sobre el cuidado del medio ambiente y el agua, porque es necesario promover una cultura en el manejo y conservación del medio ambiente, así como del uso responsable del agua potable entre la población de Tultitlán.

#### III.2.3.2.2 Nivel de aceptación del proyecto

No se cuenta con un parámetro para establecer el nivel de aceptación; no obstante, el proyecto se encuentra en una zona industrial, lo que evita afectaciones en zonas no aptas y que pudieran llevar a no ser aceptado por la población de la zona.

#### III.2.3.2.3 Valoración de espacios y sitios

No hay algún indicador o métrica de INEGI con que se pueda valorar este parámetro. Cabe mencionar que, como se ha mencionado en otros puntos de la Manifestación, se trata de un espacio que actualmente se encuentra en construcción con presencia hierbas escasas, así como, escombros y otros residuos que son producto de las actividades de la misma obra y que, anteriormente, se encontraba baldío.

Dentro del espacio se desarrollará el proyecto el cual, consiste en una industria pesada con uso de industria grande contaminante y que tiene como objetivo la recolección de residuos de manejo especial (RME) y peligrosos (RP) para la obtención y aprovechamiento, principalmente de estaño y de manera secundaria zinc, cobre, hierro, antimonio, arsénico, níquel (con o sin antimonio) y plomo.

Actualmente se encuentra autorizado por el Estado de México para la construcción y operación del proceso con RME como materia prima y, cabe mencionar, que la elaboración de presente estudio busca la correspondiente para la incorporación de la utilización de RP.

La zona en la que se ubica es industrial y la cual, lleva años de funcionamiento representando un valor económico que se ha mantenido constante por las actividades que se desempeñan.

#### III.2.3.2.4 Patrimonio histórico

##### III.2.2.2.4.1 Monumentos históricos

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal 2025-2027, los monumentos históricos más destacados son la Parroquia de San Antonio de Padua y la Capilla de San Lorenzo, sin embargo, también cuenta con otras construcciones importantes que presentan retablos y fachadas:

- Templo de San Lorenzo del siglo XVI con modificaciones en los siglos XVIII, XIX y XX
- Templo de San Antonio con inicios en el siglo XVIII, continuado en el XIX
- Capilla La Concepción del siglo XVI con modificaciones posteriores
- Cruz del Barrio La Concepción del siglo XVI (tentativamente)
- Capilla del Barrio de Belem del siglo XVII (tentativamente)
- Cruz del Barrio de Belem del siglo XVI
- Capilla de Los Reyes del siglo XX
- Capilla de San Juan Bautista del siglo XVII (tentativamente), con modificaciones posteriores
- Capilla del Señor Santiago del siglo XVII (tentativamente), con modificaciones posteriores
- Capilla de Nativitas del siglo XVII (tentativamente), con modificaciones posteriores
- Capilla San Bartolomé del siglo XVII (tentativamente), con modificaciones posteriores
- Templo de San Francisco Chilpan del siglo XVII (tentativamente)
- Templo de San Mateo Cuautepec del siglo XVII (tentativamente)
- Templo de Santa María Cuautepec del siglo XVII con fachada barroca del siglo XVIII
- Templo de San Pedro y San Pablo del siglo XVII (tentativamente)
- Cruz del panteón de San Pablo del siglo XVI (tentativamente)
- Cruz de San Pablo de las Salinas en la base del siglo XVIII y Cruz del siglo XVI (tentativamente)
- Fachada de la hacienda de Cartagena del siglo XIX

También se han encontrado hallazgos arqueológicos de distintas épocas, como restos de mamuts y fragmentos cerámicos prehispánicos, que evidencian la riqueza cultural de la región.

- Fragmentos de cerámica, figurillas, pirámide y panteón de 200 a.C. y el 750 d.C.
- Elementos arqueológicos de 850 d.C. al 1110 d.C.
- Elementos arqueológicos, pirámide, esculturas, vasijas, malacates, etc., de 1110 d.C. al 1521 d.C.
- Huesos de mamut, caballos y camélidos de 15000 a.C. a 13000 a.C.
- Fragmentos de cerámica y figurillas del periodo Preclásico de 2500 a.C. al 200 a.C.
- Templo de San Antonio con inicios en el siglo XVIII, continuado en el XIX

#### III.2.2.2.4.2 Fiestas, danza y tradiciones.

De acuerdo con el Bando Municipal vigente, en Tultitlán, persisten 4 pueblos: San Francisco Chilpan, San Mateo Cuautepec, Santa María Cuautepec y San Pablo de las Salinas, además de los 7 Barrios de la Cabecera Municipal, Belem, La Concepción, Santiaguito, Los Reyes, San Bartolo, San Juan y Nativitas, los cuales preservan y fomentan ritos, costumbres y tradiciones culturales.

La festividad religiosa y tradicional más importante de Tultitlán es la celebrada anualmente el 13 de junio en honor a San Antonio de Padua, patrono de la grey católica tultitlense. Esta celebración, se realiza durante 14 días, que van del 31 de mayo al 13 de junio, se desarrollan actividades gastronómicas, artesanales, comerciales y culturales.

## III.3 Diagnóstico Ambiental de la Región Ecológica.

El proyecto se ubica al centro de la República mexicana, en el municipio de Tultitlan al noroeste del Estado de México.

La Región Ecológica, presenta un clima templado con lluvias fuertes en la parte media del año, por lo que la zona es susceptible a inundaciones, esto a su vez explica que el suelo este formado por lomeríos lacustres, arrastrados por la lluvia desde los sistemas montañosos que rodean a este y depositados en la meseta que conforma la RE, es por esto que el terreno está formado por rocas sedimentarias.

El área del proyecto y la región se encuentran inmersos en la provincia “Eje Neovolcánico” y las subprovincias “Lagos y volcanes de Anáhuac”. Los tipos de suelo que se encuentran son los Feozem: suelos porosos, oscuros y ricos en materia orgánica, por lo que se utilizan intensivamente en la agricultura y Solonchak: suelos con alto contenido de sales, su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre.

Por otro lado, de acuerdo con lo consultado en la capa geográfica Uso de suelos y vegetación serie VII, el área del proyecto cae en una zona dominada por asentamientos humanos.

Durante la visita a campo fue posible observar que en el área del proyecto la flora más abundante fue *Solanum americanum* (Hierba mora), seguida de *Solanum rostratum* (Ayohuiztle), mientras que en la RE la especie más abundante fue *Ricinus communis* (Higuerilla), seguida de *Schinus molle* (Pirul) y de *Ligustrum lucidum* (Trueno chino). En el caso de las especies sujetas a Protección especial (Pr)

por la NOM-059-SEMARNAT-2010, solo se registró en la RE la especie *Cupressus lusitánica* (Cedro blanco). En el caso de la fauna, las especies más abundante fueron del grupo de las aves, la especie más abundante en el AP fue *Passer domesticus* (Gorrión doméstico) y *Quiscalus mexicanus* (Zanate mayor), mientras que en la RE fueron *Ardea alba* (Garza blanca) *y Setophaga coronata* (Chipe rabadilla amarilla). En cuanto a las especies sujetas a Protección especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010, se encuentra la especie de reptil *Sceloporus grammicus* (Lagartija espinosa del mezquite) registrada en el AP y la RE.

En cuanto a la zona de estudio, esta se encuentra en una zona industrial, zonas de agricultura y unidades de viviendas ya establecidas, las cuales han modificado el paisaje de su estado natural a uno perturbado por todas las actividades humanas, esto se refleja en la poca diversidad animal y vegetal encontrada, siendo en su mayoría especies representativas de áreas perturbadas. Así pues, la fragilidad del paisaje es baja (ver más adelante), pues las alteraciones no son de riesgo para este al ya encontrarse modificado y alterado en su gran mayoría, es por esto que se considera una zona compatible con las actividades a realizar dentro del proyecto, teniendo en cuenta medidas de mitigación y prevención para posibles daños, evitando así el avance en el deterioro de esta zona, con el objetivo de frenar en su mayoría acciones perjudiciales para el ambiente en general.

Por otra parte, la introducción de industria siempre trae consigo la generación de nuevos empleos directos e indirectos, beneficiando a la población cercana al área del proyecto.

A continuación, se menciona las características del paisaje como un componente que ayuda a describir el estado actual de la Región Ecológica y del Área del Proyecto.

## III.3.1 Paisaje

### III.3.1.1 Valor del paisaje

El valor paisajístico de un sistema territorial hace referencia a sus valores perceptuales, incluyendo consideraciones de orden estético. Este se establece a partir de la consideración de los siguientes aspectos: visibilidad o territorio que puede apreciarse desde una zona o punto determinado; la calidad paisajística que incluye las características intrínsecas del punto (morfología, vegetación, presencia de agua); calidad visual del entorno inmediato; la calidad del fondo escénico (altitudes, formaciones vegetales, geomorfología); la fragilidad o capacidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él.

En este contexto, cuando una zona tiene valor paisajístico, el paisaje constituye un componente ambiental para estudios de impacto ambiental.

### III.3.1.2 Método de evaluación

#### III.3.1.2.1 Calidad del paisaje

La calidad visual del paisaje es una cualidad y propiedad inherente del mismo. Para Litton (1972), “la calidad visual (escénica), es el valor dado a un paisaje mediante la observación, en respuesta a sus estímulos visuales, los que surgen estéticamente de las formas topográficas y de los elementos de la superficie de la tierra”.

Así pues, la evaluación de la calidad del paisaje se realizó a través de la metodología de valoración de la calidad de paisaje propuesta por la U.S.D.A. Forest Service (1974). Esta valoración es un método indirecto que determina el valor intrínseco de un área desde el punto de vista estético y ecológico,

separando y analizando de forma independiente los factores que conforman el paisaje (Bióticos, Abióticos, Estéticos, Humanos); detecta tres niveles de calidad visual de paisaje (alta, media y baja), a través de la evaluación de 7 componentes del sitio, estos son:

1) Morfología o topografía
2) Vegetación
3) Agua
4) Acción antrópica
5) Fondo escénico
6) Variabilidad cromática
7) Singularidad o rareza.

a estos componentes se les asigna un valor de acuerdo con la siguiente Tabla III- 28.

*Tabla III- 28. Matriz de evaluación de la calidad visual del paisaje*

| FACTORES | CALIDAD VISUAL ALTA | CALIDAD VISUAL MEDIA | CALIDAD VISUAL BAJA |
|---|---|---|---|
| **MORFOLOGÍA (M)** | Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular. Pendiente: Mayor 30%. **3** | Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. Pendiente: Menor o igual a 30%. **2** | Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular. Pendiente: Menor o igual a 15%. **1** |
| **FAUNA (F)** | Presencia de fauna permanente en el punto de observación. **3** | Presencia de fauna esporádica en el punto de observación. **2** | Ausencia de fauna en el punto de observación. **1** |
| **VEGETACIÓN (V)** | Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes. **3** | Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos. **2** | Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. **1** |
| **AGUA (A)** | Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo, grandes masas de agua. **3** | Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje. **2** | Ausente o inapreciable. **1** |
| **COLOR (C)** | Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. **3** | Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. **2** | Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. **1** |
| **FONDO ESCÉNICO (FE)** | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. |

| FACTORES | CALIDAD VISUAL ALTA | CALIDAD VISUAL MEDIA | CALIDAD VISUAL BAJA |
|---|---|---|---|
| | **3** | **2** | **1** |
| **SINGULARIDAD O RAREZA (S)** | Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. **3** | Característico, pero similar a otros en la región. **2** | Bastante común en la región. **1** |
| **ACTUACIÓN HUMANA (AH)** | Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. **3** | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. **2** | Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. **1** |

Posterior a asignar los valores, se calcula la calidad visual mediante la siguiente fórmula:

El resultado se compara con los rangos determinados por la USDA Forest Service (1974) y del Bureau of Land Management de Estados Unidos (1980) que se muestran en la siguiente Tabla, dando así el nivel de Calidad Visual del Paisaje.

*Tabla III- 29 Niveles y rangos de la calidad visual del paisaje.*

| NIVEL DE CALIDAD VIUSAL DEL PAISAJE | RANGO CALIDAD VISUAL |
|---|---|
| **Bajo** | 1.00 - 1.50 |
| **Medio** | 1.51 - 2.50 |
| **Alto** | 2.51 - 3.00 |

#### III.3.1.2.2 Fragilidad del paisaje

La Fragilidad Visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, este expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones. (Montoya-Ayala et al., 1997). Similar al concepto de "vulnerabilidad visual" y, opuesto al de "capacidad de absorción visual", esta última es la aptitud que tiene un paisaje de absorber visualmente modificaciones. Es decir, a mayor fragilidad o vulnerabilidad visual, corresponde menor capacidad de absorción visual, y viceversa."

Es así que, la evaluación de la fragilidad visual se obtuvo mediante metodología propuesta por Escribano et al. (1987); tomando en cuenta y dándole valor a factores biofísicos como la vegetación (densidad, diversidad de estratos, altura, estacionalidad, contraste cromático dentro de la vegetación y contraste cromático entre la vegetación y el sustrato superficial) y la topografía (pendiente y orientación-luminosidad) y factores de visualización (tamaño, forma y compacidad de la cuenca

visual, y altura relativa del punto con respecto a su cuenca visual; Parrilla-Alcalá *et al.*, 2005), mediante la siguiente Tabla III- 30.

*Tabla III- 30. Matriz de evaluación de la fragilidad del paisaje.*

| FACTORES | ELEMENTO DE INFLUENCIA | FRAGILIDAD VISUAL ALTA | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA | FRAGILIDAD VISUAL BAJA |
|---|---|---|---|---|
| BIOFÍSICOS | **(P) Pendiente** | Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización. **3** | Pendientes entre 15 y 30%. Terrenos con modelado suave u ondulado. **2** | Pendientes entre 0 a 15%. Terrenos con plano horizontal de dominancia visual. **1** |
| | **(D) Densidad (Vegetación)** | Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbáceo. **3** | Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado **2** | Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. **1** |
| | **(C) Contraste (Vegetación)** | Vegetación monoespecífica escasez de vegetación. Contrastes poco evidentes **3** | Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes **2** | Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes gran estacionalidad de especias **1** |
| | **(A) Altura (Vegetación)** | Vegetación arbustiva o herbácea no sobrepasa los 2 m de altura. **3** | No hay gran altura de las masas (-10 m) ni gran diversidad de estratos. **2** | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 s. **1** |
| VISUALES | **(TCV) Tamaño de la cuenca visual** | Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos. **3** | Visión media (1000 a 4000 m) domino de los planos medios de visualización. **2** | Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4000m. **1** |
| | **(FCV) Forma de la cuenca visual** | Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual. **3** | Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías. **2** | Cuencas regulares extensas generalmente redondeadas. **1** |
| | **(Co) Compacidad** | Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales. **3** | El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual. Pero en un bajo porcentaje **2** | Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual. **1** |

| FACTORES | ELEMENTO DE INFLUENCIA | FRAGILIDAD VISUAL ALTA | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA | FRAGILIDAD VISUAL BAJA |
|---|---|---|---|---|
| **SINGULARIDAD** | **(UP) Unicidad de paisaje** | Paisaje singular notable con riqueza de elementos únicos y distintivos. **3** | Paisaje de importancia visual pero habitual sin presencia de elementos singulares. **2** | Paisaje común sin riqueza visual o muy alterada. **1** |
| **ACCESIBILIDAD** | **(V) Visual** | Percepción visual alta visible a distancia y sin mayor restricción. **3** | Visibilidad media ocasional combinación de ambos niveles. **2** | Baja accesibilidad visual; vistas repentinas escasas o breves. **1** |

Posterior a asignar los valores, se calcula la fragilidad visual del paisaje mediante la siguiente fórmula:

$$Fragilidad\ Visual\ (FV) = \frac{(P + D + C + A)/_4 + (TVC + FCV + Co)/_3 + UP + V}{4}$$

El resultado se compara con los rangos determinados por Escribano *et al.* (1987) que se muestran en la siguiente Tabla III- 31, dando así el nivel de Fragilidad Visual del Paisaje.

*Tabla III- 31. Nivel y rangos de la fragilidad del paisaje*

| NIVEL DE FRAGILIDAD VISUAL DEL PAISAJE | FRAGILIDAD VISUAL DEL PAISAJE |
|---|---|
| Bajo | 1.00 - 1.50 Baja |
| Medio | 1.51 - 2.50 Media |
| Alto | 2.51 - 3.00 Alta |

#### III.3.1.2.3 Clasificación del paisaje

Una vez evaluada la calidad visual y la fragilidad visual del paisaje, se determinó a qué clase de paisaje corresponde la zona evaluada. La metodología fue adaptada del libro: Visual Resource Classes and Objectives, de: The Bureau of Land Management (2003), la cual establece cuatro clases de paisaje, las cuales son identificadas de acuerdo con la fragilidad visual y calidad visual de paisaje obtenidas (ver siguiente Tabla III- 32).

*Tabla III- 32. Tabla clases de fragilidad y calidad visual-*

| | | CALIDAD VISUAL | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Alta** | **Media** | **Baja** |
| **FRAGILIDAD VISUAL** | | II | II | II/III |
| | | II | III | IV |
| | | III/IV | IV | IV |

### III.3.1.3 Resultados

#### III.3.1.3.1 Condiciones actuales del Área del Proyecto y la Región Ecológica

La región ecológica, presenta un clima templado subhúmedo con una temperatura promedio de 15°C con lluvias en verano.



*Figura III- 67. Clima en la Región Ecológica.*

La topografía de región se compone de una meseta entre elevaciones montañosas, esta está compuesta por sedimentos presentes de las montañas que existen en los alrededores.



*Figura III- 68. Topografía de la Región Ecológica.*

Es por esto que la RE presenta elevaciones que están entre 2,234 msnm a 2,398 msnm, siendo mayor está en las orillas de la Región Ecológica, donde empiezan a elevarse los sistemas montañosos que rodean a este.

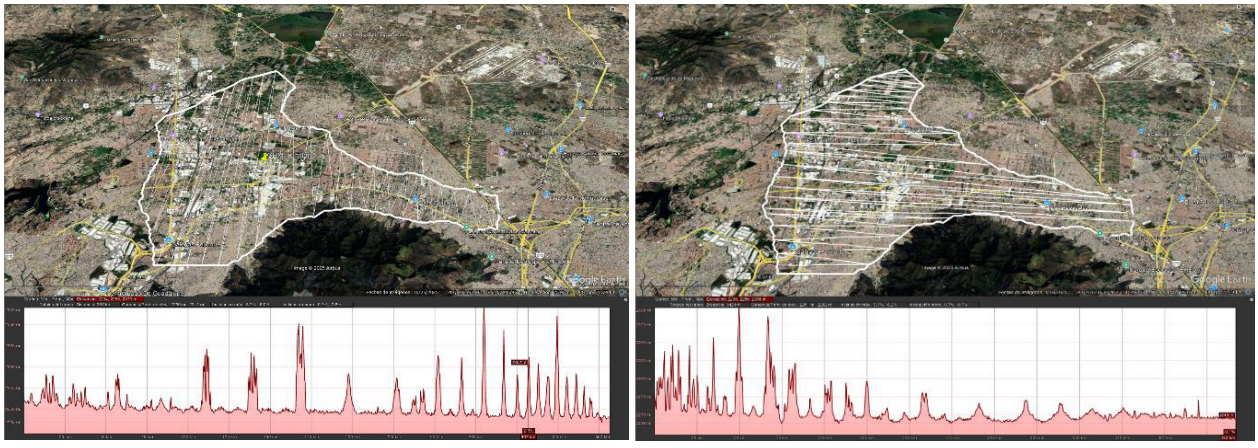


*Figura III- 69. Perfil de elevación en la Región ecológica.*

Por su parte, en el área de proyecto y el área de influencia se mantiene entre los 2,241 msnm y 2,250 msnm, posee una elevación estable con pequeñas ondulaciones de baja amplitud distribuidas de manera regular a lo largo del trayecto.

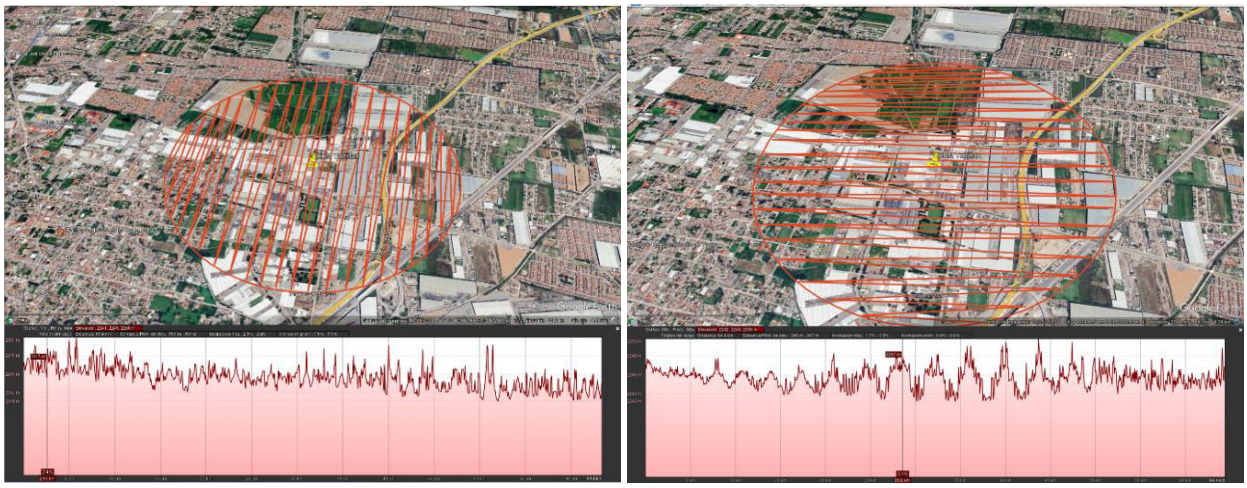


*Figura III- 70. Perfil de elevación del área de proyecto y área de influencia.*

Dentro de la Región Ecológica encontramos tres tipos de suelo:

- Vertisol: el cual abarca el 59.7% del área total de la RE y es en este tipo de suelo, donde se encuentra el área de proyecto y el área de influencia.
- Feozem: está presente en un 31.9% del RE
- Solonchak: ocupando 8.4% del área del RE.

Dentro de la RE, el uso de suelo se refiere a asentamientos humanos y agricultura.



*Figura III- 71. Zonas de cultivo (izquierda) asentamientos humanos (derecha).*

La flora presente dentro del RE se compone en su mayoría por especies exóticas, exóticas-invasoras y ornamentales, de igual forma ocurre con la fauna vista dentro de este

En el Área del Proyecto, la especie más abundante fue *Solanum americanum* (Hierba mora) con 21 registros, seguida de *Solanum rostratum* (Ayohuiztle) con 9 registros; las especies menos

abundantes fueron *Cynodon dactylon* (Gallitos) y *Petunia parviflora* (Petunia silvestre) con 1 registro cada una.

En comparación, la especie más abundante del RE fue *Ricinus communis* (Higuerilla) con 88 registros, seguida de *Schinus molle* (Pirul) con 28 registros y de *Ligustrum lucidum* (Trueno chino) con 24 registros, mientras que las especies menos abundantes fueron *Sonchus asper* (Cerraja), *Sicyos deppei* (Challotillo), *Tithonia tubaeformis* (Gigantón), *Phytolacca icosandra* (Mazorquilla) y *Persicaria punctata* (Chilillo rojo) con 2 registros cada una.



*Figura III- 72. Vegetación presente en la RE*

Por el lado de fauna se encontraron en el AP, una especie de reptil, una de mamífero y 3 especies de aves; mientras que en la RE se encontró una especie de reptil, 5 de mamíferos y 15 de aves.



*Figura III- 73. Fauna registrada en la Región Ecológica.*

Por lo anterior, el paisaje presente alrededor del área del proyecto es de fábricas, zonas de construcción, unidades habitacionales y parcelas de sembradío etc.

### III.3.1.3.2 Calidad visual del paisaje

Resultado del análisis de las condiciones actuales de la RE y del AP, los resultados de Calidad Visual del Paisaje se muestran en la siguiente matriz (USDA Forest Service, 1974 y Bureau of Land Management de Estados Unidos, 1980):

*Tabla III- 33 Matriz de la calidad visual del paisaje.*

| FACTORES | CALIDAD VISUAL ALTA | CALIDAD VISUAL MEDIA | CALIDAD VISUAL BAJA | VALOR |
|---|---|---|---|---|
| **MORFOLOGÍA (M)** | Relieve muy montañoso, marcado y prominente | Formas erosivas interesantes o relieve | Colinas suaves, fondos de valle | **1** |

| FACTORES | CALIDAD VISUAL ALTA | CALIDAD VISUAL MEDIA | CALIDAD VISUAL BAJA | VALOR |
|---|---|---|---|---|
| | (acantilados, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o bien presencia de algún rasgo muy singular. Pendiente: Mayor 30%. **3** | variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales. Pendiente: Menor o igual a 30%. **2** | planos, poco o ningún detalle singular. Pendiente: Menor o igual a 15%. **1** | |
| **FAUNA (F)** | Presencia de fauna permanente en el punto de observación. **3** | Presencia de fauna esporádica en el punto de observación. **2** | Ausencia de fauna en el punto de observación. **1** | **2** |
| **VEGETACIÓN (V)** | Gran variedad de formaciones vegetales, con formas, texturas y distribución interesantes. **3** | Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos. **2** | Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. **1** | **2** |
| **AGUA (A)** | Factor dominante en el paisaje, apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos, cascadas), láminas de agua en reposo, grandes masas de agua. **3** | Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje. **2** | Ausente o inapreciable. **1** | **2** |
| **COLOR (C)** | Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. **3** | Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. **2** | Muy poca variación de color o contraste, colores apagados. **1** | **1** |
| **FONDO ESCÉNICO (FE)** | El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual. **3** | El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto. **2** | El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto. **1** | **1** |
| **SINGULARIDAD O RAREZA (S)** | Paisaje único o poco corriente, o muy raro en la región; posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional. **3** | Característico, pero similar a otros en la región. **2** | Bastante común en la región. **1** | **1** |
| **ACTUACIÓN HUMANA (AH)** | Libre de intervenciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual. **3** | La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual. **2** | Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. **1** | **1** |

Aplicando la fórmula de la calidad visual:

**Calidad Visual (CV)=** ((M) + (F) + (V) + (A) + (C) + (FE) + (S) + (AH)) / 8

**Calidad Visual (CV)=** ((1) + (2) + (2) + (2) + (1) + (1) + (1) + (1)) / 8

**Calidad Visual (CV)=** (11) / 8

**Calidad Visual (CV)=** 1.375

Por lo cual la calidad del paisaje actual es **Baja.**

#### III.3.1.3.3 Fragilidad visual del paisaje

Los resultados de la fragilidad visual según el modelo de Escribano *et al.* (1987) se muestran en la siguiente matriz:

*Tabla III- 34. Matriz fragilidad visual del paisaje.*

| FACTORES | ELEMENTO DE INFLUENCIA | FRAGILIDAD VISUAL ALTA | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA | FRAGILIDAD VISUAL BAJA | VALOR |
|---|---|---|---|---|---|
| BIOFÍSICOS | **(P) Pendiente** | Pendientes de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización. **3** | Pendientes entre 15 y 30%. Terrenos con modelado suave u ondulado. **2** | Pendientes entre 0 a 15%. Terrenos con plano horizontal de dominancia visual. **1** | **1** |
| | **(D) Densidad (Vegetación)** | Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia estrato herbáceo. **3** | Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado **2** | Grandes masas boscosas. 100% de ocupación de suelo. **1** | **3** |
| | **(C) Contraste (Vegetación)** | Vegetación monoespecífica escasez de vegetación. Contrastes poco evidentes **3** | Diversidad de especies media con contrastes evidentes, pero no sobresalientes **2** | Alto grado en variedad de especies. Contrastes fuertes gran estacionalidad de especias **1** | **3** |
| | **(A) Altura (Vegetación)** | Vegetación arbustiva o herbácea no sobrepasa los 2 m de altura. | No hay gran altura de las masas (-10 m) ni gran diversidad de estratos. | Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 m. | **2** |

| FACTORES | ELEMENTO DE INFLUENCIA | FRAGILIDAD VISUAL ALTA | FRAGILIDAD VISUAL MEDIA | FRAGILIDAD VISUAL BAJA | VALOR |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **3** | **2** | **1** | |
| **VISUALIZACIÓN** | **(TCV) Tamaño de la cuenca visual** | Visión de carácter cercana o próxima (0 a 1000 m). Dominio de los primeros planos. **3** | Visión media (1000 a 4000 m) domino de los planos medios de visualización. **2** | Visión de carácter lejano o a zonas distantes > a 4000m. **1** | **1** |
| | **(FCV) Forma de la cuenca visual** | Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual. **3** | Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías. **2** | Cuencas regulares extensas generalmente redondeadas. **1** | **2** |
| | **(Co) Compacidad** | Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos que obstruyan los rayos visuales. **3** | El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual. Pero en un bajo porcentaje **2** | Vistas cerradas u obstaculizada. Presencia constante de zonas de sombra o menor incidencia visual. **1** | **1** |
| **SINGULARIDAD** | **(UP) Unicidad de paisaje** | Paisaje singular notable con riqueza de elementos únicos y distintivos. **3** | Paisaje de importancia visual pero habitual sin presencia de elementos singulares. **2** | Paisaje común sin riqueza visual o muy alterada. **1** | **2** |
| **ACCESIBILIDAD** | **(V) Visual** | Percepción visual alta visible a distancia y sin mayor restricción. **3** | Visibilidad media ocasional combinación de ambos niveles. **2** | Baja accesibilidad visual; vistas repentinas escasas o breves. **1** | **1** |

Cuenca visual con 10 km de visibilidad (alcance de la visibilidad de un humano) utilizada para evaluar la fragilidad es la siguiente:

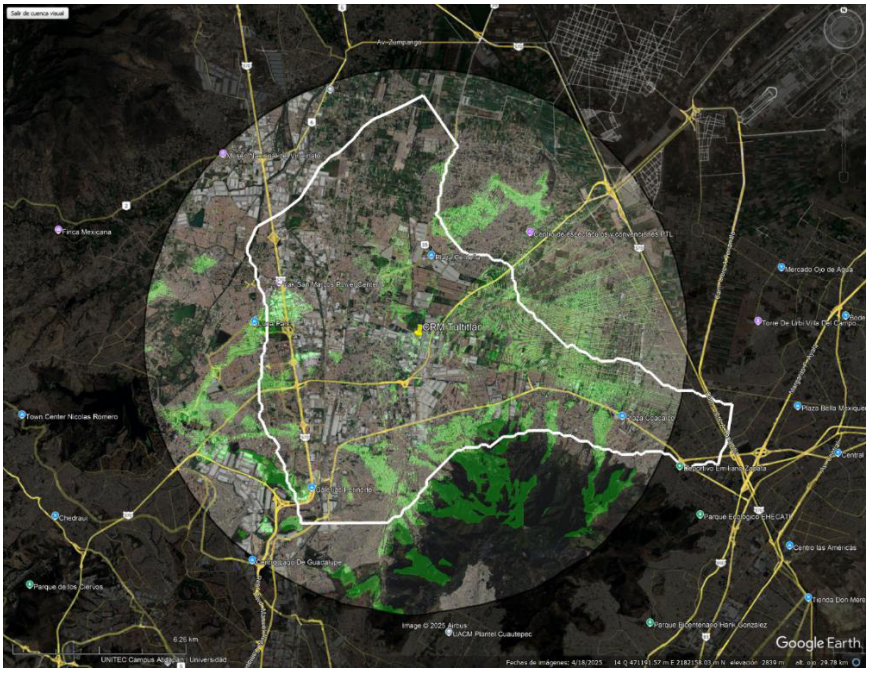



*Figura III- 74. Mapa de Cuenca Visual.*

Aplicando la fórmula de la fragilidad visual:

**Fragilidad Visual (FV) =** (((P+D+C+A)/4) + ((TCV+FCV+Co)/3) + (UP) + (V))) / 4

**Fragilidad Visual (FV) =** (((1+3+3+2)/4) + ((1+2+1)/3) + (1) + (2))) / 4

**Fragilidad Visual (FV) =** (10/4) + (4/3) + 2 + 2 / 4

**Fragilidad Visual (FV) =** 2.5 + 1.33 + 2 + 1 / 4

**Fragilidad Visual (FV) =** 6.83 / 4

**Fragilidad Visual (FV) =** 1.64

Por lo cual la fragilidad del paisaje actual es **Media.**

#### III.3.1.3.4 Clasificación del paisaje

Así pues, de acuerdo con la metodología de Bureau of Land Management (2003). El paisaje del proyecto se encuentra en la clase IV.

*Tabla III- 35. Clasificación del paisaje según su calidad y fragilidad visual.*

| | | CALIDAD VISUAL | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Alta** | **Media** | **Baja** |
| **FRAGILIDAD VISUAL** | **Alta** | II | II | II/III |
| | **Media** | II | III | **IV** |
| | **Baja** | III/IV | IV | IV |

En esta clase se permiten cambios altos en el paisaje, donde las intervenciones humanas como minería, infraestructura o desarrollos energéticos pueden dominar visualmente sin restricciones significativas para preservar la apariencia natural.

Bajo la evaluación presentada podemos concluir que el presente proyecto se encuentra insertado un área ya perturbada por las siguientes actividades:

- Industria establecida en los alrededores.
- Zonas de vivienda con gran extensión dentro de la RE
- Constante tráfico de transporte tanto público como privado.
- Presencia de zonas de ganado y agricultura.

Considerando lo anterior, se considera la zona compatible con el proyecto a realizar, no siendo de afectación hacia el paisaje por las actividades a realizar, se espera que se realicen medidas de mitigación y reparación a posibles daños, para no continuar con la degradación del paisaje en esta zona.

## III.4 Problemáticas Ambientales en la Región Ecológica.

Es importante conocer las problemáticas ambientales en la Región Ecológica y en el Área del Proyecto para la identificación de impactos ambientales. Como se ha mencionado en otros apartados, la RE y el AP se enfrenta a una problemática ambiental por estar inmerso en zonas industriales, zonas de agricultura y ganadería, y unidades de viviendas ya establecidas, las cuales han modificado y perturbado el estado natural de la región debido a todas las actividades humanas.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Municipal 2025-2027 del Municipio de Tultitlán, 2025 se resumen las siguientes actividades humanas que contribuyen en:

- La contaminación del aire por las actividades industriales, económicas, domésticas y el uso de transporte público y privado.
- La contaminación del suelo que amenaza los ecosistemas terrestres por la generación de residuos de los diferentes sectores que no son gestionados correctamente con su proceso de disposición; o sitios de disposición que incumplen con la normatividad.
- La contaminación del agua debido a las descargas de aguas residuales (domésticas, comerciales, industriales o mixtas) que son vertidas directamente a la red del drenaje municipal sin recibir el tratamiento adecuado.
- La pérdida de hábitats y de diversidad de las especies de flora y fauna por el aumento de asentamientos urbanos.

Por lo anterior mencionado, se espera que la implementación de las medidas de prevención y mitigación de la operación y mantenimiento del proyecto, ayuden a minimizar los daños o problemas ambientales.

# Contenido

CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN. 3

IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección. ..... 3

IV.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto. 6

IV.3. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración. ..... 7

IV.3.1.1. Componente Ambiental Agua ..... 12

IV.3.1.2. Componente ambiental Suelo ..... 12

IV.3.1.3. Componentes Ambiental Aire ..... 13

IV.3.1.4. Componente Ambiental Paisaje ..... 13

IV.3.1.5. Componente Ambiental Medio Económico ..... 13

IV.3.1.6. Componente Ambiental Medio Social ..... 14

IV.3.2. Valoración y categorización de los impactos ambientales ..... 15

IV.3.3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales identificados ..... 17

IV.3.4. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. Incluir en los anexos específicos por sector, el análisis completo de tales impactos y de la aplicación de las medidas. ..... 21

IV.3.4.1. Impactos sinérgicos ..... 21

IV.3.4.2. Impactos acumulativos ..... 21

IV.4. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos. ..... 21

IV.4.1. Criterios para la delimitación ..... 21

IV.4.2. Área de influencia directa ..... 22

IV.4.3. Área de influencia indirecta ..... 22

IV.5. Medidas de compensación y/o restauración ambiental ..... 24

# Contenido de Tablas

Tabla IV- 1 Términos y valoración para la evaluación de impactos. ..... 4
Tabla IV- 2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto. ..... 7
Tabla IV- 3 Actividades de la planta CRM Synergies México. ..... 8
Tabla IV- 4 Componentes e Indicadores ambientales seleccionados para el análisis. ..... 8
Tabla IV- 5 Matriz causa-efecto. ..... 10
Tabla IV- 6 Impactos potenciales del proyecto. ..... 12
Tabla IV- 7 Descripción de los impactos para el componente ambiental Agua. ..... 12
Tabla IV- 8 Descripción de los impactos para el componente Suelo. ..... 12
Tabla IV- 9 Descripción de los impactos para el componente Aire. ..... 13
Tabla IV- 10 Descripción de los impactos para el componente Paisaje ..... 13
Tabla IV- 11 Descripción de los impactos para el componente Medio Económico ..... 13
Tabla IV- 12 Descripción de los impactos para el componente Medio Social. ..... 14
Tabla IV- 13 Matriz de valoración de impactos ..... 15
Tabla IV- 14 Medidas ambientales. ..... 18
Tabla IV- 15 Delimitación por componente ambiental. ..... 23

# Contenido de Figuras

Figura IV- 1 Distribución de incidencias por componente ambiental. ..... 11
Figura IV- 2 Distribución de incidencias por actividad. ..... 11

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

## IV.1. Indicar la metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales; así como, la justificación de su selección.

Para la identificación de impactos ambientales, se utilizó el método "Matriz de Relación Causa – Efecto" basada en la propuesta de *Leopold (1971).* Este es un método sistemático de evaluación de impactos ambientales, el cual fue diseñado con el objetivo de evaluar impactos asociados a casi cualquier tipo de proyectos de construcción.

Los impactos se identificaron en diferentes componentes del medio que resultan afectados, es decir, deteriorados o degradados por el agente externo, en sus condiciones naturales. Se considera, entonces, como característica a aquellas variables que permiten evaluar de manera cualitativa la relevancia de las afectaciones en el medio ambiente que se producirán en las diferentes etapas del proyecto.

Y la metodología de evaluación de *Fernández Vitora (2000)* la cual evalúa dichos impactos y los caracteriza acorde al beneficio o perjuicio que ejercieron sobre el ambiente, utilizando criterios cuantitativos que permiten darle un valor.

Para la **Evaluación de Impactos,** se aplicó la metodología de evaluación de impactos diseñada por Fernández-Vítora (2000). Esta metodología tiene el objetivo de analizar los impactos generados, previa identificación de los mismos, en la que nos permite evaluar lo siguiente:

- Evaluar numéricamente la tipología y la importancia de los impactos generados por la implementación del proyecto de acuerdo con su importancia considerando los parámetros: naturaleza (+/-), intensidad (I), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PR) y recuperabilidad (MC).
- Después de evaluados los impactos esta metodología evidencia la importancia del impacto, así como su categoría (irrelevante, moderado, severo o crítico) según la importancia del impacto a fin de proponer las medidas de mitigación necesarias

Una vez presentado un panorama general se puede definir como una metodología semicuantitativa dado que su valoración deriva de atributos cualitativos que toman significado numérico a partir de la percepción del evaluador; en este sentido, cabe mencionar que esta metodología tiene un grado de subjetividad que debe considerarse, sin embargo, incluye los atributos necesarios para hacer un

diagnóstico de los posibles impactos sobre el medio y su influencia sobre el ambiente; a continuación, en la tabla siguiente se definen las características de cada uno de los atributos.

*Tabla IV- 1 Términos y valoración para la evaluación de impactos.*

| TÉRMINO | CLAVE | DESCRIPCIÓN | VALORACIÓN |
|---|---|---|---|
| **Naturaleza** | (+) o (-) | El signo del impacto hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van actuar sobre los distintos factores considerados.<br>Existe la posibilidad de incluir, en algunos casos concretos, un tercer carácter: previsible pero difícil de cualificar o sin estudios específicos (x) que reflejaría efectos cambiantes difíciles de predecir.<br>Este carácter (x), También reflejaría afectos asociados con circunstancias externas al proyecto, de manera que solamente a través de un estudio global de todas ellas sería posible conocer su naturaleza dañina o beneficiosa. | |
| **Intensidad (Grado de destrucción)** | I | Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. La valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que el 12 *expresa* una *destrucción* total del factor en el área en la que se produce el efecto, y el 1 una afección mínima. Los valores comprendidos entre esos reflejarán situaciones intermedias. | Baja 1<br>Media 2<br>Alta 4<br>Muy alta 8<br>Total 12 |
| **Extensión (Área de influencia)** | EX | Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (porcentaje del área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto).<br>Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4).<br>En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que nos produce este efecto. | Puntual 1<br>Local/Parcial 2<br>Extenso 4<br>Total 8<br>Crítica (+4) |
| **Momento (Plazo de manifestación)** | MO | El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción ($t_o$) y el comienzo del efecto ($t_j$) sobre el factor del medio considerado.<br>Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de (4). Si es un período de tiempo que va de 1 a 5 años, medio plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, largo plazo, con valor asignado de (1). | Largo plazo 1<br>Medio plazo 2<br>Corto plazo 4<br>Inmediato 4<br>Crítico (+4) |
| **Persistencia (Permanencia del efecto)** | PE | Es el tiempo que, supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iníciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras.<br>Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de un año, consideramos que la acción produce un efecto | Fugaz 1<br>Temporal 2<br>Permanente 4 |

| TÉRMINO | CLAVE | DESCRIPCIÓN | VALORACIÓN |
|---|---|---|---|
| | | fugaz, asignándole un valor de (1). Si dura entre 1 y 10 años, temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente asignándole un valor de (4). La persistencia, es independiente de la reversibilidad. | |
| **Reversibilidad** | RV | Es la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iníciales previas a la acción, por medios naturales, una vez que esta deja de actuar sobre el medio.<br>Si es a corto plazo, se le asigna un valor (1), si es a medio plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor (4). Los intervalos de tiempo que comprende estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior. | Corto plazo 1<br>Medio plazo 2<br>Irreversible 4 |
| **Sinergia (Regularidad de manifestación)** | SI | Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4). Cuando se presenten casos de debilitamiento, la valoración del efecto presentará valores de signo negativo, reduciendo al final el valor de la Importancia del Impacto. | Sin sinergia 1<br>Sinérgico 2<br>Muy sinérgico 4 |
| **Acumulación (Incremento progresivo)** | AC | Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.<br>Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (1). Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (4). | Simple 1<br>Acumulativo 4 |
| **Efecto (Relación causa-efecto)** | EF | Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.<br>El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando éste como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 cuando el efecto es secundario y el valor 4 cuando es directo. | Indirecto 1<br>Directo 4 |
| **Periodicidad (Regularidad de la manifestación)** | PR | La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (efecto continuo).<br>A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1). | Irregular o aperiódico y discontinuo 1<br>Periódico 2<br>Continuo 4 |
| **Recuperabilidad (Reconstrucción por medios humanos)** | MC | Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras).<br>Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o a medio plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, y toma un valor | Recuperable de manera inmediata 1<br>Recuperable a plazo medio 2<br>Mitigable 4<br>Irrecuperable 8 |

| TÉRMINO | CLAVE | DESCRIPCIÓN | VALORACIÓN |
|---|---|---|---|
| | | (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana, le asignamos el valor (8). En el caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4). | |
| **Importancia del impacto** | I | La importancia del impacto viene representada por un número que se deduce, mediante el modelo propuesto en el cuadro Importancia del Impacto, en función del valor asignado a los criterios considerados.<br>Formula integrada por los términos descritos anteriormente para llevar a cabo la evaluación:<br>**I = ± [3 I + 2 EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]** | |

La importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los valores intermedios (entre 40 y 60) cuando sucede alguna de las siguientes circunstancias:

- Intensidad total, y afectación mínima de los restantes símbolos.
- Intensidad muy alta o alta, y afectación alta o muy alta de los restantes símbolos.
- Intensidad alta, efecto irrecuperable y afectación muy alta de alguno de los restantes símbolos.
- Intensidad media baja, efecto irrecuperable y afectación muy alta de al menos dos de los restantes símbolos.

Finalmente, la categorización de los impactos se realiza a partir del valor resultante del atributo Importancia y se clasifica de la siguiente manera:

Los impactos **IRRELEVANTES** adquieren valores de importancia inferiores a **25**.
Los impactos **MODERADOS** presentan una importancia entre **25 y 50**.
Los impactos **SEVEROS** toman un valor entre **50 y 75**.
Los impactos **CRÍTICOS** se dan cuando el valor sea **superior a 75.**



## IV.2. Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del Proyecto.

De acuerdo con la visita de campo realizada, así como la información recabada en distintas fuentes oficiales como INEGI, en la Región Ecológica existen diferentes actividades, que producen impactos ambientales, los cuales se relacionan con el proyecto; así pues, se identifican a los alrededores zonas definidas como:

- Parques industriales
- Áreas agrícolas
- Zonas habitacionales

Lo anterior se refleja en un entorno previamente alterado y con cierto grado de perturbación, resultado de las actividades humanas, por lo que no se puede considerar la instalación del proyecto en una zona conservada o sin un impacto previo.

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** de describen los impactos identificados por las principales actividades en la RE.

*Tabla IV- 2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica para el posterior análisis de impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales del proyecto.*

| PRINCIPALES OBRAS Y O ACTIVIDADES QUE ACTUALMENTE SE DESARROLLAN EN LA RE | DESCRIPCIÓN IMPACTO |
|---|---|
| **ZONAS INDUSTRIALES** | La presencia de industrias tiene un impacto sobre los diferentes componentes ambientales, de acuerdo con el giro de las industrias estos podrían ser por la generación de emisiones por equipos y procesos (considerándose fuentes fijas); la generación y manejo de los residuos, ya sean sólidos urbanos, manejo especial o peligrosos; la descarga de aguas residuales que pueden ser resultado de proceso o con características domésticas; así como la generación de empleos y el desarrollo económico de la zona.<br>Por otra parte, si el desarrollo de estas no cuenta con los permisos necesarios, los impactos podrían ser mas significativos, incrementando los efectos negativos sobre los componentes; lo cual podría incluir su instalación en zonas no aptas o no autorizadas para tal uso. |
| **ZONAS HABITACIONALES** | La presencia de zonas habitacionales tiene un impacto en la demanda de espacios y recursos, y a la vez, en la demanda de productos y servicios. De manera específica se puede tener una mayor demanda de recurso hídrico y de topografías planas que permitan el desarrollo de casas habitación lo que modifica la topografía natural y puede conllevar a la eliminación de vegetación y suelo. Por otra parte, se tiene la generación de residuos y la generación de emisiones, resultado de las actividades propias de construcciones y habitación de viviendas. |
| **ZONAS DE CULTIVO** | Las actividades agrícolas pueden tener un impacto negativo sobre el suelo si no se cuenta con prácticas ecológicas que permitan el control biológico de plagas, prevengan la perdida de nutrientes y eviten o minimicen la dependencia al uso de productos químicos sintéticos que puedan derivar en la contaminación del suelo, el agua y aire, así como en la pérdida de suelo por la degradación del mismo.<br>La zona tiene actividad agrícola de riego, por lo que la demanda de agua puede llevar a la escasez del recurso en otros sectores.<br>La definición de áreas para esta actividad, así como de buenas prácticas resulta relevante. |

## IV.3. Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración.

Para poder identificar los impactos ambientales del proyecto y posteriormente definir las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración necesarias, en la en la Tabla IV-3**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las actividades que considera el proyecto:

*Tabla IV- 3 Actividades de la planta CRM Synergies México.*

| ETAPAS DEL PROYECTO | ACTIVIDADES |
|---|---|
| **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO** | Recepción de materia prima |
| | Toma de muestras |
| | Fundición de la materia |
| | Horno de destilación de materiales al vacío |
| | Colada |
| | Afino |
| | Fabricación de billets, barras e hilo |
| | Atomizado ultrasónico (Polvo de estaño) |
| | Mantenimiento y limpieza de las instalaciones. |
| **DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO** | Desmantelamiento y abandono |

Por otra parte, en la siguiente tabla, se presentan los indicadores ambientales considerados para la evaluación de los efectos generados por cada una de las actividades del proyecto.

*Tabla IV- 4 Componentes e Indicadores ambientales seleccionados para el análisis.*

| SUBSISTEMA | MEDIO | COMPONENTE AMBIENTAL | INDICADOR AMBIENTAL |
|---|---|---|---|
| **FÍSICO** | Abiótico | Agua | Calidad |
| | | | Captación |
| | | | Drenaje |
| | | Suelos | Calidad |
| | | Aire | Ruido |
| | | | Calidad |
| | | Paisaje | Calidad escénica |
| | | | Vista escénica |
| **SOCIOECONÓMICO** | Socioeconómico | Medio económico | Empleos |
| | | | Actividades económicas |
| | | Medio social | Calidad de vida |
| | | | Densidad de población |

De esta manera, una vez definidas las actividades y los componentes, se llevó a cabo la conformación de la matriz de interacciones, a partir de un criterio simple de valoración del carácter de la interacción,

en la celda donde se identificó una interacción entre elemento ambiental y actividad del proyecto se colocó el número 1 (uno), donde no se consideró la existencia de interacciones, se colocó el 0 (cero).

*Tabla IV- 5 Matriz causa-efecto.*

| ETAPAS DEL PROYECTO | | | | OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO | | | | | | | | NÚMERO DE INCIDENCIA POR FACTOR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Sistema*** | ***Subsistema*** | ***Componente ambiental*** | ***Indicador*** | ***Recepción de materia prima*** | ***Toma de muestra*** | ***Fundición de la materia*** | ***Horno de destilación de materiales al vacío*** | ***Colada*** | ***Afino*** | ***Fabricación de billetes, barras e hilo*** | ***Atomizado ultrasónico (polvo de estaño).*** | |
| **Medio Físico** | **Medio Abiótico** | **AGUA** | Calidad | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| | | | Captación | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | Drenaje | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | **SUELO** | Calidad | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | | **AIRE** | Ruido | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| | | | Calidad | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 |
| | | **PAISAJE** | Calidad escénica | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| **Medio Socioeconómico** | | **MEDIO ECONÓMICO** | Empleos | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| | | | Actividades económicas | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| | | **MEDIO SOCIAL** | Calidad de vida | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| | | | Densidad de población | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 6 |

De esta manera, se identificaron un total de 39 interacciones, con mayor presencia en los componentes económico y social.

De acuerdo con la Figura IV-1 identifica que el componente ambiental con mayor número de interacciones son el económico y el social, lo que principalmente podrá reflejarse como le generación de empleos, el crecimiento en la región, mejores condiciones de vida, etc. Mientras que el paisaje es el componente con menor interacción, lo cual también reflejaría la perturbación prexistente en la zona y descrita anteriormente.

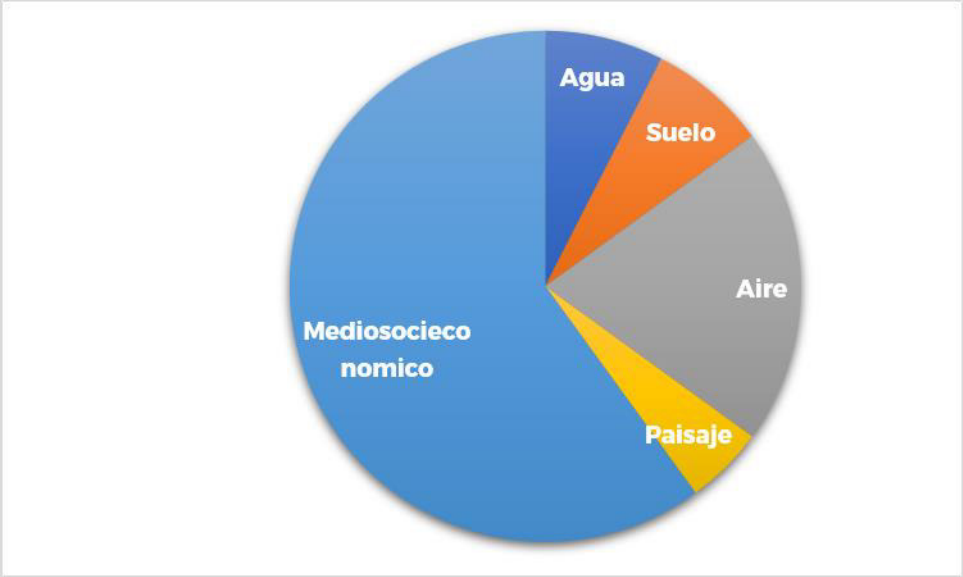



*Figura IV- 1 Distribución de incidencias por componente ambiental.*

Por otra parte, a partir del análisis de las actividades, se detectó como la actividad con mayores incidencias la recepción de materia prima, seguido de la colada y la fabricación de billets, barras e hilo (ver siguiente figura).

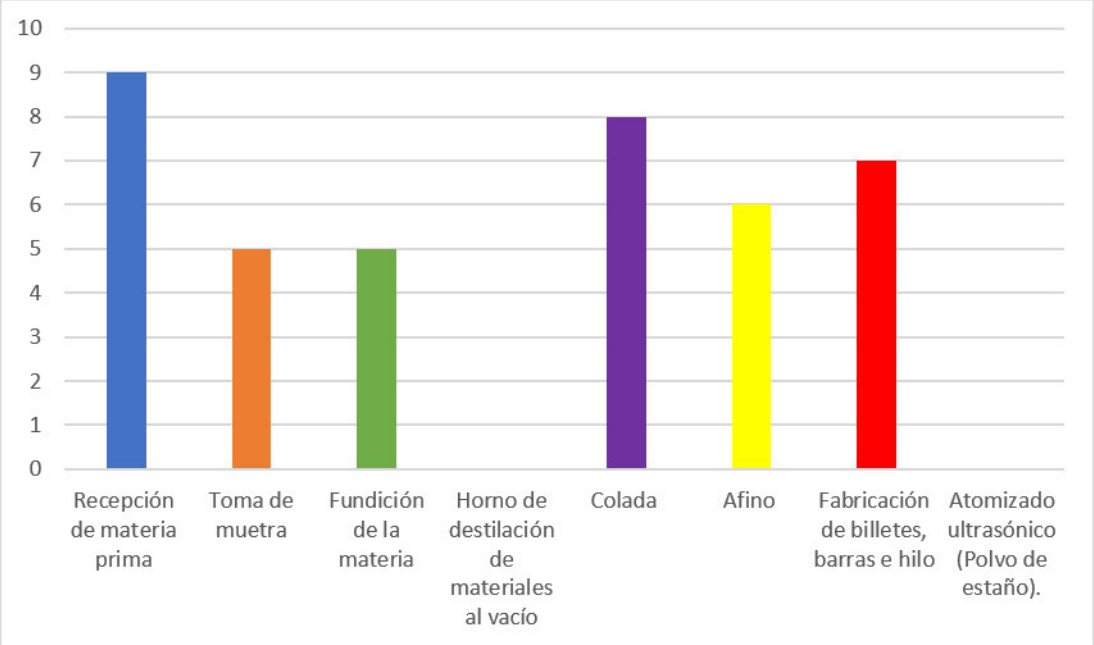



*Figura IV- 2 Distribución de incidencias por actividad.*

De esta esta manera, fue posible reconocer los impactos potenciales que pueden ser generados por el desarrollo del proyecto, mismos que se enlistan y describen a partir de las siguientes tablas.

*Tabla IV- 6 Impactos potenciales del proyecto.*

| COMPONENTE | FACTORES | IMPACTO |
|---|---|---|
| **Agua** | Calidad | Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. |
| | Captación | Disminución de la captación e infiltración del agua. |
| **Suelo** | Calidad | Disminución en la aireación del suelo. |
| | | Disminución de la calidad del suelo por mal manejo de residuos peligrosos. |
| **Aire** | Ruido | Incremento en las emisiones de ruido. |
| | Calidad | Incremento de polvos a la atmosfera por la circulación de vehículos. |
| | | Generación de gases contaminantes por vehículos. |
| **Paisaje** | Calidad escénica | Contaminación visual generada por vehículos de transporte |
| **Medio Económico** | Empleos | Generación de empleos temporales y permanentes |
| | Actividades económicas | Desarrollo de comercio |
| **Medio Social** | Calidad de vida | Poder adquisitivo |
| | Densidad de población | Crecimiento de la población |

### IV.3.1.1. Componente Ambiental Agua

*Tabla IV- 7 Descripción de los impactos para el componente ambiental Agua.*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Agua** | Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. | Teniendo en cuenta el giro del proyecto, los residuos peligrosos son la principal fuente de materia del proceso; estos representan un riesgo inminente si no son manejados adecuadamente. |
| | Disminución de la captación e infiltración del agua. | Al tener áreas permeables reducidas, la capacidad del espacio para captación e infiltración de agua se verá reducido. |

### IV.3.1.2. Componente ambiental Suelo

*Tabla IV- 8 Descripción de los impactos para el componente Suelo.*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Suelo** | Disminución en la aireación del suelo | Al no contar con capa permeable y el sellamiento de suelo, no podrá haber una aireación del mismo. |
| | Disminución de la calidad del suelo | Teniendo en cuenta el giro del proyecto, los residuos peligrosos son la principal fuente de |

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| | por mal manejo de residuos peligrosos. | materia del proceso; estos representan un riesgo inminente si no son manejados adecuadamente. |

### IV.3.1.3. Componentes Ambiental Aire

*Tabla IV- 9 Descripción de los impactos para el componente Aire.*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Aire** | Incremento de las emisiones de ruido | La presencia de constantes entradas y salidas de vehículos, así como la implementación de la diferente maquinaria involucrada en las actividades, puede incrementar el ruido en la zona. |
| | Incremento de polvos a la atmosfera por la circulación de vehículos. | A consecuencia de la utilización de la maquinaria, camiones y vehículos automotores, se producirá un incremento en la cantidad de polvo presente en el sitio, sin embargo, se prevé que se tomaran las medidas adecuadas para su mitigación. |
| | Generación de gases contaminantes. | La continua presencia de vehículos de transporte de materia prima incrementa los gases en atmosfera.<br>Por otra parte debido al proceso de fundición que se realiza en el proyecto se generarán gases contaminantes. |

### IV.3.1.4. Componente Ambiental Paisaje

*Tabla IV- 10 Descripción de los impactos para el componente Paisaje*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Paisaje** | Contaminación visual generada por vehículos de transporte | La entrada y salida de vehículos por el arribo de materia prima o la salida de producto terminada, principalmente, podrá tener efectos negativos en el paisaje. |

### IV.3.1.5. Componente Ambiental Medio Económico

*Tabla IV- 11 Descripción de los impactos para el componente Medio Económico*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Medio Económico** | Generación de empleos temporales y permanentes | Durante todas las etapas del proyecto, se contempla la generación de empleos permanentes y temporales, los cuales beneficiarán principalmente a los habitantes de las localidades más cercanas al área del proyecto a fin de crear una reactivación de la economía local. |
| | Desarrollo de comercio | El incremento en las actividades económicas básicas como la adquisición de servicios de alimentación y/u hospedaje por mencionar algunos se realizará en las comunidades más cercanas al área del proyecto a fin de facilitar el desplazamiento de los trabajadores de la obra con lo cual se |

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| | | incentivan las actividades económicas de las localidades cercanas. |

#### IV.3.1.6. Componente Ambiental Medio Social

*Tabla IV- 12 Descripción de los impactos para el componente Medio Social.*

| COMPONENTE | IMPACTO | DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO |
|---|---|---|
| **Medio Social** | Poder adquisitivo | De manera indiscutible las mejoras en los ingresos económicos de las familias locales se verán retribuidos en una mejora en su calidad de vida ya que se incrementa su poder adquisitivo mejorando así las expectativas de vida. |
| | Crecimiento de la población | Las poblaciones aledañas al proyecto incrementaran su población con el desarrollo del proyecto, ya que de manera indiscutible la mejora en sus ingresos económicos. |

### IV.3.2. Valoración y categorización de los impactos ambientales

Una vez identificados y descritos los impactos ambientales, es posible realizar la valoración de estos a partir de los criterios de la metodología antes descrita. Cabe mencionar que la valoracion se llevo a cabo considerando que, la evaluación de los impactos corresponde únicamente al área del proyecto y que la evaluación de los impactos se realiza a partir de las condiciones del sitio. En este sentido, a continuaciòn se muestran los resultados obtenidos.

*Tabla IV- 13 Matriz de valoración de impactos*

| COMPONENTE | FACTORES | IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Agua** | Calidad | Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. | - | 2 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 29 | Moderado |
| | Captación | Disminución de la captación e infiltración del agua. | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 4 | 2 | 21 | Irrelevante |
| **Suelo** | Calidad | Disminución en la aireación del suelo. | - | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 17 | Irrelevante |
| | | Disminución de la calidad del suelo por mal manejo de residuos peligrosos. | - | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 2 | 25 | Irrelevante |
| **Aire** | Ruido | Incremento en las emisiones de ruido. | - | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 29 | Moderado |
| | Calidad | Incremento de polvos por circulación de vehículos. | - | 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 24 | Irrelevante |
| | | Generación de gases contaminantes por vehículos. | - | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 37 | Moderado |
| **Paisaje** | Calidad escénica | Contaminación visual generada por vehículos de transporte | - | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 29 | Moderado |
| **Medio Económico** | Generación de empleos | Generación de empleos temporales y permanentes | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 4 | 2 | 8 | 37 | Moderado |

| COMPONENTE | FACTORES | IMPACTO | NAT | I | EX | MO | PE | RV | SI | AC | EF | PR | MC | I | CATEGORÍA |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Actividades económicas | Desarrollo de comercio | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 8 | 37 | Moderado |
| **Medio Social** | Calidad de vida | Poder adquisitivo | + | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 8 | 41 | Moderado |
| | Densidad de población | Crecimiento de la población | + | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 8 | 36 | Moderado |

Se valorizaron un total de 12 impactos, de los cuales 4 resultaron *irrelevantes* y 8 *moderados*, además cabe señalar que, de estos 8 impactos moderados, 4 son de naturaleza positiva.

### IV.3.3. Medidas de prevención, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales identificados.

Las medidas son definidas con base en los impactos identificados mediante las matrices previamente presentadas. Estas están encaminadas a reducir los principales efectos negativos sobre los componentes ambientales. Cabe mencionar que, las medidas pueden clasificarse de la siguiente manera:

**Prevención**: Son aquellas obras o actividades encaminadas a anticipar y evitar que el impacto se manifieste, las cuales pueden resultar en impactos adversos.

**Mitigación o reducción**: Son aquellas que pretenden amortizar o disminuir los impactos adversos aun cuando se han considerado las medias preventivas.

**Remediación**: Son aquellas obras o actividades propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.

**Restauración o rehabilitación**: Son acciones que cumplen la función de recuperar los componentes ambientales que no pudieron ser enviados desde el diseño del proyecto y serán modificados o alterados de sus condiciones actuales.

**Compensación**: Son acciones o medidas que van dirigidas al resarcimiento del recurso, derivado del impacto adverso.

Todas las medidas propuestas constituyen un conjunto integral de acciones para prevenir, controlar, mitigar y, en su caso, compensar los impactos ambientales derivados del desarrollo del proyecto. Su ejecución es responsabilidad directa del promovente, quien deberá garantizar su cumplimiento en cada fase del proyecto, desde la preparación del sitio hasta el cierre y abandono.

Asimismo, se subraya que la aplicación de estas medidas deberá cumplir con lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs); incluyendo la observancia de los lineamientos técnicos y legales vigentes en materia de protección ambiental, seguridad, manejo de residuos, calidad del aire, agua y suelo, entre otros.

A continuación, se describen algunas de las medidas generales que deberán ser adoptadas para la prevención y mitigación de los impactos ambientales identificados (ver siguiente tabla).

*Tabla IV- 14 Medidas ambientales.*

| ID | MEDIDA | TIPO DE MEDIDA |
|---|---|---|
| **1** | Los residuos peligrosos deberán almacenarse en un sitio restringido y supervisado, el cual contará con piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva. | **Prevención y Mitigación** |
| **2** | Los trabajos de mantenimiento de maquinaria y equipos se llevarán a cabo en zonas específicas para este fin, las cuales deberán contar con trampas para grasas y aceites, piso de concreto sin fisuras. | **Prevención y Mitigación** |
| **3** | En caso de fuga o derrame de combustibles, se deberá activar inmediatamente el Plan de contingencias y emergencias. | **Prevención y Mitigación** |
| **4** | Queda estrictamente prohibido el vertimiento de residuos sólidos y/o residuos peligrosos en cualquier cuerpo de agua cercano. | **Prevención y Mitigación** |
| **5** | Implementación de un sistema de captación de agua pluvial para su aprovechamiento dentro de las instalaciones | **Mitigación** |
| **6** | Se deberá contemplar la instalación de sistemas ahorradores de agua | **Mitigación** |
| **7** | Se implementará un programa de servicio y mantenimiento a todos equipos de combustión, a fin de mantener en condiciones óptimas la maquinaria y reducir las emisiones a la atmósfera. | **Mitigación** |
| **8** | Todo el equipo fijo con motores de combustión interna deberá dar cumplimiento a la NOM-041-SEMARNTAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2006, las cuales regulan los niveles máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. | **Mitigación** |
| **9** | Los ductos o chimeneas de las operaciones y procesos deberán contar con plataformas y puertos para el muestreo de emisiones contaminantes. | **Mitigación** |
| **10** | Las Instalaciones para la operación de este proyecto, contaran con un Sistema de Captación y Control de Humos (descrito completamente en el CAPÍTULO I del presente estudio) garantizando la mínima cantidad de emisiones a la atmosfera. | **Prevención y Mitigación** |

| ID | MEDIDA | TIPO DE MEDIDA |
|---|---|---|
| **11** | La maquinaria y equipo empleado deberá contener silenciadores para evitar el ruido generado por los motores. | **Mitigación** |
| **12** | Las actividades que produzcan altos niveles de ruido, deberá ser en horarios adecuados para estas. | **Mitigación** |
| **13** | Los residuos peligrosos deberán separarse y almacenarse en un sitio restringido y supervisado, el cual contará con piso de concreto, canales perimetrales de contención y señalización preventiva. | **Prevención y Mitigación** |
| **14** | Los trabajos de mantenimiento de maquinaria y equipos se llevarán a cabo en zonas específicas para este fin, las cuales deberán contar con trampas para grasas y aceites, piso de concreto sin fisuras. | **Prevención y Mitigación** |
| **15** | En caso de fuga o derrame de combustibles, se deberá activar inmediatamente el Plan de Contingencias y Emergencias. | **Prevención y Mitigación** |
| **16** | Controlar mediante registros los movimientos de almacenes de materia prima y producto terminado, así como de los residuos peligrosos y no peligrosos resultantes del proceso. | **Prevención y Mitigación** |
| **17** | El promovente deberá asignar un área específica para el almacenamiento temporal de los residuos municipales. | **Prevención y Mitigación** |
| **18** | Se asegurará la disposición final de los residuos municipales en el relleno sanitario municipal o en el sitio que sea asignado por la empresa. | **Prevención y Mitigación** |
| **19** | Se capacitará al personal sobre el correcto manejo de residuos peligrosos. | **Prevención y Mitigación** |
| **20** | Se evitará la acumulación vehículos de carga en los alrededores de las instalaciones. | **Prevención** |
| **21** | Se tendrán planes para el manejo de la posible fauna nativa que ingrese a las instalaciones, así como ahuyentamiento de las mismas evitando así sean afectadas. | **Prevención y mitigación** |
| **22** | Se contará con sistemas de manejo de plagas y fauna nociva a fin de evitar la proliferación de esta. | **Mitigación** |

| ID | MEDIDA | TIPO DE MEDIDA |
|---|---|---|
| **23** | Los residuos sólidos urbanos generados serán almacenados de forma adecuada a fin de no ser atrayente para la fauna cercana. | **Prevención y mitigación** |
| **24** | Se deberá garantizar la salud de los trabajadores mediante la entrega de equipo de protección personal y la capacitación necesaria. | **Prevención** |
| **25** | Considerar equipo contra incendios y la capacitación necesaria para garantizar la integridad de los trabajadores e instalaciones. | **Prevención** |
| **26** | Contar con la señalización alusiva a la peligrosidad de cada área, restricción de accesos y equipo de seguridad necesarios. | **Prevención** |
| **27** | Se establecerán límites de velocidad en las zonas circundantes al proyecto con la finalidad de evitar accidentes y molestias a la población en general. | **Prevención** |
| **28** | Capacitación constante a los trabajadores sobre sensibilización ambiental. | **Prevención** |
| **29** | Implementación de las practicas más amables con el ambiente en cada una de las actividades a realizar. | **Prevención** |

### IV.3.4. Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. Incluir en los anexos específicos por sector, el análisis completo de tales impactos y de la aplicación de las medidas.

Con lo anterior tenemos que, de 12 impactos valorizados, no se consideran impactos residuales, se contemplan 2 acumulativos y 3 sinérgicos.

#### IV.3.4.1. Impactos sinérgicos

Dentro de esta tipología se encuentran los impactos cuyo efecto ambiental ocurre cuando la presencia simultánea de varias acciones o agentes produce una incidencia total mayor que la suma de los impactos individuales por separado, y los cuales se enlistan a continuación:

- Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
- Disminución de la captación e infiltración del agua.
- Disminución de la calidad del suelo por mal manejo de residuos peligrosos.

#### IV.3.4.2. Impactos acumulativos

Son los impactos cuyo efecto resulta del incremento de las acciones individuales o en conjunto, del mismo modo, los cuales se presentan a continuación:

- Disminución de la calidad del agua por mal manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos.
- Generación de gases contaminantes por vehículos.

## IV.4. Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.

### IV.4.1. Criterios para la delimitación

La delimitación del área de influencia del proyecto se realizó considerando la extensión espacial en la que podrían manifestarse, de manera directa o indirecta, los impactos ambientales derivados de las actividades de la etapa de operación del proyecto.

Para establecer sus límites se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- La superficie que ocuparán las obras y actividades del proyecto.
- La ubicación de las instalaciones auxiliares, áreas de maniobra, almacenamiento y circulación de vehículos y maquinaria.
- La posible dispersión de emisiones atmosféricas, polvos, ruido y vibraciones.

- La probabilidad de afectación al suelo y al agua por el manejo de residuos, combustibles, aceites y sustancias peligrosas.
- La conectividad del sitio con terrenos, caminos, escurrimientos, cuerpos de agua y áreas con vegetación o fauna.
- La visibilidad del proyecto y las modificaciones potenciales al paisaje.
- La interacción del proyecto con las localidades cercanas, vías de comunicación y actividades económicas de la zona.
- La capacidad de los componentes ambientales para transportar o transmitir los efectos generados por el proyecto.

Con base en estos criterios, el área de influencia se dividió en **área de influencia directa** y **área de influencia indirecta**, debido a que la magnitud, duración y alcance de los impactos no serán uniformes en todo el territorio circundante.

### IV.4.2. Área de influencia directa

El área de influencia directa corresponde a la superficie en la que se desarrollarán las obras y actividades del proyecto, así como a las zonas colindantes donde podrían presentarse alteraciones inmediatas sobre los componentes ambientales.

Esta área comprende incluye:

- El polígono destinado a la operación del proyecto.
- Las áreas de carga, descarga y circulación interna.
- Las zonas de almacenamiento temporal de materias primas, productos y residuos.
- Las áreas destinadas al mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Las instalaciones para el manejo de residuos peligrosos y residuos sólidos urbanos.
- Los accesos y caminos internos que serán utilizados durante las diferentes etapas del proyecto.

Dentro de esta superficie se prevé la ocurrencia de los impactos de mayor intensidad, principalmente aquellos asociados con la ocupación del espacio e implementación del proceso, es decir, la generación de emisiones atmosféricas, ruido, residuos y aguas residuales.

El límite del área de influencia directa estará definido por el polígono del predio y por las áreas contiguas en las que se puedan manifestar efectos inmediatos derivados de las actividades del proyecto. Para su representación cartográfica se utilizaron coordenadas geográficas o UTM, indicando el sistema de referencia, datum y zona correspondiente.

### IV.4.3. Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta comprende el espacio territorial ubicado fuera del polígono del proyecto en el que podrían presentarse efectos secundarios, acumulativos o sinérgicos derivados de las actividades proyectadas.

Para su delimitación se consideraron las características del medio físico, biótico y socioeconómico, así como las posibles rutas de propagación de los impactos. En particular, se tomaron en cuenta:

- La dirección y velocidad predominante de los vientos, para valorar la dispersión de polvos y emisiones.
- La topografía y las pendientes naturales del terreno.
- Los patrones de escurrimiento superficial y las microcuencas relacionadas con el sitio.
- La presencia de cauces, drenes, cuerpos de agua o zonas susceptibles de recibir escurrimientos.
- La red de caminos y vías de comunicación utilizada por el proyecto.
- La cercanía de viviendas, localidades, establecimientos o actividades productivas.
- La percepción visual del proyecto desde los puntos de observación cercanos.

De manera preliminar, el área de influencia indirecta se delimita considerando una franja de **1 km** alrededor del polígono del proyecto, ajustada conforme a los límites físicos y ambientales identificables en campo.

Esta área incluye las zonas donde podrían presentarse impactos de menor intensidad o de carácter indirecto, como el incremento temporal del tránsito vehicular, la generación de ruido y emisiones asociadas al transporte, la modificación de la percepción paisajística y los posibles efectos acumulativos relacionados con el manejo de residuos o sustancias peligrosas.

La extensión del área de influencia puede variar de acuerdo con el componente ambiental analizado. La delimitación aplicable se resume de la siguiente manera:

*Tabla IV- 15 Delimitación por componente ambiental.*

| COMPONENTE | CRITERIO DE DELIMITACIÓN |
|---|---|
| Agua | Polígono del proyecto, zonas de escurrimiento superficial, cauces y cuerpos de agua ubicados aguas abajo o con conexión hidrológica con el sitio. |
| Aire | Área determinada por la posible dispersión de emisiones, polvos, gases contaminantes, ruido y vibraciones, considerando las condiciones meteorológicas locales. |
| Suelo | Superficie ocupada por el proyecto, áreas de maniobra, mantenimiento, almacenamiento y zonas donde pudiera ocurrir contaminación. |
| Paisaje | Cuenca visual desde la cual las instalaciones, estructuras, vehículos o actividades del proyecto puedan ser observadas. |
| Socioeconómico | Localidades, caminos, predios, establecimientos y actividades productivas que tengan relación funcional con el proyecto o puedan recibir efectos por su ejecución. |

Los límites propuestos para el área de influencia se consideran técnicamente adecuados debido a que permiten incluir tanto el sitio donde se concentrarán las actividades del proyecto como los espacios en los que podrían manifestarse efectos ambientales fuera del predio.

El área de influencia directa se encuentra asociada principalmente con la ocupación física del terreno y con las actividades que se desarrollarán dentro de las instalaciones. Por su parte, el área de influencia indirecta considera la posible propagación de impactos a través del aire, el agua, el tránsito vehicular y la percepción visual.

No se prevé que los impactos derivados del proyecto rebasen los límites establecidos, siempre que se implementen correctamente las medidas preventivas, de mitigación, control y restauración.

## IV.5. Medidas de compensación y/o restauración ambiental

Las medidas de compensación y/o restauración ambiental tienen como finalidad atender aquellos impactos ambientales residuales que no pueden evitarse o mitigarse completamente mediante las acciones preventivas y de control implementadas durante las diferentes etapas del proyecto.

Estas medidas buscan contribuir a la recuperación de las funciones ecológicas de los sitios intervenidos, promover la conservación de los recursos naturales y mantener el equilibrio ambiental en el área de influencia del proyecto; así pues, se plantean considerando las características del sitio, la magnitud de los impactos identificados, la viabilidad técnica de su implementación y el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable, privilegiando aquellas acciones que favorezcan la rehabilitación progresiva del entorno y la permanencia de los beneficios ambientales a largo plazo.

En este sentido, de acuerdo con lo descrito a lo largo de la Manifestación, el proyecto será integrado a una planta que actualmente se encuentra en proceso de construcción, conforme a la autorización obtenida a nivel estatal y que para su puesta en marcha, solo requerirá del equipamiento de las instalaciones ya consideradas; en este sentido, el proyecto en sí no refiere a la generación de impactos mayores a los contemplados en su momento por la preparación del sitio y construcción de dicha planta; asimismo, es importante recordar que se encuentra en una zona compatible con un uso de suelo industrial, por lo que el entorno ya contaba con una perturbación previa.

Por lo anterior, no se consideran medidas específicas de compensación y/o restauración ambiental; únicamente el mantenimiento de las jardineras con que contarán las instalaciones, así como el mantenimiento general del sitio y los equipos, considerando la obtención de todos los permisos y licencias que permitan su operación conforme a la legislación aplicable y que permitan procurar el cuidado ambiental en la medida que corresponde a la promovente.