

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

I.1 PROYECTO

En el Anexo I se muestra un croquis tamaño doble carta, donde se señalan las características de ubicación del proyecto, las localidades próximas, rasgos fisiográficos e hidrológicos sobresalientes y próximos, vías de comunicación y otras que permiten su fácil ubicación.

I.1.1 Nombre del proyecto:

“Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)”

I.1.2 Ubicación del proyecto:

Estado: Veracruz
 Municipio: Tlaquilpa
 Localidad: Tlaquilpa
 Coordenadas Geográficas:
 18°36’39” Latitud Norte
 97°07’06” Longitud Oeste
 Altitud: 2,304 msnm.

I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto:

Etapas de preparación del sitio y construcción: 3 meses.
 Etapas de operación y mantenimiento: 10 años.
 Etapas de abandono: No se contempla etapa de abandono del sitio.

1.1.4 Presentación de la documentación legal:

En el Anexo II se adjunta el contrato de compra-venta.

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE DEL PROYECTO

1.2.1 Nombre o razón social:

Protección de datos personales LFTAIPG"

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente:

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal:

Z

1.2.4 Dirección del promovente:

1.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Protección datos personales LFTAIPG

1.3.1 Nombre o razón social:

Protección de datos personales LFTAIPG"

1.3.2 Registro federal de causantes:

1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio:

1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio:

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para la localidad de Tlaquilpa, en el municipio de Tlaquilpa, estado de Veracruz.

En cuanto a la caracterización técnica, con esta infraestructura se pretende dar servicio a la población actual y futura de la localidad de Tlaquilpa ubicada en el municipio de Tlaquilpa, Ver., para un horizonte de proyecto de 10 años contados a partir del año 2007 para un gasto medio de 0.92 lps, para una carga contaminante de 20.99 kg DBO/día generados por las aportaciones de 767 habitantes de población de proyecto.

El proyecto de la PTAR considera los siguientes elementos: pretratamiento, caja para dar carga, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio de flujo ascendente, lechos de secado, filtro de carbón activado y sistema de desinfección.

Respecto a la caracterización ambiental, la zona en donde se ubica el proyecto, corresponde a bosque de coníferas que ha sido perturbado por actividades antropogénicas. En particular el predio en donde se pretende ubicar el proyecto, se localiza a una distancia de aproximada de 400 m de la localidad de Tlaquilpa y en algunos de los predios colindantes se desarrollan actividades agrícolas.

Los elementos ambientales que pueden integrarse o aprovecharse en su desarrollo son los siguientes:

- La superficie de 759.32 m² que se destinará para áreas verdes y que corresponde al 75.93 % de la superficie total del predio, en virtud de que el 24.07 % restante, será ocupada por las instalaciones de la planta.
- Una parte del material producto de excavación que se utilizará para rellenos.
- La mano de obra local, a través de la participación de trabajadores de la zona, especialmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
- El arroyo en donde se pretende realizar la descarga del agua tratada, que consiste en una corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, la salud y seguridad de los trabajadores y el ambiente terrestre son los principales elementos ambientales que pueden ser impactados adversamente por el desarrollo del proyecto y benéficamente, la generación de empleos.

Cuando el proyecto se encuentre en la etapa de operación, la PTAR permitirá mantener una calidad adecuada del agua tratada y además, se evitará el vertimiento del agua residual sin tratamiento previo en el suelo, lo cual afecta su calidad, por lo que se considera que la calidad de agua y suelo, permitirán alcanzar un alto grado de sustentabilidad ambiental del proyecto. De la misma forma, la salud de la población resultará beneficiada, por lo que se considera que este elemento ambiental tenderá a alcanzar un valor medio del grado de sustentabilidad, debido a que también permite disminuir los riesgos de enfermedades asociadas a una inadecuada disposición de las aguas residuales. Finalmente es importante mencionar que la implementación de la PTAR en sí constituye una medida de mitigación importante para el impacto generado por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento previo.

JUSTIFICACIÓN

Una de las razones que justifican la realización del proyecto de la PTAR, corresponde a los aspectos legales. La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (inciso III del Art. 115, Título Quinto), La Constitución Política del Estado de Veracruz (incisos IV y X del Artículo 114) y La Ley Orgánica del Municipio Libre (inciso XXV del artículo 34), establecen que los municipios, tendrán a su cargo, entre otros servicios públicos, el de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales.

También resulta importante considerar lo que se encuentra previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de descarga de aguas residuales. El título IV de esta Ley, establece que se prohíbe la descarga o expedición de contaminantes que provoquen degradación o molestias en perjuicio del ecosistema. Los títulos II y IV indican que se prohíbe la descarga, depósito ó infiltración de contaminantes en los suelos, sin el cumplimiento de las normas reglamentarias y los lineamientos técnicos correspondientes.

Además se establece que todos los tipos de contaminantes que se depositen o infiltren al suelo, deberán contar con previo tratamiento, a efecto de reunir las condiciones necesarias para evitar:

- La contaminación al suelo.
- Alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos.
- Alteraciones en el aprovechamiento, uso o explotación del suelo.
- Contaminación de los cuerpos de agua.

En cuanto a la normatividad vigente, la NOM-001-SEMARNAT-1996, establece los límites permisibles que deberán cumplir los responsables de las descargas de aguas residuales, que pretendan descargar en algún cuerpo receptor propiedad de la nación.

Otra de las razones que justifican la implementación del proyecto radica en la situación actual que prevalece en la localidad de Tlaquilpa, que es una comunidad con alto grado de marginación. Cierta proporción de las aguas residuales que generan sus pobladores son tratadas mediante fosas sépticas pero la mayor cantidad son descargadas al suelo sin tratamiento previo, debido a que la localidad no cuenta con una red de alcantarillado.

Esta situación ocasiona que las aguas residuales queden expuestas a la población, con los consecuentes impactos ambientales de proliferación de fauna nociva, emisión de malos olores, deterioro del paisaje y diseminación de enfermedades especialmente de tipo gastrointestinal, lo que se traduce en una baja calidad de vida en esta población.

Bajo tales condiciones, la Comisión Nacional del Agua (CNA), bajo el Programa para la Sostenibilidad de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Comunidades Rurales (PROSSAPYS II), y considerando que el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa tiene como prioridad el de seguir apoyando el crecimiento económico de sus localidades, y cerrar las brechas existentes entre ellas, se elaboró el proyecto ejecutivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para la localidad de Tlaquilpa, por lo que tal decisión, no sólo es justificable a nivel local, municipal, estatal o nacional, sino también digno de encomio en la comunidad internacional.

OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto es dotar a la localidad de Tlaquilpa, ubicada en el municipio del mismo nombre, en el estado de Veracruz, de la construcción y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, para tratar un gasto medio de 0.92 lps, generadas por la población actual y de proyecto de la

localidad, para cumplir con la normatividad vigente en materia de descarga de aguas.

Dentro de los objetivos específicos se incluyen los siguientes:

- Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad de Tlaquilpa, al evitar su exposición a las aguas residuales.
- Evitar la inadecuada disposición de las aguas residuales en el suelo sin un tratamiento previo.
- Cumplir con las disposiciones contempladas en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Remover aproximadamente una carga contaminante de 20.99 kg DBO/día.
- Contribuir al saneamiento de los suelos contaminados que se localizan en las inmediaciones de la localidad.
- Evitar que el municipio de Tlaquilpa, Ver., sea sancionado por incumplimiento a la normatividad vigente.

Por otra parte, dentro de los beneficios sociales y económicos que se obtendrán con la implementación de este proyecto, se encuentran los siguientes:

- Beneficiar a la población actual y de proyecto, que se estima ésta última en 767 habitantes, de la localidad de Tlaquilpa, Ver., proporcionándole de la infraestructura consistente en la PTAR.
- Disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales de los habitantes de esta localidad.
- Mejorar el entorno ecológico a nivel local y regional.
- Generar fuentes de trabajo, específicamente empleos directos temporales y permanentes, durante las etapas de construcción y operación, así como una demanda en los servicios, que permitirá impulsar la economía de la región.
- Crear una atmósfera de equilibrio entre las actividades antropogénicas y el entorno para elevar la calidad de vida de los habitantes, es decir, ampliar el espectro del bienestar social, factor fundamental de la vida en sociedad.
- Crear mediante un medio ambiente limpio, las circunstancias para fomentar las actividades productivas y en consecuencia, el crecimiento económico que es la meta de la república democrática.
- Incrementar la plusvalía en los terrenos de propiedad privada y en los bienes inmuebles existentes, en beneficio de los habitantes de la localidad de Tlaquilpa.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio para la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales, se realizó tomando en cuenta criterios técnicos, ambientales y socioeconómicos.

Dentro de los criterios técnicos se consideró en primer lugar que las aguas residuales del alcantarillado sanitario fluyeran por gravedad hacia el sitio de la PTAR. De la misma forma, el segundo criterio consistió en que la topografía del sitio seleccionado para la planta, también permitiera que el agua fluyera por gravedad a través de cada una de las operaciones unitarias que conforman la PTAR, para descargar al cuerpo receptor que en este caso corresponde a un arroyo tributario del río Apatlahuaya. Con estos criterios se evitan los costos de inversión, operación y mantenimiento que originaría la instalación de un cárcamo de bombeo. El tercer criterio técnico consideró que la superficie del proyecto fuera la adecuada para la construcción y el funcionamiento de la PTAR.

Con respecto a los criterios ambientales de selección del sitio, se tomaron en cuenta aquellos predios que no afectaran ecosistemas naturales frágiles, terrenos agrícolas o pecuarios, así como aquellos que generaran el menor impacto ambiental posible, especialmente de su ubicación con una distancia mínima de 400 m con respecto a las viviendas de Tlaquilpa, por la posible generación de olores asociados al tratamiento del agua.

Finalmente en cuanto a los criterios socioeconómicos, se consideró que además de ubicarse a cierta distancia de las viviendas, el costo del terreno se encontrara a un precio accesible para su adquisición por el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El municipio de Tlaquilpa se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz y colinda al norte con Xoxocotla y Atlahuilco, al este con Los Reyes, al sur con Astacinga y al oeste con el estado de Puebla. Este municipio tiene una superficie de 58.40 km², cifra que representa el 0.08% de la superficie del estado. Sus coordenadas geográficas son: latitud norte 18° 36' 29", longitud oeste 97° 07' 00" de longitud oeste, a una altura de 2,340 msnm.

La localidad en donde se pretende realizar el proyecto es Tlaquilpa, que se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 18° 36' 37" de latitud norte y

los 97° 07' 00" de longitud oeste, a una altura de 2,360 msnm. En la figura 2.1 se muestra la localización de Tlaquilpa.



Figura 2.1 Localización de Tlaquilpa

El predio donde se pretende ubicar la PTAR tiene una superficie de 1,000 m² y se localiza en las siguientes coordenadas geográficas: 18°36'39" de latitud norte, 97°07'06" de longitud oeste, a una altura de 2,304 msnm.

Dicho predio fue adquirido por el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa, Ver., por lo que el contrato de compra-venta se presenta en el anexo II.

El reporte fotográfico se muestra en el anexo III. Así mismo, en el anexo IV se incluye el plano topográfico del sitio del proyecto y en el anexo V se presenta la carta topográfica.

II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para la preparación del sitio y construcción de la PTAR, se estima en \$ 1,000,000.00 (incluye IVA). Debido a que se trata de una obra de gobierno para beneficio social, no se contempla la amortización de la inversión realizada. Los gastos de operación y mantenimiento de la PTAR se estiman en \$ 118,079.20 anuales. Los costos de las medidas de prevención y mitigación previstas que se estiman en \$ 27,842.19 para este proyecto.

II.1.5 Dimensiones del proyecto

a) Superficie total del predio: La superficie total del predio es de 1,000 m².

b) Superficie a afectar: La superficie a afectar con respecto a la cobertura vegetal existente en el predio, se muestra en el cuadro 2.1, donde se observa que la superficie afectada es de 240.68 m². El tipo de ecosistema en la zona de estudio corresponde a bosque de coníferas. Sin embargo en el predio de la planta, el sitio ha sido perturbado por actividades antropogénicas, pero en cierta superficie ha sido reforestado.

Cuadro 2.1 Superficie del proyecto

Tipo de suelo	Elemento	Área (m ²)
Bosque de Coníferas Perturbado	Pretratamiento	32.43
	Caja para dar carga	6.25
	Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)	22.40
	Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)	27.95
	Lechos de secado del RAFA	16.64
	Lechos de secado del FAFA	13.33
	Filtro de carbón activado	3.26
	Tanque de cloración	3.42
	Vialidades	115.00
Total		240.68

c) Superficie para obras permanentes: El proyecto de la PTAR considera que la superficie de las obras permanentes, sea igual a la superficie afectada, que de acuerdo al cuadro 2.1, es de 240.68 m².

II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias

Usos de suelo

El predio en donde se pretende llevar a cabo la construcción de la PTAR no tiene uso alguno, cuenta con una superficie de 1,000 m² y es un bosque de coníferas que ha sido perturbado por actividades antropogénicas y cierta superficie fue reforestado. Se estima una población de 45 árboles de pino de 1.5 a 2.5 m de altura aproximadamente, como se muestra en el reporte fotográfico. Los usos del suelo en las inmediaciones del predio, corresponden a cultivos de maíz y bosque de coníferas. A 400 m del sitio de proyecto, el uso de suelo corresponde a las viviendas de la localidad de Tlaquilpa.

Usos de cuerpos de agua

El cuerpo de agua más cercano a la zona donde se pretende realizar la descarga del agua tratada, es un arroyo que se ubica a unos 25 m de la planta de tratamiento en la parte más baja. Este arroyo constituye una corriente tributaria del río Apatlahuaya, que a su vez es afluente del río Tonto.

En virtud de que el río Apatlahuaya no se encuentra incluido dentro de la clasificación de cuerpos receptores que se establecen en el artículo 278-A de la Ley Federal de Derechos, el criterio tomado para dicha clasificación, consistió en considerar que el punto de descarga es el río Tonto, debido a que la corriente mencionada, es tributaria de este río.

De acuerdo al artículo anteriormente referido, el río Tonto se clasifica como cuerpo receptor tipo "B", es decir, uso público urbano, cuyos límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, están contemplados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El sitio que será objeto de las operaciones de preparación del sitio y construcción de la PTAR, se encuentra a 400 m a la localidad de Tlaquilpa, que cuenta con servicios de energía eléctrica, agua potable y caminos de acceso.

Para la preparación del sitio y construcción del proyecto, no se requiere de servicios, excepto del suministro de agua, para realizar la actividad de rellenos compactados.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

La construcción de la PTAR objeto de este estudio, proporcionará servicio al 100 % de la población actual y futura de la localidad de Tlaquilpa que se estima en 767 habitantes, para un gasto medio de 0.92 lps al año 2017. En el anexo VI se muestra la memoria de cálculo del proyecto de la PTAR y en el anexo VII los planos de proyecto.

Para determinar el gasto de agua del proyecto, se asignaron las dotaciones y aportaciones de acuerdo al tipo de clima que prevalece en la zona y el nivel socioeconómico de las viviendas. Para esta asignación, se utilizaron las tablas 1.4 y 1.5 del libro de “Lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario”, publicado por la anterior CNA.

En el cuadro 2.2 se muestran los datos que se tomaron como base para calcular el gasto medio de la PTAR.

Cuadro 2.2 Gasto medio de diseño

Fuente	Total de usuarios	Aportación (L/usuario-día)	Gasto (m ³ /d)	Gasto (lps)
Población de proyecto	767	104	79.488	0.92

- Descripción del proceso de tratamiento que recibirá el agua.

El proceso de tratamiento de las aguas residuales, considera pretratamiento, tratamiento secundario y tratamiento terciario, que incluyen las operaciones unitarias que se describen a continuación:

PRETRATAMIENTO

Canal de aproximación

El agua residual que proviene del colector del sistema de alcantarillado sanitario llegará al canal de aproximación que recibirá el caudal máximo instantáneo (3.50 lps). Este canal se divide a su vez en dos canales accionados por compuertas,

para permitir que el agua residual fluya en uno de ellos, es decir, que el primer canal se encuentre en operación, en tanto que en el segundo se puedan realizar los trabajos de mantenimiento. En estos canales se encuentran instaladas las operaciones unitarias del pretratamiento, que consisten en el cribado y la desarenación.

En condiciones extremas de precipitación pluvial, el colector del sistema de alcantarillado podrá conducir el gasto máximo extraordinario (5.25 lps) para descargar al canal de aproximación. Sin embargo, para impedir que este gasto excedente llegue a la planta de tratamiento y pueda alterar desfavorablemente su operación, es necesario derivar la diferencia del gasto máximo extraordinario y el gasto máximo instantáneo, mediante la instalación de un vertedor rectangular, de 2.28 m de longitud, en el canal de aproximación. El gasto excedente (1.75 lps) se captará en una caja para conducirlo directamente a la descarga.

Cribado

Para realizar el proceso de cribado, el proyecto considera la instalación de rejillas en cada uno de los dos canales mencionados anteriormente, inclinadas a 45° con respecto a la horizontal y construidas a base de soleras de ¼" x 1½". El objetivo del cribado y por consiguiente de estas rejillas, es separar los sólidos gruesos mayores a una pulgada de diámetro, para así evitar que lleguen a las siguientes unidades del tratamiento. El ancho del canal será de 30 cm y contará con 10 barras de 0.635 cm de ancho.

Desarenación

A continuación, el pretratamiento considera la instalación de cajas desarenadoras, que como su nombre lo indica, sirven para separar las arenas de las aguas residuales que presentan diámetros menores de 2 mm y una densidad de 2.65. Estas cajas son de sección cuadrada y su operación es de flujo descendente-ascendente, con el objeto de que las arenas sedimenten por acción de la gravedad. En el fondo de las cajas desarenadoras, el proyecto considera la instalación de tubería de PVC y compuertas, para extraer las arenas de forma manual, para posteriormente realizar su disposición final.

Al final del canal de salida de las cajas desarenadoras, se tienen instalados vertedores proporcionales (doble sutro), para controlar la velocidad del agua en los canales y la medición del caudal que llega a la PTAR.

CAJA PARA DAR CARGA

Como su nombre lo indica, esta unidad sirve para proporcionar la carga hidráulica requerida para la operación adecuada de los reactores anaerobios.

La caja para dar carga cumple con la función de proporcionar el gasto medio a los reactores, debido a que permite absorber las variaciones que origina el gasto máximo instantáneo. Para cumplir con este objetivo, en la tubería de salida de la caja hacia el reactor, se contempla instalar una válvula de globo.

La caja para dar carga está diseñada para un tiempo de retención hidráulico de 2 horas, que es el tiempo promedio en que se presenta el gasto máximo instantáneo.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO

El diseño de las unidades que conformarán el tratamiento biológico, considera la instalación de un sólo tren de tratamiento.

Los objetivos del tratamiento biológico de las aguas residuales son coagular y remover los sólidos coloidales no sedimentables y estabilizar la materia orgánica. Para el caso particular de este proyecto, el principal objetivo es reducir el contenido de materia orgánica en las aguas residuales. La remoción de la DBO, la coagulación de sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica, se llevan a cabo mediante la actividad de microorganismos, constituidos principalmente por bacterias, las cuales convierten la materia orgánica carbonosa disuelta y coloidal en diversos gases, materia celular y agua.

La digestión anaerobia es uno de los procesos más antiguos para la estabilización de agua residual, que involucra la descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno molecular, a compuestos más simples como el metano, agua, bióxido de carbono y material celular nuevo. Las principales aplicaciones de este proceso han sido para la estabilización de lodos concentrados, producidos por el tratamiento de agua residual y en el tratamiento de algunos residuos industriales. Sin embargo, recientemente, se ha demostrado que los residuos orgánicos diluidos, como en el caso de las aguas residuales de tipo doméstico, también pueden tratarse de forma anaerobia, alcanzándose un buen rendimiento de eliminación de materia orgánica.

En el proceso de digestión anaerobia, el material orgánico de mezcla de lodos biológicos y lodos primarios sedimentados, se convierte biológicamente, bajo condiciones anaerobias, a una variedad de productos finales incluyendo metano (CH_4) y bióxido de carbono (CO_2). El agua residual introducida continuamente, se retiene en el reactor por diferentes periodos de tiempo, que depende del tipo de reactor de que se trate.

Para el tratamiento biológico de las aguas residuales y la disminución de la DBO, en este proyecto, se considera un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), acoplado a un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA)

En este reactor se lleva a cabo el proceso de degradación anaerobia y tiene como objetivo fundamental, disminuir la concentración de sólidos suspendidos y de la materia orgánica medida como DBO. Los productos finales de la digestión anaerobia son: agua, material celular y biogás. El biogás generalmente está constituido por metano (70 %), bióxido de carbono (29.5 %) y trazas de ácido sulfhídrico y nitrógeno (0.5%).

El agua residual que proviene de la caja para dar carga, se envía a la caja de entrada del reactor RAFA, que se encuentra ubicada en la parte superior del reactor. Posteriormente el agua se distribuye por una serie de tuberías verticales que se localizan en el interior del reactor, de tal forma que el agua residual llegue al fondo y se produzca un flujo ascendente, para que mediante este proceso, se pueda sedimentar un gran porcentaje de los sólidos en suspensión y además, el agua residual pueda entrar en contacto con la biomasa formada por los mismos lodos, para su biodegradación, es decir, a medida que el agua sube a través del reactor, queda en contacto con los sólidos biológicos formados principalmente por los sólidos en suspensión, que es el mecanismo por el cual la materia orgánica se va biodegradando. Los tiempos de retención para estos reactores son de $\frac{1}{2}$ día y la carga orgánica medida en términos de la DQO es de $2 \text{ kg DQO /m}^3\text{-d}$ y medida en términos de sólidos volátiles, es de $0.8 \text{ kg SV/m}^3\text{-d}$. Para el caso particular del proyecto, el agua residual ingresará al reactor con una concentración promedio de DBO igual a 264 mg/l y de DQO igual a 698 mg/l .

Debido a la capacidad de mantener una biomasa en el reactor por periodos prolongados, los lodos de exceso producidos se encuentran estabilizados. No obstante se requiere efectuar purgas para extraer dichos lodos.

En la parte superior de este reactor se tiene instalado un sedimentador, para evitar el arrastre de sólidos en suspensión en el efluente, mismo que se captará por medio de un canal central, ubicado arriba del sedimentador. El agua tratada se enviará a la caja de salida. El Cuadro 2.3 muestra las condiciones y características del diseño del reactor.

Cuadro 2.3 Datos de proyecto y criterios de diseño del reactor RAFA

Concepto	Características
Gasto medio, lps	0.92
Concentración de la DBO, mg/l	264
Concentración de la DQO, mg/l	698
Velocidad ascensional, m/h	0.20
TRH en sedimentación, hrs	1.20
Carga superficial en sedimentación, m ³ /m ² -d	24
Carga orgánica máxima, kg DQO/m ³ -d	2
Producción de gas por kg DQO, m ³	0.24
Temperatura promedio mensual mín., °C	15.50
Temperatura promedio mensual máx., °C	22.10

De acuerdo a la memoria de cálculo, las características del dimensionamiento del reactor RAFA se muestran en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Dimensionamiento del reactor RAFA

Concepto	Características
Carga de DQO, kg DQO/d	55.48
Carga orgánica volumétrica, kg DQO / m ³ - d	1.37
Volumen del reactor, m ³	40.37
Altura de operación, m	2.4
Área superficial, m ²	16.82
Longitud del reactor, m	5.80
Ancho del reactor, m	2.90
Altura total de la estructura, m	4.35
Número de orificios	8
Área por cada orificio para alimentación, m ²	2.10
Generación de biogás (T max), m ³ /d	8.25
Generación de biogás (T min), m ³ /d	7.24

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

En virtud de que el agua tratada por el reactor RAFA, no cumple con los límites permisibles establecidos por la normatividad vigente en materia de agua, el efluente de este reactor se enviará al filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), con el objetivo de disminuir la DBO presente en el agua residual, en forma de sólidos coloidales y disueltos.

El agua se conducirá a la caja de entrada de este reactor, que se ubica en la parte superior del mismo. Al igual que en el caso del RAFA, el agua residual se distribuye a través tuberías verticales, para que el agua llegue al fondo del reactor y de esta forma se permita el flujo ascendente.

A diferencia del RAFA, el FAFA contiene en su interior un material de empaque a base de tezontle, con el objeto de que se forme una biopelícula de microorganismos capaces de degradar la materia orgánica del agua residual que viene en forma de sólidos disueltos, al pasar el agua a través de un flujo ascendente.

Como en el caso de los RAFA, el tiempos de retención hidráulico típico es de 0.5 días, con una carga orgánica máxima, medida en términos de la DBO, de 2 kg DQO/m³-d y los tiempos de retención celular típicamente del orden de 50 a 100 días.

En virtud de los altos tiempos de retención celular, los lodos de exceso producidos, se encuentran estabilizados. No obstante, como en el caso del reactor RAFA, se requiere de efectuar purgas, para extraer dichos lodos. El Cuadro 2.5 muestra las condiciones y características del diseño del reactor.

Cuadro 2.5 Datos de proyecto y criterios de diseño del reactor FAFA

Concepto	Características
Gasto medio, lps	0.92
Tiempo de retención hidráulico, hr	12
Concentración de la DQO, mg/L (T min)	318.5
Velocidad ascensional, m/h	0.16
Carga orgánica máxima, kg DQO/m ³ -d	2
Producción de gas por kg DQO eliminado, m ³	0.24
Temperatura promedio mensual mín., °C	15.50
Temperatura promedio mensual máx., °C	22.10

De acuerdo a la memoria de cálculo, en el cuadro 2.6 se muestran las características constructivas del reactor FAFA.

Cuadro 2.6 Dimensionamiento del reactor FAFA

Concepto	Características
Carga de DQO, kg DQO/d (T mín.)	25.32
Carga orgánica máxima, kg DQO / m ³ - d	2
Volumen requerido del reactor, m ³	41.91
Altura del material de empaque, m	1.50
Altura de operación, m	1.92
Área superficial, m ²	21.83
Longitud del reactor, m	5.90
Ancho del reactor, m	3.70
Carga hidráulica, m ³ /m ² -d	3.64
Área por cada orificio para alimentación, m ²	2.73
No. de orificios	8
Generación de gas, m ³ /d (T máx)	3.14
Generación de gas, m ³ /d (T míx)	3.30

La eficiencia del sistema de tratamiento biológico conformado por ambos reactores, será de 79.18 % cuando se presenten las condiciones más desfavorables de temperatura (mínima) y de 85.54 % cuando se alcance la temperatura máxima en la zona de estudio. Con ambas eficiencias se cumple con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996, en materia de descargas de agua a cuerpos tipo “B”.

Los reactores RAFA y FAFA son estructuras que se construyen de concreto reforzado, con impermeabilizante integral para asegurar que no existan filtraciones.

TRATAMIENTO TERCIARIO: DESINFECCIÓN

La desinfección de las aguas consiste en la eliminación de los organismos presentes en las aguas que pueden producir enfermedades. Se debe diferenciar entre la desinfección y la esterilización, ya que esta última implica la destrucción total de los organismos, mientras que la primera implica la destrucción de organismos que por ingestión, pueden producir enfermedades en el hombre o en los animales, es decir, microorganismos patógenos.

Para la desinfección, generalmente se utiliza el cloro, en forma líquida, en soluciones de hipoclorito de sodio o calcio, para plantas muy pequeñas o en forma de gas, para plantas grandes. Su capacidad para eliminar organismos patógenos y mantener una concentración residual en el agua tratada, así como su amplia disponibilidad y costo moderado en la mayoría de las regiones, lo hace adecuado para la desinfección de las aguas de las comunidades.

El periodo disponible para la interacción entre el desinfectante y los componentes del agua, conocido como tiempo de contacto, es la variable de diseño importante para estos sistemas.

Por lo general, el gas cloro es más económico que el hipoclorito que contenga una cantidad equivalente de cloro disponible, y se puede almacenar durante más tiempo sin deteriorarse.

Para efectos de asegurar la desinfección, es necesario que el agua y el cloro permanezcan en contacto por un periodo de entre 15 a 45 minutos, en un tanque diseñado para ello.

En el cuadro 2.7 se muestran las condiciones y características de los requerimientos de cloro, así como las dimensiones del tanque de contacto y del recipiente dosificador, para desinfectar el agua tratada.

Cuadro 2.7 Características del sistema de cloración

Concepto	Valor
Gasto medio, lps	0.92
Dosis de cloro, mg/L	2
Requerimientos de cloro diario, kg/d	0.16
Requerimientos de cloro mensuales, kg/mes	4.80
Volumen del recipiente para preparar la solución, L	1,100
Volumen útil del tanque de contacto, m ³	2.73
Altura del tirante de agua, m	1.5
Longitud del tanque interior, m	2.45
Ancho del tanque, m	0.80
Bordo libre, m	0.30
Altura total de la estructura, m	1.80
Número de canales	4
Número de muros divisorios	3
Ancho de canales, m	0.50

La propuesta del sistema de cloración considera que la operación se realice de forma manual, dado que el funcionamiento de la planta de tratamiento se realiza por gravedad. En este sentido, el proyecto no considera la instalación de un agitador para la preparación de la solución, por lo que el operador realizará este trabajo manualmente.

En virtud de que el tratamiento de las aguas residuales será de tipo biológico a base de reactores anaerobios, uno de los productos finales de la digestión anaerobia, lo constituye el biogás, que está formado por bióxido de carbono (70%), metano (29%) y trazas de ácido sulfhídrico, amoníaco y otros gases (1%).

Por lo anterior, el diseño de la planta considera captar el biogás producido por los reactores RAFA y FAFA. El biogás se conducirá a una columna que tiene los siguientes materiales: grava, arena, limaduras de hierro y finalmente carbón activado granular, con el objeto de que el ácido sulfhídrico reaccione con las limaduras de hierro para formar sulfato ferroso, de tal forma que permita remover los malos olores asociados al proceso de digestión anaerobia.

TRATAMIENTO DE LODOS: DESHIDRATACIÓN

Los lodos digeridos y que se generaron en los reactores RAFA y FAFA, deben deshidratarse antes de su disposición final, de manera que el producto sea fácilmente manejable. Fundamentalmente, la deshidratación se lleva a cabo mediante procedimientos mecánicos o mediante el uso de lechos de secado.

Los procedimientos mecánicos incluyen: filtros prensa, filtros banda, filtros al vacío y centrífugas. La ventaja del uso de estos equipos, radican en el reducido tiempo en el cual se logra la deshidratación, así como el poco espacio requerido para llevar a cabo el proceso, sin embargo, las desventajas incluyen los altos costos de adquisición, así como de operación y mantenimiento, además de los requerimientos de personal altamente capacitado.

Otro sistema muy utilizados en nuestro país, son los lechos de secado, que presentan la ventaja de una inversión mucho menor, así como la de no requerir personal calificado, sin embargo, demanda mayores extensiones que con el uso de otros métodos.

En el mecanismo de secado de lodos en estos lechos, actúan dos procesos:

1) Percolación (o infiltración) del agua a través del lecho de secado. La proporción de agua eliminada por este mecanismo, es de tal forma que la concentración de sólidos alcanza del 20 al 25 %, con lo cual hace que el lodo sea susceptible de removerse con pala.

2) Evaporación del agua, a través de la radiación y convección. La velocidad de evaporación es más lenta que la precolación y depende de la temperatura, humedad relativa y velocidad del aire. Durante el periodo constante, la superficie de los lodos está húmeda, siendo la velocidad de evaporación, relativamente independiente de la naturaleza de lodo. Cuando se alcanza la humedad crítica, el agua no emigra a la superficie de lodo con la misma rapidez, con que se evapora, con lo que empieza el periodo de disminución. La velocidad de secado en este periodo, depende del espesor del lodo, propiedades físicas, químicas y condiciones atmosféricas. El secado por debajo de la superficie, continúa hasta que se alcanza una humedad en equilibrio. Los tubos para drenaje, deben tener un diámetro interior de 10 cm y con una pendiente mínima del 1%. El filtrado se debe retornar a la cabeza de la planta de tratamiento. El área de secado, se divide en lechos individuales de aproximadamente 6 m de ancho, hasta 30 m de largo, con el tamaño adecuado, de forma que se pueda llenar uno o dos lechos, con una descarga normal de lodos de los reactores.

Es importante destacar que no se requiere del proceso de estabilización de lodos, debido al largo tiempo de retención celular de 50 a 100 días que permanecen los lodos dentro de los reactores. Para realizar este proceso, los lodos extraídos de los reactores se depositan en los lechos de secado, en donde permanecen alrededor de 15 días para su deshidratación.

La superficie total de los lechos de secado para el reactor RAFA es de 16.64 m², considerando un ancho de 2.6 m y 6.4 m de longitud. El área que ocupan los lechos de secado para el reactor FAFA es de 13.33 m², tomando en cuenta un ancho de 3.1 m y una longitud de 4.3 m.

- Capacidad de diseño de la planta

La PTAR para la localidad de Tlaquilpa, está diseñada para tratar los siguientes gastos:

- Q medio = 0.92 lps
- Q máximo instantáneo = 3.50 lps

Dichos gastos fueron calculados a partir de una estimación de la población a la que dará servicio la planta y posteriormente mediante la proyección de crecimiento poblacional realizada para un horizonte de proyecto de 10 años. La población considerada para el proyecto es de 767 habitantes.

El agua residual que ingresará a la PTAR, tendrá una concentración de DBO de 264 mg/l y está diseñada para tener una eficiencia mínima del 79.18 %, por lo que se espera que el efluente tenga una concentración de DBO equivalente a 54.96 mg/l, para las condiciones más desfavorables de temperatura. No obstante, este valor está por debajo del límite permisible para descargas de aguas residuales en cuerpos de agua tipo B, establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996 y que equivale a 75 mg/l para promedio mensual y a 150 mg/l para promedio diario.

- Origen de las aguas recibidas.

La PTAR recibirá el 100 % de las aguas residuales de tipo doméstico de la localidad de Tlaquilpa, para una población de proyecto de 767 habitantes.

No fue posible realizar el muestreo de las aguas residuales generadas en la localidad de Tlaquilpa, en virtud de que no existe red de alcantarillado sanitario y por consiguiente, no se realizó la caracterización correspondiente.

Por lo tanto, para establecer las características del agua residual, se investigaron en la bibliografía los valores típicos de las aguas residuales de origen doméstico, que pudieran ser aplicables a las aguas residuales de la localidad en estudio.

Bajo estas condiciones, al consultar la “Guía para el Control de Descargas a los Sistemas de Alcantarillado Urbano o Municipal” de la Subdirección General Técnica de la Comisión Nacional de Agua, así como las características de las aguas residuales municipales por tamaño de población, se utilizaron los valores de las concentraciones de contaminantes, en virtud de que son similares a los obtenidos en otros estudios, de acuerdo a la experiencia de la empresa proyectista.

De esta forma, los valores que se utilizaron para el proyecto de construcción de la PTAR de la localidad de Tlaquilpa, se muestran en el Cuadro 2.8, concluyéndose que el agua residual es susceptible de tratarse por medios biológicos, con base a que no existen aportaciones de industrias.

Cuadro 2.8 Características de las aguas residuales de la localidad de Tlaquilpa

Parámetros	Valor
pH	7.4
Temperatura, °C	25
DBO, mg/l	264
DQO, mg/l	698
SS, ml/l	9
Grasas y aceites, mg/l	56
N-NH ₃ , mg/l	24
N-Orgánico, mg/l	18
N-Total, mg/l	37
Fosfatos totales, mg/l	20
SAAM, mg/l	14
Coliformes totales, NMP/100 ml	7
Sólidos, mg/l	
Totales	1,552
Totales suspendidos	286
Totales disueltos	1,266
Totales volátiles	737
Volátiles suspendidos	223
Volátiles disueltos	514
Totales fijos	815
Fijos suspendidos	116
Fijos disueltos	699

- Características esperadas, tratamiento y disposición final de los residuos generados (lodos, salmuera)

Como se mencionó anteriormente, el lodo excedente extraído de los reactores no requiere del proceso de estabilización, debido a que el tiempo de retención celular en los reactores es del orden de 50 a 100 días, por lo que no presentan malos olores ó microorganismos patógenos. Por esta razón, los lodos extraídos únicamente requieren del proceso de deshidratación para facilitar su manejo.

Una vez deshidratados, los lodos pueden utilizarse como mejoradores de suelo en tierras de cultivo y áreas verdes, o en su defecto, trasladarse al sitio de disposición final del municipio.

Cabe mencionar que los lodos deberán cumplir con la NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos, que establece las especificaciones

y los límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

- Calidad esperada del agua después del tratamiento

De acuerdo a los datos de proyecto, el agua residual ingresará a la PTAR con una concentración promedio de DBO de 264 mg/l y 286 mg/l de SST. La eficiencia mínima para la cual está diseñada la planta es de 79.18 %, por lo que el efluente tendrá una concentración de DBO igual a 54.96 mg/l. La eficiencia máxima esperada es de 85.54 %, para producir un efluente con una concentración de DBO de 38.17 mg/l. En el cuadro 2.9 se muestran las características del agua residual en el efluente.

Cuadro 2.9 Características del agua residual en el efluente

Condición	Temperatura (°C)	Eficiencia (%)	Concentración de DBO (mg/l)
Mes frío	15.5	79.18	54.96
Mes cálido	22.1	85.54	38.17

Por lo tanto, el agua residual tratada cumple con la normatividad ambiental vigente, particularmente con la NOM-001-SEMARNAT-1996, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

Para el caso particular de este proyecto, el cuerpo receptor en donde se pretende realizar la descarga del agua tratada de la PTAR de la localidad de Tlaquilpa, corresponde a un arroyo que se ubica a unos 25 m de la planta de tratamiento. Este arroyo es tributario del río Apatlahuaya, que a su vez es afluente del río Tonto.

En virtud de que el río Apatlahuaya, no se encuentra incluido dentro de la clasificación de cuerpos receptores que se establecen en el artículo 278-A de la Ley Federal de Derechos, el criterio tomado para dicha clasificación, consistió en considerar que el punto de descarga es el río Tonto.

De acuerdo al artículo anteriormente referido, el río Tonto se clasifica como cuerpo receptor tipo “B” es decir, uso público urbano, cuyos límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales,

están contemplados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

En el Cuadro 2.10 se muestran los límites máximos permisibles para este tipo de cuerpo receptor. En este cuadro se puede observar que el valor permisible para la DBO es de 75 y 150 mg/L como promedio mensual y diario, respectivamente.

Cuadro 2.10 Límites máximos permisibles

Parámetro	Valor de la NOM-001-SEMARNAT-1996 para cuerpos de agua tipo B	
	P.M.	P.D.
Físico - químicos		
Concentración de DBO, mg/l	75	150
Concentración de SST, mg/l	75	125
Concentración N total, mg/l	40	60
Concentración P total, mg/l	20	30
Concentración de grasas y aceites, mg/l	15	25
Temperatura promedio del agua, °C	40	40
Metales pesados y cianuros		
Cianuros, mg/L	1.0	2.0
Arsénico, mg/L	0.1	0.2
Cadmio, mg/L	0.1	0.2
Cobre, mg/L	4.0	6.0
Cromo Total, mg/L	0.5	1.0
Mercurio, mg/L	0.005	0.01
Níquel, mg/L	2	4
Plomo, mg/L	0.2	0.4
Zinc, mg/L	10	20
Microbiológicos		
Coliformes Fecales, NMP/100 mL	240	N.D.
Coliformes Totales, NMP/100 mL	N.D.	N.D.

Fuente: NOM-001-SEMARNAT-1996

N.D. No disponible.

Por lo anterior, se concluye que la concentración máxima esperada del agua tratada por la planta, no rebasará los límites permisibles, establecidos en la NOM anteriormente referida.

- Destino final del efluente tratado y sitios de descarga o destino de la misma

El cuerpo receptor en donde se pretende realizar la descarga del agua tratada de la PTAR de la localidad de Tlaquilpa, corresponde a un arroyo que se ubica a unos 25 m del sitio del proyecto. Este arroyo descarga a su vez al río Apatlahuaya, que es afluente del río Tonto.

- Actividades aguas abajo de los puntos en donde se llevará a cabo la descarga

La descarga de la planta se realizará al arroyo que es afluente del río Apatlahuaya, el cual a su vez es afluente del río Tonto. De acuerdo al artículo 278-A de la Ley Federal de Derechos, el río Tonto se clasifica como cuerpo receptor tipo “B” es decir, uso público urbano, que se define según la NOM-001-SEMARNAT-1996 como la utilización de agua nacional para centros de población o asentamientos humanos, destinada para el uso y consumo humano, previa potabilización. En el cuadro 2.11 se muestran los usos del agua de la cuenca del río Tonto.

Cuadro 2.11 Usos del agua de la cuenca del río Tonto

Usos del agua	Miles de m ³
Agua potable	14.81
Industria	0.55
Agricultura	7.38
Otros	0.06

Fuente: Consejo del Sistema Veracruzano del Agua

- Características esperadas de los lodos de la planta de tratamiento

Debido a que el tiempo de retención celular dentro de los reactores anaerobios es elevado (del orden de 50 a 100 días), los lodos que se extraigan de ellos, se encuentran estabilizados, por lo cual únicamente es necesario un proceso de deshidratación en el cual se elimine el exceso de agua para facilitar su manejo hasta el sitio de disposición final.

- Alternativas de reuso

Debido a que las características del agua tratada cumplirán con lo establecido en la normatividad ambiental vigente, ésta puede ser utilizada para el riego agrícola,

en virtud de que en las inmediaciones del sitio del proyecto se encuentran cultivos de maíz.

En cuanto a los lodos producidos por la planta, como se ha mencionado anteriormente, se encuentran estabilizados, lo cual significa que no contienen microorganismos patógenos y no presentan malos olores. Por esta razón únicamente se requiere su deshidratación para facilitar su manejo. Una vez deshidratados, los lodos pueden ser utilizados como mejoradores de suelo en actividades agrícolas o en áreas verdes, sin que esto represente un problema de salud pública.

- Volúmenes estimados de agua tratada y descargada

El gasto medio de agua residual tratada es de 0.92 lps, lo que equivale a 29,013.12 m³/año y será el mismo gasto de agua que se descargará al arroyo.

- Capacidad máxima de tratamiento

La capacidad máxima de tratamiento equivale al gasto medio de 0.92 lps, para una proyección de 10 años.

- Control de olores

Por los procesos de digestión anaerobia del tratamiento del agua residual, se generará biogás que está compuesto principalmente de metano y bióxido de carbono. El biogás se captará por medio de tuberías de polietileno de alta densidad de 6" de diámetro, que se instalarán en la parte superior de los reactores y se conducirán a una columna que contiene carbón activado y limaduras de hierro, para remover los malos olores de dicho biogás y posteriormente descargarlo a la atmósfera.

- Cantidad de gas cloro a emplear

Para el caso particular de este proyecto se utilizará cloro en forma granular para realizar la desinfección del agua. Se estima que se requerirán de 4.77 kg por mes, para un gasto medio de 0.92 lps y una dosis de 2 mg/L.

II.2.1 Programa general del trabajo

El proyecto de construcción de la PTAR, tiene contemplada la realización de tres etapas:

- 1) Preparación de sitio, la cual considera las actividades de a) Uso de maquinaria, equipo y camiones de volteo, b) Desmonte y despalme, c) Excavaciones y d) Carga y acarreo de material. Esta etapa pretende llevarse a cabo en un periodo de 4 semanas.
- 2) Construcción, que incluye: a) Uso de equipo y camiones de volteo, b) Construcción de estructuras, c) Rellenos compactados, d) Carga y acarreo de material y e) Plantación de áreas verdes. Esta etapa se llevará a cabo en un tiempo de 2 meses.
- 3) Operación y mantenimiento, que contempla las actividades de a) Arranque de la planta, b) Operación de la planta, c) Mantenimiento de la planta y d) Uso de áreas verdes. Esta etapa fue proyectada para tener una duración de 10 años. La operación de la planta iniciará en cuanto hayan finalizado las etapas de preparación del sitio y construcción.

En el cuadro 2.12 se muestra el programa calendarizado que contiene las diferentes etapas del proyecto con sus respectivas actividades. Así mismo, proporciona la información de la duración de cada una de las actividades mencionadas.

II.2.2 Preparación del sitio

Las actividades que contempla el proyecto en la etapa de preparación del sitio, se muestran en el Cuadro 2.13.

La descripción de cada una de estas actividades, se define a continuación:

USO DE EQUIPO, MAQUINARIA Y CAMIONES DE VOLTEO

Durante la etapa de preparación del sitio, se utilizará equipo consistente en una motosierra, para derribar los árboles que no puedan ser replantados. También se utilizará maquinaria consistente en una retroexcavadora, requerida para realizar las actividades de desmonte, despalme y excavaciones. Se utilizarán camiones de volteo para el acarreo de material producto del desmonte, despalme y producto de las excavaciones.

Cuadro 2.12 Diagrama de Gantt. Programa calendarizado de etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la PTAR para la localidad de Tlaquilpa, en el municipio de Tlaquilpa, Ver.

Actividad	Meses			Del 1º al año 10
	1	2	3	
Etapas de preparación del sitio				
Uso de maquinaria, equipo y camiones de volteo	■			
Desmonte y despalme	■			
Excavaciones	■			
Carga y acarreo de material	■			
Etapas de construcción				
Uso de equipo y camiones de volteo		■	■	
Construcción de estructuras		■	■	
Rellenos compactados			■	
Carga y acarreo de material			■	
Plantación de áreas verdes			■	
Etapas de operación y mantenimiento				
Arranque de la planta				■
Operación de la planta				■
Mantenimiento de la planta				■
Uso de áreas verdes				■

Cuadro 2.13 Actividades de la etapa de preparación del sitio

Actividad
Uso de maquinaria, equipo y camiones de volteo
Desmonte y despalme
Excavaciones
Carga y acarreo de material

DESMONTE Y DESPALME

El desmonte se refiere a la remoción de la vegetación existente en el predio. En el caso particular del sitio del proyecto, la vegetación está representada por un total de 40 a 50 pinos y la mayoría de estos árboles que se encuentran en el predio donde se construirá la planta de tratamiento no se verán afectados Sin embargo, aquellos que se encuentren en la zona de afectación directa serán replantados. En

caso de que no sea posible su replantación se derribarán con el uso de una motosierra.

El despalme considera la remoción de la capa superficial de terreno natural que presenta un espesor de 20 cm, que corresponde al horizonte "A" del suelo, consistente en materia orgánica vegetal que no es aprovechable y que además, es inadecuada para construcciones de todo tipo.

EXCAVACIONES

Esta actividad comprende realizar las excavaciones para el despalme de las estructuras y consisten en la remoción y extracción de material del horizonte "B" del suelo efectuadas de acuerdo a lo especificado en el proyecto, que se ejecutan a cielo abierto en el terreno natural. Esta actividad se realizará a mano y con el uso de maquinaria pesada consistente en una retroexcavadora.

El material producto de las excavaciones, se acamellonará para su posterior uso en el relleno adyacente de las estructuras

CARGA Y ACARREO DE MATERIAL

El material producto de excavación que no se utilice para rellenos, así como aquel material producido por el desmonte y despalme del terreno, se cargará y transportará al sitio o banco de desperdicios, en camiones de volteo con cajas cerradas y protegidos con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen, lo más pronto posible.

El transporte y disposición de los residuos se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Durante la etapa de preparación del sitio, no es necesaria la realización de obras o actividades provisionales, como el caso de la apertura o la rehabilitación de algún camino de acceso, ya que existen caminos que se encuentran en buenas condiciones de servicio para llegar al sitio del proyecto

II.2.4 Etapa de construcción

Las actividades que contempla el proyecto en la etapa de construcción, se muestran en el Cuadro 2.14.

Cuadro 2.14 Actividades de la etapa de construcción

Actividad
Uso de equipo y camiones de volteo
Construcción de estructuras
Rellenos compactados
Carga y acarreo de material
Plantación de áreas verdes

A continuación se hace una breve descripción de las actividades que integran la etapa de construcción.

USO DE EQUIPO Y CAMIONES DE VOLTEO

Durante la etapa de construcción se utilizarán revolvedoras y vibradores para el colado del concreto de las estructuras de la PTAR, además de un vibrocompactador para realizar las compactaciones de los rellenos. En tanto que los camiones se utilizarán para el acarreo de material de banco requerido para los rellenos y en general, para el acarreo de materiales utilizados para la construcción de estructuras.

CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS

De acuerdo a los resultados de mecánica de suelos, la cimentación propuesta para el desplante de los reactores, consiste en losas de cimentación con contratraves de concreto reforzado.

Las estructuras para la planta de tratamiento, serán de concreto armado, con impermeabilizante integral para evitar filtraciones al subsuelo, específicamente el pretratamiento, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio de flujo ascendente, lechos de secado y tanque de contacto de cloro.

RELLENOS COMPACTADOS

Al término de la construcción de las estructuras, se deberán rellenar los sitios que sirvieron para el desplante y cimbrado de las mismas, con material producto de excavación y de banco que deberá ser compactado, de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

CARGA Y ACARREO DE MATERIAL

Esta actividad consiste en la carga y transporte del material de banco desde el lugar de extracción hasta el sitio del proyecto, según lo indique el proyecto.

Los vehículos que se utilizan para los acarreos son los camiones de volteo, por ser adecuados para transportar el tipo de material de que se trate, en cantidad suficiente para acarrear el volumen establecido en el programa.

PLANTACIÓN DE ÁREAS VERDES

Como una medida de compensación, se pretende sembrar árboles de Piñón y Árbol del Perú, en una superficie de 759.32 m², dentro del predio destinado para la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales. Esta actividad se llevará a cabo con 1 persona, en un periodo de 15 días.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

En el Cuadro 2.15 se muestran las actividades por desarrollar durante la etapa de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Cuadro 2.15 Actividades de la etapa de operación y mantenimiento

Actividad
Arranque de la planta
Operación de la planta
Mantenimiento de la planta
Uso de áreas verdes

El arranque de la planta está previsto que se lleve a cabo en un periodo de 3 meses, después de que se concluyan los trabajos de construcción de la obra.

La operación y mantenimiento de la planta, así como el uso de áreas verdes, se realizará una vez que se concluya con el arranque de la planta.

Las actividades de arranque, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, se encuentran descritas en el Manual de Operación y Mantenimiento, incluido en el anexo VIII.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

El proyecto de la planta de tratamiento considera como obra asociada, el sistema de alcantarillado sanitario.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

Debido a que algunos elementos funcionales que se instalen en la PTAR, pueden ser reemplazados una vez que termine su vida útil y a la posibilidad de realizar ampliaciones posteriores, no se considera etapa de abandono.

II.2.8 Utilización de explosivos

No se requerirá del uso de explosivos en ninguna de las etapas del proyecto.

II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Los residuos generados en las distintas etapas consideradas en el proyecto, así como su manejo y disposición, se muestran en el Cuadro 2.16.

Cuadro 2.16 Generación, manejo y disposición de residuos

Residuo		Etapa de generación	Lugar de generación	Manejo	Disposición final
Sólidos	Sólidos gruesos	Pretratamiento	Cribado	Limpieza manual y almacenaje en contenedor temporal	Servicio de limpia pública para ser trasladado al sitio de disposición final.
	Arenas y partículas menores a 2 mm	Pretratamiento	Desarenación	Se recolectan en el fondo de las cajas desarenadoras; son purgados manualmente y almacenados temporalmente en un contenedor.	Servicio de limpia pública para ser trasladado al sitio de disposición final.

Cuadro 2.16 Generación, manejo y disposición de residuos (continuación)

Residuo		Etapa de generación	Lugar de generación	Manejo	Disposición final
Sólidos	Lodos al 1%	Tratamiento secundario o biológico	Reactores anaerobios	Se extraen en el fondo de los reactores. No requieren estabilización.	Se envían a lechos de secado.
	Lodos al 20%	Tratamiento de lodos	Lechos de secado	Se elimina el exceso de agua presente en los lodos, hasta alcanzar una concentración del 20%.	La disposición final considera su uso como mejorador de suelos.
Líquidos	Agua residual tratada	Tratamiento terciario	Tanque de contacto de cloro	Se eliminan los organismos patógenos presentes en el agua que pudieran haber subsistido al proceso biológico.	Arroyo que es tributario del río Apatlahuaya que a su vez es afluente del río Tonto clasificado como cuerpo receptor tipo B.
Gases Gases	Emisión de bióxido de carbono a la atmósfera	Tratamiento secundario o biológico	Reactores anaerobios	Por los procesos inherentes de degradación anaerobia de la materia orgánica presente en el agua residual, se genera bióxido de carbono.	Se capta por medio de tuberías que lo conducen hasta un filtro de carbón activado y limaduras de hierro, para después ser liberado a la atmósfera.
	Emisión de metano y ácido sulfhídrico a la atmósfera	Tratamiento secundario o biológico	Reactores anaerobios	Por los procesos inherentes de degradación anaerobia de la materia orgánica presente en el agua residual, se genera metano y ácido sulfhídrico.	Se capta por medio de tuberías que lo conducen hasta un filtro de carbón activado y limaduras de hierro, para después ser liberado a la atmósfera.

II.2.10 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

En la última columna del Cuadro 2.17, se ilustra la disposición final de los residuos generados por la planta de tratamiento. Es conveniente mencionar que para el transporte de los residuos sólidos inertes, se requerirá de un camión para trasladarlos al sitio de disposición final.

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

III.1 LEYES APLICABLES AL PROYECTO

III.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en su artículo No.1 legitima a todo mexicano el goce de las garantías que ella otorga, las cuales no podrán restringirse ni suspenderse; para el caso, en el Título Quinto “De los Estados de la Federación y el Distrito Federal”, en el inciso a) de la fracción III del artículo 115, se estipula que “... *Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: Agua potable, drenaje, alcantarillado, **tratamiento y disposición de sus aguas residuales...***”

La Constitución, establece lineamientos sobre las facultades de los gobiernos con relación a la planeación del desarrollo urbano: El artículo 26 de la Constitución menciona que “...*confiere al Ejecutivo Federal las facultades para llevar a cabo la planeación económica nacional, mediante un Plan Nacional de Desarrollo para inducir y concertar con los particulares las acciones a realizar para su elaboración y ejecución...*”. Debido a que este Plan puede ser considerado como un instrumento de Gestión Ambiental, es necesario su análisis y referencia al momento de justificar la realización de una obra pública que busca alcanzar los objetivos de dicho Plan.

III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Esta Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente en el territorio nacional.

De acuerdo al artículo 28 de esta Ley, la evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 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.

De la misma forma, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades comprendidas dentro de este artículo, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de esta Secretaría, siendo que en el inciso I de este artículo, se indica a las obras hidráulicas.

III.1.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

En el caso del reglamento en materia de impacto ambiental de la LGEEPA, en el artículo 5 se establece que quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se encuentran incluidas en este artículo, requerirán previamente la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental.

En el inciso a de este artículo, se especifican el tipo de obras, que corresponde a las hidráulicas y en el punto VI, quedan incluidas las plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales.

III.1.4 Ley de Aguas Nacionales

La Ley de Aguas Nacionales, en el título VI “Usos del Agua”, establece que corresponde al municipio, al estado, así como a los organismos o empresas que presten el servicio de agua potable y alcantarillado, **el tratamiento de las aguas residuales de uso público urbano**, previa a su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, conforme a las Normas Oficiales Mexicanas respectivas.

III.1.5 Ley General de Salud

La Ley General de Salud establece en el artículo 65 del Capítulo V concerniente a la “Atención Materno-Infantil” del Título Tercero “Prestación de los Servicios de Salud, que “ *Las autoridades sanitarias, educativas y laborales, en sus respectivos ámbitos de competencia, apoyarán y fomentarán...Acciones relacionadas con...accesos al agua potable y medios necesarios de eliminación de excretas...*”

III.1.6 Constitución Política del Estado de Veracruz - Llave

La Constitución Política Estatal confiere al gobierno del Estado de Veracruz, las facultades para adecuar su legislación a las necesidades del desarrollo planeado de la economía y sociedad.

Además estipula que los Ayuntamientos, conforme a las leyes, estarán facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia y en la formulación y aplicación de programas de desarrollo regional.

En el inciso X del Título Tercero del Capítulo I del artículo 71, "Del municipio" en el, relativo a las Leyes reglamentarias municipales, menciona en el, "*Los Municipios, con el concurso del Estado, cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los siguientes servicios públicos:*

- a).- *Agua potable y alcantarillado;*
- b).- *Alumbrado público;*
- c).- *Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos;*
- d).- *Mercados y centrales de abasto;*
- e).- *Panteones;*
- f).- *Rastros;*
- g).- *Construcción y mantenimiento de calles, parques y jardines;*
- h).- *Seguridad pública, policía preventiva municipal, protección civil y tránsito;*
- i).- *Salud pública municipal; y*
- k).- *Los demás que el Congreso del Estado determine según las condiciones territoriales, socioeconómicas y la capacidad administrativa y financiera de los municipios."*

III.1.7 Ley de Aguas del Estado de Veracruz - Llave

Esta Ley tiene por objeto reglamentar el artículo 9 de la Constitución Política del Estado, en materia de aguas de jurisdicción estatal, así como establecer las bases de coordinación entre los Ayuntamientos y el Ejecutivo del Estado.

III.1.8 Ley Orgánica del Municipio Libre

El Municipio que es la célula soberana de los Estados de la Federación, recibe de la Carta Magna a través de la Ley Orgánica del Municipio Libre en el Capítulo III “De las Atribuciones del Ayuntamiento”, en el inciso a de la fracción XXV del artículo 35, dice “...*el ayuntamiento tiene a su cargo los servicios públicos municipales de agua potable, drenaje, alcantarillado y **tratamiento de aguas residuales**...*”.

III.2 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2007-2012

El Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, establece una estrategia clara y viable para avanzar en la transformación de México sobre bases sólidas, realistas y sobre todo, responsables.

Está estructurado en cinco ejes rectores, destacando el de “Sustentabilidad Ambiental”, que se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera tal que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras. En el punto 4.1 que se refiere al agua, se menciona que los problemas asociados con el suministro, drenaje y **tratamiento de las aguas**, así como el impacto que estos tienen en la vida nacional, hacen necesaria una gestión que tome en cuenta los intereses de todos los involucrados y favorezca su organización.

También se afirma que el manejo inadecuado de los recursos hídricos ha generado problemas, como la proliferación de enfermedades por falta de agua potable o por su contaminación.

En 2005, la cobertura nacional de agua potable fue de 89.2%, mientras que la de alcantarillado fue de 85.6%. La cobertura de estos servicios en el medio rural es menor, siendo que para el año 2005 alcanzó 71.5% en agua potable y 58.1% en alcantarillado. Por lo anterior, es evidente que el abatimiento del rezago existente en materia de infraestructura para el suministro de agua potable, el establecimiento de los servicios de drenaje y alcantarillado, y el **tratamiento de aguas residuales**, constituyen uno de los grandes retos que enfrentará México en los próximos años.

Ante esta situación, uno de los objetivos para el actual gobierno es incrementar la cobertura de servicios de agua potable y saneamiento en el país, para lo cual se tiene como estrategia promover el desarrollo de la infraestructura necesaria para

atender las necesidades existentes de agua potable y saneamiento. Otro objetivo es alcanzar un manejo integral y sustentable del agua, para lo cual se pretende implementar una política integral de reducción de volúmenes de aguas contaminadas y de tratamiento de aguas residuales para alcanzar el tratamiento del 60% de ellas al final del sexenio.

III.3 PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO 2005-2010

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2005 - 2010, es una guía de las acciones del gobierno para cumplir con la ley, atender los compromisos adquiridos con la sociedad y satisfacer las propuestas y demandas de los veracruzanos. Para integrar el Plan se consideraron principalmente las propuestas formuladas en los Foros de Consulta Ciudadana. En conjunto, dichas propuestas permitieron identificar fortalezas y debilidades.

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2005 - 2010 representa un importante esfuerzo de continuidad en algunos proyectos, y de impulso a otros nuevos, y se parte de un análisis de las debilidades y riesgos del Estado, así como de sus fortalezas y oportunidades, para lograr un crecimiento que se traduzca en desarrollo sustentable.

En el capítulo VI “Desarrollo Urbano y Regional”, indica que éste descansa en tres ejes: ordenamiento territorial, desarrollo de infraestructura hidráulica e impulso al equipamiento urbano y a la vivienda. En cuanto al desarrollo de la infraestructura hidráulica, el diagnóstico establece que en el estado de Veracruz la dispersión de la población en Veracruz implica problemas para dotar de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a los habitantes.

En zonas rurales habitan 2.88 millones de personas en 21,757 localidades menores de 2,500 habitantes, con una cobertura promedio de agua potable de 44%. Para el Estado, en su conjunto, la cobertura de agua potable es de sólo el 66%, que se compara muy desfavorablemente con el promedio nacional de 84%. Esto implica que Veracruz ocupa el lugar 30 entre las entidades federativas del país en materia de cobertura de agua potable y el 24 en cobertura de drenaje.

Por otra parte, se tiene una capacidad instalada de tratamiento de agua de 174.7 Mm³, pero sólo 28.5% de las mismas se encuentra en operación, por lo que la cobertura de saneamiento es de sólo el 11.4%, ocupando el lugar 31 a nivel nacional.

No hay duda, Veracruz presenta un rezago sustancial en la prestación de servicios de tratamiento de aguas residuales, por lo cual dentro de los objetivos de este capítulo, además de mencionar que el agua es un bien escaso, inclusive en Veracruz, destaca, abatir la marginalidad, por medio de una mejor infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento que resulte de un programa amplio de inversiones (federales, estatales y municipales) en el sector, complementado con inversiones del sector privado.

Por lo anterior, entre las estrategias sobresalientes del Plan Veracruzano de Desarrollo se encuentran, incrementar la cobertura de servicio de alcantarillado para 2010 de 36% a 65% y fortalecer los organismos prestadores de servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Dentro de los objetivos contemplados en este Plan, correspondiente al capítulo VII, relativo a Medio Ambiente, se menciona: *“...Articular las acciones de protección al medio ambiente, que permitan un acelerado desarrollo de Veracruz en términos sostenidos y sustentables...”*. En este mismo capítulo, en la sección VII.4.7, relativa al Manejo de Desechos Líquidos, se establece: *“...es prioritario tratar las aguas residuales domésticas de las ciudades, especialmente en las comunidades con menos de 50,000 habitantes sobre las que se tienen pocos o débiles controles...”*. Además en el Capítulo X relativo a la Salud Para Todos los Veracruzanos, particularmente en el punto X.4, Acciones Prioritarias, se menciona que se deberá proteger a la población contra riesgos sanitarios.

III.4 PROGRAMA DE DESARROLLO REGIONAL DE LAS GRANDES MONTAÑAS 1999-2004

El Programa de Desarrollo Regional de las Grandes Montañas, abarca los municipios de Amatlán de los Reyes, Atoyac, Córdoba, Fortín, Huatusco, Ixhuatlán del Café, Naranja, Nogales, Omealca, Orizaba, Río Blanco, Tepatlaxco, Tequila, Tezonapa, Tierra Blanca, **Tlaquilpa**, Zentla, Zongolica, entre otros.

En la sección 2.7 relativa al diagnóstico por subregiones, se establece que el municipio de Tlaquilpa se encuentra ubicado en la subregión de Zongolica y afirma que en cuanto a servicios urbanos, en esta subregión se requiere de plantas de tratamiento de aguas negras ya que los ríos como el Tlilapan, se están afectando por las descargas urbanas e industriales a los ríos sin ningún tratamiento, así como el establecimiento en la región de industrias del café, caña de azúcar y maquila que emplean procesos tradicionales altamente contaminantes.

Entre las estrategias regionales más importantes en cuanto a recursos hidráulicos que se mencionan en el punto 3.1.2, se encuentra el cumplimiento de las normas ecológicas para descargas de aguas residuales y consolidación de la vigilancia ambiental por CONAGUA, además de dar tratamiento en su totalidad a las aguas residuales, a través de la construcción de plantas de tratamiento, cuyo caudal es preciso que se oriente a la recuperación extensiva de las actividades agrícolas.

En el punto 3.1.3 se establecen las estrategias ambientales por subregión en cuanto a centros urbanos, que incluyen instrumentar un Programa de Manejo de Residuos Líquidos por parte de las industrias existentes en la zona, a fin de que sus efluentes cumplan con las condiciones particulares de descarga establecidos en la normatividad existente, realizar la construcción de plantas de tratamiento que atiendan las demandas de la población y garantizar en la operación de las plantas de tratamiento de aguas negras alternativas que el efluente cumpla con las especificaciones de calidad de agua adecuada para la vida silvestre y recreación.

III.5 NORMAS APLICABLES AL PROYECTO

Norma Oficial Mexicana **NOM-001-SEMARNAT-1996**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales.

Norma Oficial Mexicana **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.

Norma Oficial Mexicana **NOM-003-SEMARNAT-1997**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público.

Norma Oficial Mexicana **NOM-004-SEMARNAT-2002**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para el aprovechamiento y disposición final de lodos y biosólidos.

Norma Oficial Mexicana **NOM-041-SEMARNAT-1999**, que establece los parámetros máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de escapes de vehículos en circulación a gasolina.

Norma Oficial Mexicana **NOM-045-SEMARNAT-1996**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos

automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

Norma Oficial Mexicana **NOM-044-SEMARNAT-1993**, que establece los niveles máximos de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3857 kg.

Norma Oficial Mexicana **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.

Norma Oficial Mexicana **NOM-081-SEMARNAT-1994**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT-2001**, 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.

III.6 GESTIÓN REALIZADA PARA EL USO DEL SUELO

Se cuenta con la Anuencia Municipal para la construcción de la planta de tratamiento, cuya copia se muestra en el Anexo IX.

Así mismo el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa deberá gestionar el permiso de descarga de las aguas tratadas.

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

IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Tlaquilpa se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz y colinda al norte con Xoxocotla y Atlahuilco, al este con Los Reyes, al sur con Astacinga y al oeste con el estado de Puebla. Este municipio tiene una superficie de 58.40 km², cifra que representa el 0.08% de la superficie del estado. Sus coordenadas geográficas son: latitud norte 18° 36' 29", longitud oeste 97° 07' 00", a una altura de 2, 340 msnm.

La localidad en donde se pretende realizar el proyecto es Tlaquilpa, que se ubica en las coordenadas geográficas: 18° 36' 37" de latitud norte y los 97° 07' 00" de longitud oeste, a una altura de 2,360 msnm. En la figura 4.1 se muestra la localización de Tlaquilpa.

Figura 4.1 Ubicación de la localidad en estudio



a) Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociados y provisionales, sitios para la disposición de desechos.

El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la PTAR, que se pretende ubicar en un predio cuyas coordenadas geográficas son: 18° 36' 39" de latitud norte y 97° 07' 06" de longitud oeste del municipio de Tlaquilpa, estado de Veracruz.

El predio fue adquirido por el H. Ayuntamiento del municipio de Tlaquilpa, y cuenta con una superficie total de 1,000 m² y se ubica a una distancia de 400 m de la localidad de Tlaquilpa.

La superficie para las obras permanentes es de 240.68 m² y considera la superficie que ocupan estructuras y las vialidades, lo que corresponde al 24.07 % del total del predio y el 75.93 % restante, será destinado para áreas verdes.

Las etapas que considera el proyecto son: 1) Preparación del sitio, c) Construcción y 3) Operación y mantenimiento.

La etapa de preparación del sitio considera las siguientes actividades: a) Uso de maquinaria, equipo y camiones de volteo, b) Desmonte y despalme, c) Excavaciones y d) Carga y acarreo de material.

La etapa de construcción, incluye: a) Uso de equipo y camiones de volteo, b) Construcción de estructuras, c) Rellenos compactados, d) Carga y acarreo de material y e) Plantación de áreas verdes.

Finalmente, la etapa de operación y mantenimiento, contempla las actividades de a) Arranque de la planta, b) Operación de la planta, c) Mantenimiento de la planta y d) Uso de áreas verdes.

El proyecto de construcción de la PTAR considera los siguientes elementos: pretratamiento, caja para dar carga, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio de flujo ascendente, filtro de carbón activado, lechos de secado y sistema de desinfección.

El sistema de pretratamiento, durante la operación de cribado tiene como función la de remover los sólidos gruesos como trapos, troncos, piedras, etc.. Durante la operación de desarenación, se remueven, arenas y otros materiales inertes de aproximadamente 2 mm de diámetro, con el objetivo de evitar que lleguen al

proceso biológico y que dañen las tuberías. Una vez que sean removidos estos componentes, el agua residual se conduce a una caja para enviarla a su vez al proceso biológico.

El proceso biológico o secundario de tratamiento de las aguas residuales, consiste en un sistema de digestión anaerobia, en el que se coagulan y remueven los sólidos coloidales no sedimentables y se estabiliza la materia orgánica. La remoción de la DBO, la coagulación de sólidos coloidales no sedimentables y estabilización de la materia orgánica, se llevan a cabo mediante la actividad de microorganismos constituidos por bacterias, las cuales convierten la materia orgánica carbonosa disuelta y coloidal en diversos gases, materia celular y agua.

Para el tratamiento biológico de las aguas residuales y la disminución de la DBO, en este proyecto se considera la instalación de un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), acoplado a un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA).

Una vez que el agua se trata biológicamente mediante el proceso anaerobio, se procede a la desinfección. La desinfección de las aguas consiste en la eliminación de los organismos presentes en las aguas que pueden producir enfermedades. Este proceso se realiza en un tanque de contacto a través de la aplicación de soluciones de hipoclorito de sodio o de calcio, con una dosis de 2 mg/L.

Los lodos digeridos y que se generaron en los reactores RAFA y FAFA, deben deshidratarse antes de su disposición final, de manera que el producto sea fácilmente manejable, mediante el uso de lechos de secado, donde permanecerán alrededor de 15 días para su deshidratación.

b) Factores sociales (poblados cercanos).

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Tlaquilpa, en las inmediaciones de la localidad del mismo nombre. Los predios colindantes corresponden a cultivos agrícolas.

Cabe destacar que las localidades de Las Canoas, Vista Hermosa, Lomagtipa, Atempa y Tlaltenango, pertenecientes al municipio de Tlaquilpa, que cuentan con una población de 56, 371, 60, 16 y 124 habitantes respectivamente, según el II Censo de Población y Vivienda 2005, se encuentran ubicadas cerca de la localidad de Tlaquilpa.

c) Rasgos geomorfoedafológicos, hidrográficos, meteorológicos, tipos de vegetación, entre otros.

El clima dominante en el municipio de Tlaquilpa es C(m)(w) que corresponde a templado húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la anual.

Las temperaturas máxima, media y mínima reportada por la estación meteorológica de Orizaba al año 2006 son de 22.2°C, 18.5°C y 15.5 °C respectivamente. La precipitación anual reportada fue de 2,115.5 mm, con una precipitación máxima de 395.5 mm en el mes de julio y la mínima de 34.5 mm en el mes de febrero.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la Provincia del Eje Neovolcánico y a la Subprovincia de las Sierras Orientales. Esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz; Oaxaca. La parte norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en ella dominan las rocas calcáreas del Cretácico que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental. Presenta rasgos de carso en su lado occidental, sin embargo afloran esquistos asociados con aluviones antiguos. Sus cumbres en general exceden los 2,000 msnm.

En el sitio de proyecto se encuentra suelo de tipo Luvisol (Lc+E+1/3), en el cual predomina el suelo tipo Crómico (Lc) y como suelo secundario se encuentra la Rendzina (E). La textura en los primeros 30 cm es fina. La fase física del suelo es lítica.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la región hidrológica RH28, denominada Papaloapan. Las cuencas que pertenecen a esta región hidrológica son la del río Papaloapan, río Jamapa y otros. El municipio se encuentra en la cuenca del río Papaloapan y en la subcuenca del río Petlapa.

La vegetación presente en el sitio de proyecto es un bosque de coníferas alterado por actividades humanas que ha sido reforestado con especies de este tipo de ecosistema. En los predios colindantes existen cultivos agrícolas de maíz principalmente y vegetación típica del bosque de coníferas.

d) Tipo, características, distribución, uniformidad y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas)

Se hizo un recorrido donde se pretende construir el proyecto de la PTAR, en donde se identificaron las especies que se encuentran en las inmediaciones del sitio y que son características del bosque de coníferas, destacando: enebro (*Juniperus monticola*), oyamel (*Abies religiosa*), pinos (*Pinus spp.*), encinos (*Quercus spp.*), nopal (*Opuntia sp.*) y tencho (*Thillandsia spp.*). Este tipo de ecosistema se encuentra perturbado por los asentamientos humanos de Tlaquilpa y por las actividades agrícolas de la zona.

e) Usos de suelo permitidos por el Plan de Desarrollo Urbano o Plan Parcial de Desarrollo Urbano aplicable para la zona (si existen)

No existe Plan de Ordenamiento Urbano para el municipio de Tlaquilpa. No obstante, el Programa de Desarrollo que incluye al municipio de Tlaquilpa es el Programa de Desarrollo Regional de las Grandes Montañas, que a su vez está dividido en subregiones. El municipio de Tlaquilpa se encuentra en la Subregión de Zongolica.

En dicho programa se indica que en la región en estudio, el 44% de la superficie se encuentra bajo uso humano, es decir, se dedica a actividades agropecuarias, urbanas o de servicios, el área restante es de uso exclusivo para la preservación, gracias a que la mayoría de la población se asienta sobre las carreteras que atraviesan los angostos valles, que aún conservan parte de sus características naturales.

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

IV.2.1 Aspectos abióticos

a) CLIMA

Tipo de clima

El clima está definido en función de las condiciones atmosféricas, determinadas por la temperatura, la humedad, la presión y los vientos. Dos tipos de masas de aire dominan en el estado de Veracruz: *la tropical*, provocada por los vientos alisios asociada al semestre de lluvias (de junio a septiembre), caracterizada por sus cambios de dirección y rapidez, generadoras de la inestabilidad atmosférica y

nubes de desarrollo vertical, siendo las depresiones, tormentas y ciclones las consecuencias de esta circulación; y *la polar*, aparecida en el semestre de secas, a la cual se le conoce también como “norte”, que es la invasión de una masa de aire polar modificado a su paso por el territorio de los Estados Unidos, dentro del Golfo de México.

De acuerdo con la clasificación de CETENAL/UNAM, el clima del municipio de Tlaquilpa pertenece a los tipos C(m)(w) y C(w2)(w).

- **C(m)(w).** Es templado húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la anual. La localidad de Tlaquilpa presenta este tipo de clima.
- **C(w2)(w).** Este tipo de clima es templado subhúmedo con lluvias en verano, es el más húmedo de los templados subhúmedos, con un porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la anual, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y un cociente P/T (índice de humedad que resulta de dividir la precipitación total anual expresada en milímetros entre la temperatura media anual en °C) mayor a 55.

Temperatura

Para conocer la temperatura promedio anual correspondiente a la localidad de Tlaquilpa, se solicitó la información al Departamento de Meteorología de la Dirección Técnica del Organismo de Cuenca Golfo Centro de la Comisión Nacional del Agua.

El clima de la localidad de Tlaquilpa de acuerdo con la estación climatología correspondiente es de tipo semicálido, con una temperatura media anual de 18.5°C. En el cuadro 4.1, se presentan las temperaturas media anuales para los periodos en los que se tienen registros.

Cuadro 4.1 Temperatura media anual de acuerdo a la estación climatológica de Orizaba, Ver.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T.M.A
1980	14.0	14.2	18.1	18.2	21.9	19.5	19.0	19.0	18.8	16.8	14.4	13.9	17.3
1981	13.0	14.5	16.8	18.1	20.4	19.8	19.2	19.4	19.0	18.5	15.6	15.2	17.5
1982	15.5	16.3	18.3	20.3	20.1	20.6	19.0	18.6	18.8	17.7	16.5	15.9	18.1

Fuente: CONAGUA, Gerencial Regional Golfo-Centro, Estación meteorológica Orizaba, Ver.

Cuadro 4.1 Temperatura media anual de acuerdo a la estación climatológica de Orizaba, Ver. (continuación)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	T.M.A
1983	14.3	14.9	17.5	19.6	27.7	21.2	19.2	19.4	19.4	17.7	18.2	16.2	18.8
1984	13.9	14.4	17.1	21.0	20.1	20.1	18.6	18.4	18.5	19.0	16.1	15.3	17.7
1985	13.8	14.6	17.4	18.4	19.9	19.8	19.0	19.5	19.1	18.5	17.2	15.6	17.7
1986	12.7	17.3	16.6	20.0	20.2	20.1	19.0	19.4	19.2	17.0	17.4	15.7	17.9
1987	13.5	15.5	16.8	17.0	20.5	20.2	19.3	19.5	20.0	18.3	17.7	16.3	17.9
1988	14.5	15.0	16.8	20.5	20.1	19.8	19.9	19.8	19.7	17.8	s/d	15.1	18.1
1989	15.9	15.5	16.9	18.5	20.7	20.8	19.7	19.7	19.1	18.1	17.9	13.8	18.1
1990	15.2	16.8	16.7	19.3	21.3	20.1	19.2	19.4	19.5	18.6	16.7	15.2	18.2
1991	16.3	15.7	19.9	19.9	s/d	s/d	19.4	19.7	18.9	18.1	15.7	15.9	18.0
1992	15.1	15.3	17.9	19.2	18.9	21.1	19.4	19.3	19.0	18.6	17.5	17.0	18.2
1993	15.8	17.0	17.5	19.9	20.0	20.3	19.4	19.3	19.3	18.6	17.0	15.5	18.3
1994	15.1	16.4	18.0	19.9	20.7	20.4	19.9	20.1	19.4	20.1	18.1	16.7	18.7
1995	16.1	16.6	18.1	20.6	23.1	20.7	19.8	20.2	19.9	19.2	17.8	16.2	19.0
1996	14.4	16.0	17.1	19.8	21.0	20.2	20.0	19.6	20.9	19.1	16.4	15.7	18.4
1997	15.3	16.5	18.8	20.1	20.1	20.9	19.9	20.0	19.7	19.1	18.5	15.3	18.7
1998	16.3	18.1	18.2	20.7	22.9	22.9	20.3	20.5	20.8	19.4	18.3	15.9	19.5
1999	14.6	15.8	18.1	22.8	23.0	20.7	19.6	28.8	20.3	18.5	15.2	15.1	19.4
2000	14.7	15.8	19.6	20.0	20.9	19.7	19.7	19.4	19.7	18.0	18.1	14.7	18.4
2001	14.8	16.6	18.3	20.0	20.0	20.7	20.3	20.0	19.9	18.7	17.3	16.3	18.6
2002	14.7	15.0	18.8	20.6	21.1	20.6	20.3	20.3	20.5	20.1	16.6	16.3	18.7
2003	14.1	17.4	16.3	20.9	23.2	21.4	20.1	20.3	20.6	19.6	17.7	14.1	18.8
2004	16.7	17.0	18.7	19.5	21.1	21.6	21.0	23.1	21.0	20.5	18.0	15.8	19.5
2005	15.8	17.2	19.7	21.2	21.5	22.5	21.4	21.3	21.0	19.8	17.4	16.7	19.6
2006	16.1	17.0	19.2	21.5	21.6	20.7	20.3	20.9	21.2	20.9	17.3	19.1	19.6
Promedio	15.5	16.6	18.6	20.7	21.2	20.6	20.4	20.9	20.5	19.4	17.1	16.3	18.5

Fuente: CONAGUA, Gerencial Regional Golfo-Centro, Estación meteorológica Orizaba, Ver.

s/d: sin dato

TMA: Temperatura media anual

Precipitación y promedio anual

La precipitación anual promedio en milímetros reportados en el periodo 1925-2003 de la estación meteorológica de Orizaba, se ilustra en el cuadro 4.2.

Cuadro 4.2 Precipitación anual promedio en el periodo 1925-2003

Media	Precipitación (mm)
Enero	40.5
Febrero	34.5
Marzo	36.6
Abril	52.2
Mayo	122.0
Junio	351.0
Julio	395.5
Agosto	362.1
Septiembre	388.1
Octubre	199.9
Noviembre	85.2
Diciembre	48.0
Anual	2,115.5

Fuente: Fuente: CONAGUA, Gerencial Regional Golfo-Centro, Estación meteorológica Orizaba, Ver.

Fenómenos climatológicos

En el sitio del proyecto, según el Atlas de Riesgos para el Estado de Veracruz 2000, se presentan al año de 2 a 5 días con granizo, de 30 a 60 días con heladas, de 10 a 20 días de tormentas eléctricas y presenta un grado de peligro bajo en cuanto al viento para tormentas tropicales

b) GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Características litológicas del área

En el estado de Veracruz existen diferentes estructuras geológicas que para su estudio se agrupan en ocho provincias: Llanura Costera del Golfo Sur, Llanura Costera del Golfo Norte, Sierra Madre Oriental, Eje Neovolcánico, Los Tuxtlas, Sierra Madre del Sur, Sierra de Chiapas y Guatemala y Cordillera Centroamericana.

El municipio de Tlaquilpa se localiza en la Provincia del Eje Neovolcánico que se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de diversos tipos, acumulada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del Terciario y continúan hasta el presente.

Uno de los rasgos característicos es la franja de volcanes que se extienden de oeste a este, casi en línea recta, más o menos sobre el paralelo 19. Asimismo, integran a esta región grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudos y depósitos de ceniza, dispersos entre llanuras de extensión diversa. Existen también depresiones circulares de origen volcánico llamadas calderas.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la Subprovincia de las Sierras Orientales, esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz; Oaxaca. La parte norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en ella dominan las rocas calcáreas del Cretácico que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental. Presenta rasgos de carso en su lado occidental, sin embargo afloran esquistos asociados con aluviones antiguos. Sus cumbres en general exceden los 2,000 msnm.

De acuerdo con la carta geológica Orizaba E14-6 1:250 000 de INEGI, que se muestra en el anexo X, el área de estudio corresponde al periodo Mesozoico Cretácico Superior y presenta una unidad litológica Sedimentaria, con rocas calizas.

Características geomorfológicas

No se cuenta con información de la zona geomorfológica.

Características del relieve

De acuerdo con la cartografía digital del Sistema Clasificador del Relieve de México, la morfología característica del terreno de la región donde se ubica la localidad es de montaña.

De acuerdo con la información obtenida en campo, se registra que el relieve sobre el que está asentado el municipio es de tipo inclinado sobre pendiente.

Presencia de fallas y fracturamientos

No existen fallas ni fracturamientos en el área de estudio.

Susceptibilidad de la zona

SISMICIDAD

De acuerdo con el Atlas de Riesgos para el estado de Veracruz, el cual, para el análisis de esta variable utilizó parte del Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP), un proyecto de demostración del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales 1990-2000, la zona de estudio presenta un riesgo de sismo moderado, como se muestra en el Anexo XI.

En el municipio no se ha reportado la presencia de epicentros, de acuerdo con lo reportado en el mapa de epicentros editado por el Atlas de Riesgos para el estado de Veracruz, mostrado en el Anexo XII.

El sismo como fenómeno físico, no produce pérdida de vidas humanas ni daños materiales, sino su interacción con las construcciones vulnerables. Según las características estructurales de construcción, las casas no tienen el mismo comportamiento durante un sismo. Dentro de los efectos de los sismos tenemos el daño a los sistemas vitales, como lo son las carreteras, la red de agua y el alcantarillado sanitario.

DESLIZAMIENTOS

El mapa de hundimientos, deslaves y agrietamientos, publicado en el mismo Atlas de Riesgos para el estado de Veracruz, que se muestra en el Anexo XIII, cita que en el municipio no se presenta el riesgo de deslizamientos del suelo.

DERRUMBES

No se tienen registros de derrumbes presentados en la zona.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

De acuerdo con el Atlas de Riesgos para el estado de Veracruz, la zona de estudio no cuenta con información sobre riesgos geomorfológicos, como se muestra en el Anexo XIV.

c) SUELOS

Tipos de suelo

En el sitio de proyecto, de acuerdo con la carta edafológica de INEGI mostrada en el Anexo XV, se encuentra suelo de tipo Luvisol (Lc+E+1/3), en el cual predomina el suelo tipo Crómico (Lc) y como suelo secundario se encuentra la Rendzina (E). La textura en los primeros 30 cm es fina. La fase física del suelo es lítica.

Los luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos, pero con una estación seca y otra húmeda.

De acuerdo con el punto de control más cercano (33), la profundidad del suelo es de 72 cm. El estudio para horizonte revela que el horizonte "A" tiene un espesor de 16 cm, la reacción al aplicar HCl/NaF es nula. La estructura del horizonte "A" presenta forma de bloques subangulares, tamaño grueso y desarrollo moderado; el color del suelo húmedo es 10YR3/1; la denominación del horizonte es Óxico. El horizonte "B" tiene un espesor de 56 cm, la reacción al aplicar HCl/NaF es nula. La estructura del horizonte "B" presenta forma de bloques subangulares, tamaño grueso y desarrollo moderado. El horizonte "C" no presenta análisis. El drenaje interno presenta una alta capacidad.

Capacidad de saturación y absorción

Cuando el drenaje interno es adecuado, los luvisoles presentan una gran potencialidad para un gran número de cultivos a causa de su moderado estado de alteración y su alto grado de saturación.

d) HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

Hidrología superficial

Debido a la topografía accidentada de la Sierra Madre Oriental, se originan doce cuencas hidrológicas en el estado, que cubren una superficie de 195,100 km², con un escurrimiento anual de 97,317 millones de m³ y navegabilidad del cauce de 925 km, con una profundidad promedio de 1.0 a 8.0 m, que desembocan en el Golfo de México. Estas cuencas hidrológicas, son territorios cuya totalidad de agua que afluye a un mismo río, lago o mar, formando recursos hidráulicos que son

aprovechados en la agricultura, la pesca, la generación de energía eléctrica y para el consumo humano.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la región hidrológica RH28, denominada Papaloapan. Las cuencas que pertenecen a esta región hidrológica son la del río Papaloapan (A), río Jamapa y otros (B). El municipio se encuentra en la cuenca del río Papaloapan y en la subcuenca del río Petlapa (d). En el Cuadro 4.3 se presentan las principales corrientes de agua en el municipio de Tlaquilpa, conforme a lo establecido en la carta hidrológica de aguas superficiales.

Cuadro 4.3 Corrientes de agua en el municipio de Tlaquilpa

Nombre de las corrientes de agua
Xoxocotla
Apatlahuaya

Fuente: Carta Hidrológica de Aguas Superficiales.

De acuerdo con la carta hidrológica de aguas superficiales de INEGI, que se muestra en el Anexo XVI, el coeficiente de escurrimiento superficial de la precipitación media anual de la zona se encuentra entre el 10 y 20%, lo cual la caracteriza como zona de permeabilidad media. Considerando que la precipitación media anual de la zona es de 5,500 mm y que el coeficiente de escurrimiento se encuentra entre 10 y 20%, se puede calcular que el volumen de escurrimiento anual varía de 550 a 1,100 mm.

Hidrología subterránea

De acuerdo con la información citada en la carta hidrológica de aguas subterráneas de INEGI, mostrada en el Anexo XVII, el área en estudio se encuentra en una zona compuesta por material no consolidado, con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Cabe mencionar que de acuerdo con esta carta, los mantos acuíferos en la región no son de importancia; esto debido a sus características litológicas, topográficas y estructurales. Los aprovechamientos hidráulicos son escasos y están situados principalmente en las márgenes de los ríos y estos constituyen a su vez la recarga de dichos acuíferos.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) VEGETACIÓN TERRESTRE

La vegetación del municipio de Tlaquilpa corresponde al de Bosque de Coníferas. Este bosque presenta una comunidad arbustiva generalmente densa, que se desarrolla al límite altitudinal de la vegetación arbórea. En el Cuadro 4.4 se detallan especies de flora presentes en el municipio.

Cuadro 4.4 Especies de flora en el municipio de Tlaquilpa

Nombre común	Nombre científico
Enebro	<i>Juniperus monticola</i>
Oyamel	<i>Abies religiosa</i>
Zacatón	<i>Festuca spp.</i>
Pinos	<i>Pinus spp.</i>
Encinos	<i>Quercus spp.</i>
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>
Tencho	<i>Thillandsia spp.</i>

Fuente: Enciclopedia municipal de Tlaquilpa, Ver.

b) FAUNA

Existe una amplia y variada representación de la fauna en el estado de Veracruz. Particularmente en el municipio de Tlaquilpa, se pueden encontrar especies como aves, mamíferos y reptiles, que se relacionan en el Cuadro 4.5. En la localidad de Tlaquilpa, el asentamiento de la población ha desplazado a la fauna autóctona del lugar. Sin embargo; al entrevistar a pobladores de la zona mencionaron que aún se pueden ver las siguientes especies terrestres: zorras, tlacuaches, ardillas, mapaches y toches.

Cuadro 4.5 Especies de fauna existentes en el municipio de Tlaquilpa

Nombre común	Nombre científico
Ajolote	<i>Ambysoma tigrinum</i>
Camaleón	<i>Phrynosoma orbiculare</i>
Cascabel	<i>Crotalus triseriatus</i>
Aguililla cola roja	<i>Buteo amaicesnsis</i>
Chichicuilotte	<i>Charadrius ociferus</i>

Cuadro 4.5 Especies de fauna existentes en el municipio de Tlaquilpa (continuación)

Nombre común	Nombre científico
Tecolote	<i>Bubo virginianus</i>
Carpintero	<i>Colaptes auratus</i>
Codorniz moctezuma	<i>Cyrtonyx montezumae</i>
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus torquatus</i>
Ratones y ratas campestres	-----
Escorpión	<i>Barisia imbricata</i>
Gato montés	<i>Lynx rufus</i>
Zorra	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
Lili	<i>Falco sparverius</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Clarín	<i>Myadestes unicolor</i>
Urraca azul	<i>Cyanocitta stelleri</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>
Colibrí	<i>Hylocharis leucotis</i>
Conejo	<i>Sylvilagus spp</i>
Gorrión	<i>Carpodacus mexicanus</i>
Ardilla	<i>Sciurus aureogaster</i>

Fuente: Enciclopedia municipal de Tlaquilpa, Ver.

Cabe destacar que conforme lo establece la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, existen en la zona de estudio cuatro especies en riesgo, el camaleón (*Phrynosoma orbiculare*), el tecolote (*Bubo virginianus*), el pájaro carpintero (*Colaptes auratus*) y la codorniz moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*).

IV.2.3 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antropogénicas. Para evaluar el paisaje se han de tomar en cuenta tres aspectos importantes que son: visibilidad, calidad paisajística y fragilidad.

Visibilidad

Se entiende por visibilidad al territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada y se utilizan datos topográficos como altitud, orientación, pendiente, etc. La visibilidad puede evaluarse calculando la cuenca visual.

También pueden determinarse zonas homogéneas tanto desde el punto de vista de la visibilidad, como tomando en cuenta la morfología, la cubierta vegetal y la espacialidad del paisaje.

Calidad Paisajística

La calidad del paisaje está en función de los distintos factores o elementos incluyendo la fragilidad, vulnerabilidad, visibilidad y estética.

Fragilidad

La fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él. Es el grado de deterioro ante cambios en sus propiedades. Esta es una forma de establecer su vulnerabilidad. Lo contrario es la capacidad de absorción visual, entendida como la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Entonces, a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa.

Descripción de la metodología utilizada

A continuación se describe la metodología utilizada para la valoración de la calidad paisajística y la fragilidad del paisaje basada en Muñoz, Pedreros (2004).

- a. En un croquis se delimitaron las principales Unidades de Paisaje (UP) del área en estudio.
- b. Mediante un panel de expertos se procedió a evaluar cada unidad paisajística de forma subjetiva y asignando un valor numérico de acuerdo a una lista de adjetivos jerarquizados que definen el paisaje observado (Cuadro 4.6).

Cuadro 4.6 Lista de adjetivos jerarquizados y su correlación con la escala universal de valores para evaluar la calidad paisajística

Adjetivos ¹	Valor Numérico	Categorías ²	Valor Numérico
1. Insoportable	0.00	Feo	0-1
2. Horrible	0.25		
3. Desagradable	0.50		
4. Pésimo	0.75		
5. Feo	1.00		

Fuente: ¹sensu Muñoz-Pedreros et al. (1993). ²Sensu Fines (1968)

Cuadro 4.6 Lista de adjetivos jerarquizados y su correlación con la escala universal de valores para evaluar la calidad paisajística (continuación)

Adjetivos ¹	Valor Numérico	Categorías ²	Valor Numérico
6. Triste	1.10	Sin interés	1.1-2
7. Pobre	1.25		
8. Frío	1.50		
9. Monótono	1.75		
10. Sin interés	2.00		
11. Común	2.10	Agradable	2.1-4
12. Sencillo	2.50		
13. Pasable	3.00		
14. Regular	3.50		
15. Aceptable	4.00		
16. Interesante	4.10	Distinguido	4.1-8
17. Grato	5.00		
18. Conservado	7.00		
19. Singular	8.00		
20. Variado	8.10		
21. Estimulante	10.00	Fantástico	8.1-16
22. Bonito	12.00		
23. Hermoso	14.00		
24. Precioso	16.00		
25. Estupendo	16.10		
26. Soberbio	20.00	Espectacular	16.1-32
27. Maravilloso	24.00		
28. Fantástico	28.00		
29. Espectacular	32.00		

Fuente: ¹sensu Muñoz-Pedrerros et al. (1993). ²Sensu Fines (1968)

c. Posteriormente se evaluó la Fragilidad paisajística de cada UP considerándose tres variables principales:

1. Factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto considerando: tipo de suelo, cubierta vegetal, pendiente y orientación;
2. Carácter histórico-cultural, que pondera la existencia, al interior de un paisaje, de valores singulares según escasez, valor tradicional e interés histórico;

3. Accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde carreteras y poblados.

A estos factores se les asignaron valores de acuerdo a la tabla de factores para evaluar la fragilidad (Ver Cuadro 4.7) y se evaluaron, obteniéndose el grado de fragilidad.

Cuadro 4.7 Factores para evaluar la fragilidad de un paisaje

Factor	Característica	Valores de Fragilidad	
		Nominal	Numérico
D Densidad de la vegetación	67-100% suelo cubierto de especies leñosas	Bajo	1
	34-67% suelo cubierto de especies leñosas	Medio	2
	0-34% suelo cubierto de especies leñosas	Alto	3
E Diversidad de estratos de la vegetación	> 3 estratos vegetacionales	Bajo	1
	< 3 estratos vegetacionales	Medio	2
	1 estrato vegetacional dominante	Alto	3
A Altura de la vegetación	>3m de altura promedio	Bajo	1
	>1m<3m de altura promedio	Medio	2
	<1m de altura promedio	Alto	3
ES Estacionalidad de la vegetación	Vegetación dominante perennifolia	Bajo	1
	Vegetación mixta	Medio	2
	Vegetación dominante caducifolia	Alto	3
CV Contraste cromático vegetación/vegetación	Manchas policromáticas sin pauta nítida	Bajo	1
	Manchas policromáticas con pauta nítida	Medio	2
	Manchas monocromáticas	Alto	3
CS Contraste cromático vegetación/suelo	Contraste visual bajo	Bajo	1
	Contraste visual medio	Medio	2
	Contraste visual alto	Alto	3
P Pendiente	0-25%	Bajo	1
	25-55%	Medio	2
	> 55 %	Alto	3
H Valor histórico y cultural	Baja unicidad, singularidad y/o valor	Bajo	1
	Media unicidad, singularidad y/o valor	Medio	2
	Alta unicidad, singularidad y/o valor	Alto	3

Unidades de Paisaje

Las Unidades de Paisaje (UP) son divisiones espaciales que cubren el territorio a estudiar. Una UP debería ser lo más homogénea posible en relación a su valor de paisaje (calidad visual) y valor de fragilidad. La unidad es una agregación ordenada y coherente de las partes elementales (Escribano et al. 1991).

En el sitio donde se proyecta construir la PTAR, se tomó como componente central para la identificación de la UP a la vegetación, obteniéndose la presencia de tres unidades paisajísticas claramente diferenciadas. El Cuadro 4.8 muestra en la primera columna la unidad paisajística (U.P) y en la segunda una descripción de la misma.

Cuadro 4.8 Unidades paisajísticas y su descripción

Unidad de Paisaje (UP)	Descripción
Bosque de Coníferas	Este bosque es característico de regiones montañosas templadas y frías. El conjunto de bosques de coníferas ocupa aproximadamente el 15% del territorio del país, la mayor parte de la cual corresponde a formaciones dominadas por pinus o pinus-Querqus. Este tipo de vegetación está dominado por una sola especie.
Bosque de Coníferas modificado por actividades antropogénicas	Ese tipo de vegetación es característica de zonas cercanas a poblaciones, ya que presentan deforestación y erosión en algunas partes debido a las actividades humanas.
Cultivo de maíz	El maíz es un cultivo muy remoto de unos 7,000 años de antigüedad, de origen indio que se cultivaba por las zonas de México y América central. Su nombre científico es <i>Zea mays</i> de la familia de las gramíneas. La planta del maíz es de porte robusto de fácil desarrollo y de producción anual.

Visibilidad

De acuerdo con lo indicado en el cuadro anterior, en el sitio de proyecto se observan tres tipos de vegetación: bosque de coníferas que se encuentra en su estado natural, bosque de coníferas perturbado por actividades antropogénicas que ha sido reforestado y cultivos de maíz.

Es importante destacar que los trabajos de preparación del sitio y construcción de la PTAR, se realizarán en un predio que presenta vegetación de bosque de coníferas perturbado y que se tratará de evitar en lo posible, derribar de árboles que fueron reforestados.

Los resultados para la calidad del paisaje y la fragilidad en el sitio del proyecto, se encuentran resumidos en la Cuadro 4.9. El sitio del proyecto presenta una calidad paisajística de acuerdo a la escala universal de valores del tipo Distinguido (Cuadro 4.8) y una fragilidad paisajística de media a baja (Cuadro 4.9), lo que indica que tiene una capacidad de absorción visual de intermedia a alta.

Cuadro 4.9 Evaluación de la Calidad Paisajística y la Fragilidad

	Unidad de Paisaje (UP)	Valor Calidad Paisajística	Valor de Fragilidad
UP-I	Bosque de coníferas	8.0	1.5
UP-II	Bosque coníferas perturbado	3.5	1.6
UP-III	Cultivo de maíz	1.25	1.9
	Valores Finales	4.25	1.66

IV.2.4 Medio socioeconómico

a) DEMOGRAFÍA

Según el XII Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en el año 2000, se registró en el municipio de Tlaquilpa una población de 6,263 habitantes. En cuanto a la localidad de Tlaquilpa, se registraron 610 habitantes, de los cuales 271 son del género masculino y 339 del género femenino; es decir, el 44.4% de la población son hombres y el 55.6% son mujeres. En el Cuadro 2.6 se muestra la evolución de la población para las décadas de 1950 al 2000 en dicha localidad.

Por otra parte, de acuerdo al II Conteo de Población y Vivienda 2005, la población total en la localidad del Tlaquilpa fue de 727 habitantes, de los cuales 336 son hombres y 391 mujeres.

Cuadro 4.10 Censos de población en la localidad de Tlaquilpa

Año	Tlaquilpa
1950	1, 547
1960	1, 733
1970	912
1980	1, 467
1990	1, 195
2000	610

Fuente: INEGI, 2002

Población económicamente activa

La clasificación de la población económicamente activa se realiza con base a los siguientes criterios:

La población económicamente activa es el total de personas de 12 años y más que en la semana de referencia se encontraban ocupadas o desocupadas. La población económicamente inactiva es el total de personas de 12 años ó más que en la semana de referencia no realizaron ninguna actividad económica, ni buscaron trabajo. Esta se clasifica en: a) estudiantes, b) personas dedicadas a los quehaceres del hogar, c) jubilados o pensionados, d) incapacitados permanentemente para trabajar, e) otro tipo de inactivos. Respecto a la población ocupada, se considera el total de personas de 12 años y más que realizaron cualquier actividad económica en la semana de referencia, a cambio de un sueldo, salario, jornal u otro tipo de pago en dinero o en especie.

En el municipio de Tlaquilpa, la población económica activa es de 1,717, la población económica inactiva de 2,263 y la población ocupada de 1,693 de acuerdo a los datos obtenidos del Censo del 2000.

Grupos étnicos

De acuerdo al II Censo de Población y Vivienda 2005, existen en el municipio de Tlaquilpa 5,420 hablantes de lengua indígena, de los cuales, 2,505 son de sexo masculino y 2,915 de sexo femenino, que representan el 96.5 % de la población municipal. La principal lengua indígena es el náhuatl.

Salario mínimo vigente

El salario mínimo vigente en el municipio de Tlaquilpa, considerando que se ubica en la zona C, es de \$ 49.50.

Nivel de ingresos per cápita

El nivel de ingresos per cápita en el municipio de Tlaquilpa, se ilustra en el Cuadro 4.11, en donde se puede observar que el 59.95 % lo constituyen aquellas personas que reciben menos de un salario mínimo.

Cuadro 4.11 Nivel de ingresos per cápita

Nivel de ingresos	Población	Porcentaje (%)
No recibe ingreso	246	15.25
Menos de un salario mínimo	721	44.70
Recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos	384	23.81
Mas de 2 y hasta 5 salarios mínimos	36	2.23
Mas de 5 y hasta 10 salarios mínimos	8	0.50
Mas de 10 salarios mínimos	3	0.19
No especificado	215	13.32

Fuente: XII Censo de Población y Vivienda 2000, INEGI.

Distribución de la población por sector

La población ocupada en el sector primario, es el total de personas de 12 años y más que, en la semana de referencia, realizaron su trabajo principal en cualquier actividad económica relacionada con la agricultura, ganadería, caza, silvicultura, pesca y servicios relacionados con estas actividades.

La población ocupada en el sector secundario, se refiere al total de personas de 12 años y más, que en la semana de referencia, realizaron su trabajo principalmente en cualquier actividad económica relacionada con la minería, extracción de petróleo y gas, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción.

La población ocupada en el sector terciario, es el total de personas de 12 años y más que, en la semana de referencia, realizaron su trabajo principalmente en

cualquier actividad económica relacionada con el comercio, transporte, comunicaciones y servicios.

En el Cuadro 4.12 se muestra el resumen de la distribución de la población por sector a nivel municipal, en donde se observa que el mayor porcentaje de la población se dedica a las actividades del sector primario.

Cuadro 4.12 PEA por sector productivo en el municipio

Tipo de Sector	Porcentaje
Sector primario (agricultura, ganadería, caza y pesca)	51.04%
Sector secundario (minería, extracción de petróleo y gas natural, industria manufacturera, electricidad, agua y construcción)	31.46%
Sector terciario (comercio, transporte y comunicaciones, servicios financieros, de administración pública y defensa, comunales y sociales, profesionales y técnicos, restaurantes, hoteles, personal de mantenimiento y otros.)	13.71%
No especificado	3.79%

Fuente: XII Censo General de Población y Vivienda 2000. INEGI

Servicios públicos

Medios de Comunicación

Los medios de comunicación comprenden los caminos, las carreteras, las pistas, las antenas, los ríos, las vías férreas, los cables, la informática, etc. El municipio recibe cinco señales de estaciones de radio de AM y tres de FM, así como las señales de canales de televisión. Tiene servicio telefónico por marcación automática en la cabecera y en una localidad, así como telefonía rural; además de dos oficinas postales. En el Cuadro 4.13, se muestran los medios de comunicación con los que cuenta la localidad de Tlaquilpa.

Cuadro 4.13 Medios de comunicación en la localidad de Tlaquilpa

Medio de comunicación	Cuenta con el servicio	
	Si	No
Vías de acceso	X	
Teléfono	X	
Telégrafo		X

Cuadro 4.13 Medios de comunicación en la localidad de Tlaquilpa (continuación)

Medio de comunicación	Cuenta con el servicio	
	Si	No
Fax	X	
Internet		X

El municipio cuenta con infraestructura de vías de comunicación conformada por 27.52 km de carretera. La red carretera en el año 2005 según tipo de camino y extensión en el municipio de Tlaquilpa, se indica en el Cuadro 4.14.

Cuadro 4.14 Longitud de la red carretera en el municipio de Tlaquilpa

Tipo de Carretera	Municipio (km)
Troncal federal ⁽¹⁾	
Pavimentada ⁽²⁾	0.0
Alimentadores estatales ⁽³⁾	
Pavimentada ⁽²⁾	7.90
Revestida	5.32
Caminos rurales	
Pavimentada	0.0
Revestida	14.30
Total (km)	27.52

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz 2005, INEGI

⁽¹⁾ Conocida también como principal o primaria, tiene como objetivo específico servir al tránsito de larga distancia. Comprende caminos de cuota pavimentados (incluidos estatales) y libres (pavimentados, de terracería y revestidos).

⁽²⁾ Comprende caminos de dos cuatro o más carriles.

⁽³⁾ Conocidas como carreteras secundarias que tienen como objetivo principal servir de acceso a las carreteras troncales.

Medios de Transporte

En el Cuadro 4.15 se indican los medios de transporte con los que cuenta el municipio de Tlaquilpa.

Cuadro 4.15 Medios de transporte disponibles en el municipio de Tlaquilpa

Medio de Transporte	Cuenta con servicio	
	Sí	No
Terrestre	(X)	()
Aéreo	()	(X)
Marítimo	()	(X)

Servicios Públicos

Los servicios públicos con los que cuenta el municipio de Tlaquilpa se indican en el Cuadro 4.16.

Cuadro 4.16 Servicios públicos disponibles en el municipio

Servicios Públicos	100%	75%	50%	25%	0%
Alumbrado público		X			
Mantenimiento del drenaje					X
Recolección de basura y limpia pública		X			
Seguridad pública	X				
Pavimentación				X	
Mercados y centrales de abasto				X	
Rastros					X
Servicios de parques y jardines					X
Monumentos y fuentes					X
Agua potable			X		
Drenaje					X

Fuente: Enciclopedia de los municipios del Edo. de Veracruz

Por lo que corresponde a la localidad de Tlaquilpa, el número de viviendas con servicio de agua entubada, drenaje y energía eléctrica se indican en el Cuadro 4.17.

Cuadro 4.17 Servicio en las viviendas de la localidad de Tlaquilpa

Servicio	Viviendas particulares
Disponen de agua entubada	91
Disponen de drenaje	4
Disponen de energía eléctrica	121

Fuente: II Censo de Población y Vivienda 2005, INEGI.

Centros Educativos

El grado de escolaridad de los centros educativos con que cuenta el municipio de Tlaquilpa se muestra en el Cuadro 4.18.

Cuadro 4.18 Centros educativos

Educación (Ciclo escolar 2004-2005)			
Nivel	Escuelas	Alumnos	Maestros
Preescolar	11	255	16
Primaria	20	1, 384	61
Secundaria	1	218	6
Profesional medio	0	0	0
Bachillerato	1	78	1
Normal	0	0	0
Especial	0	0	0

Fuente: Anuario Estadístico de Veracruz, 2005. INEGI

Centros de Salud

En el Cuadro 4.19 se condensa la información referente al tipo de servicio de salud con que cuenta el municipio de Tlaquilpa.

Cuadro 4.19 Servicios de salud

Unidades médicas 2005			
	IMSS	IMSS OPORTUNIDADES SUR	SSA
De consulta externa	2	1	1
De hospitalización general	1	0	1

Fuente: Anuario Estadístico de Veracruz, 2005. INEGI

Vivienda

De acuerdo a los resultados preliminares del censo 2000, se encontraron edificados en el municipio 1,009 viviendas, con un promedio de ocupantes por vivienda de 6.2, la mayoría son propias y de tipo fija, los materiales utilizados principalmente para su construcción son el cemento, el tabique, el ladrillo, la madera y la lámina.

Conforme a los resultados del II Censo de Población y Vivienda 2005, en la localidad de Tlaquilpa existían en ese año 130 viviendas, cada una con un promedio de 5.59 habitantes.

Los tipos de material de la vivienda que predominan son los pisos de madera, de cemento ó mosaico y tierra.

Zonas de Recreo

La localidad de Tlaquilpa cuenta con un campo deportivo y un salón de usos múltiples. El Cuadro 4.20 condensa las zonas de recreo con las que Tlaquilpa cuenta hasta la fecha.

Cuadro 4.20 Zonas de recreo

Zonas de Recreo	Cuenta con las zonas	
	Si	No
Parques	X	
Centros Deportivos	X	
Centros Culturales		X

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

Agricultura

El sector agropecuario llamado también sector primario de la economía, se encuentra integrado por la agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca. El municipio cuenta con una superficie total de 5,119.732 hectáreas, de las que se siembran 2,115.889 hectáreas, en las 775 unidades de producción. Los principales productos agrícolas en el municipio de Tlaquilpa y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: maíz 1,134.40 y frijol 57.60. En el municipio existen 485

unidades de producción rural con actividad forestal, de las que 230 se dedican a productos maderables.

Ganadería

El municipio de Tlaquilpa tiene una superficie de 900 hectáreas dedicadas a la ganadería, en donde se ubican 732 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales. Cuenta con 392 cabezas de ganado bovino de doble propósito, además la cría de ganado porcino, ovino, caprino y equino. Las granjas avícolas tienen cierta importancia.

En el Cuadro 4.21 se muestra la población ganadera para el municipio de Tlaquilpa, en donde se observa que la mayor proporción corresponde a las aves, ganado porcino y ovino.

Cuadro 4.21 Población ganadera en el municipio de Tlaquilpa

Especie	Cabezas	
Bovino	Doble propósito	224
	Leche	0
Porcino	1, 148	
Ovino	840	
Caprino	660	
Equino	231	
Aves		
Gallinas	4, 120	
Guajolotes	258	

Fuente: Anuario Estadístico del Estado de Veracruz, INEGI. Edición 2005

Industriales

En el municipio se han establecido industrias entre las cuales se encuentran tres pequeñas empresas. Destacan las industrias de fabricación de productos de madera y de alimentos.

b) FACTORES SOCIOCULTURALES

Religión

De acuerdo al XII Censo General de Población y Vivienda, el municipio de Tlaquilpa tiene una población total mayor de 5 años de 5, 348 que se encuentra dividida entre las siguientes religiones: católica 4,952, protestantes 141 y otras 255.

Fiestas, tradiciones y danzas

El 22 de julio se festeja la fiesta patronal de Santa María Magdalena, empieza la víspera con bailes, juegos pirotécnicos, músicos y procesiones.

Música

Se acostumbra tocar instrumentos de viento como la trompeta, además de violines y tambores.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

a) INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL

En esta sección se identificaron y analizaron las tendencias del deterioro natural y grado de conservación del área de estudio y de la calidad de vida en la zona, por el aumento demográfico y la intensidad de las actividades productivas.

La localidad de Tlaquilpa, municipio de Tlaquilpa, Ver., sitio donde se pretende desarrollar el proyecto la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), corresponde a la región hidrológica RH28, denominada Papaloapan. El municipio se encuentra en la cuenca del río Papaloapan y en la subcuenca del río Petlapa.

El río Petlapa, proviene de la sierra Mazateca y de Zongolica, y es afluente del río Tonto, formador del río Papaloapan.

Los ecosistemas que coexisten en el municipio de Tlaquilpa, Ver., son característicos del bosque de coníferas, que se presenta en regiones montañosas templadas y frías, y se le encuentra desde el nivel del mar hasta el límite de la vegetación arbórea. La mayor parte de este ecosistema corresponde a formaciones dominadas por Pinus o Pinus-Quercus. Cabe destacar que en el

predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, el ecosistema natural se encuentra alterado debido a las actividades de carácter antropogénico. Cabe mencionar que el predio fue reforestado con algunas especies de pino.

En el sitio del proyecto, las especies existentes son enebro (*Juniperus monticola*), oyamel (*Abies religiosa*), pinos (*Pinus spp.*), encinos (*Quercus spp.*), nopal (*Opuntia sp.*) y tencho (*Thillandsia spp.*).

Las especies animales presentes en las inmediaciones de la localidad de Tlaquilpa, se han desplazado debido a las actividades humanas en la región, sin embargo, aún se pueden encontrar especies como zorros, tlacuaches, ardillas, mapaches y toches.

El tipo de suelo predominante en la zona es Luvisol, que se desarrolla principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales. Predominan en zonas llanas o con suaves pendientes de climas templados fríos o cálidos pero con una estación seca y otra húmeda.

El proyecto en estudio atiende al diseño, preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Tlaquilpa, municipio de Tlaquilpa, Ver.

Por tal motivo, con la construcción y operación de esta infraestructura, se pretende dar servicio a la población actual y futura de la localidad de Tlaquilpa. De acuerdo al Censo realizado en el 2000, la población de Tlaquilpa tenía 610 habitantes y la proyección a un horizonte de 10 años, contados a partir del año 2007, para el año 2017 es de 767 habitantes.

El gasto medio del agua residual que se tratará es de 0.92 lps, que se calculó a partir de una dotación de 130 l/hab-d, la cual se estimó a partir del tipo de clima predominante en la zona y la clase socioeconómica de la población de acuerdo a las especificaciones vigentes de la CONAGUA y considerando una aportación del 80%, es decir 104 lt/hab/día.

El Programa de Desarrollo que incluye al municipio de Tlaquilpa, Ver., es el Programa Regional de las Grandes Monañas y plantea que la dotación de infraestructura en zonas rurales, es indispensable para fortalecer el desarrollo económico y social de las comunidades.

Con lo anteriormente expuesto, se puede concluir que las condiciones ambientales que prevalecen en la zona en donde se ubica el proyecto, se encuentra afectada o deteriorada por actividades antropogénicas pero no de forma significativa, lo que se traduce en una calidad ambiental satisfactoria. La implementación de este proyecto permitirá resolver la problemática de esta zona particularmente en lo que a servicios básicos de saneamiento se refiere.

b) SÍNTESIS DEL INVENTARIO AMBIENTAL

La zona del proyecto se encuentra perturbada por actividades antropogénicas. En el predio existen de 45 especies arbóreas que fueron plantadas mediante un programa de reforestación. Debido al espacio que ocuparán las instalaciones de la planta, algunos de estos individuos, serán replantados en el mismo predio y aquellos que no puedan ser replantados, serán derribados.

El predio adquirido para la construcción de la PTAR, tiene una superficie de 1,000 m² y la PTAR sólo ocupará 240.68 m². En virtud de que el proyecto considera un programa de reforestación además de la siembra de pasto, se destinará el 75.93 % de la superficie del predio para áreas verdes. En el anexo XVIII se encuentra el programa de reforestación, donde se recomienda Piñón (*Pinus cembroides*) y Árbol del Perú (*Schinus molle*) para la reforestación del sitio de proyecto.

Con la construcción del sistema de tratamiento de aguas, confiable y de alta tecnología, que dará servicio a la localidad de Tlaquilpa, constituirá una acción que mejorará las características ambientales de esta localidad. Así mismo, mejorará la calidad del suelo de los predios vecinos a la PTAR, reducirá posible problemas sanitarios de la población y mejorará la calidad de vida de los habitantes de la zona.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.1 Indicadores de impacto

En esta sección se procedió a identificar, evaluar e interpretar los impactos ambientales que se generarían por la implementación del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Tlaquilpa, ubicada en el municipio de Tlaquilpa, Veracruz, en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

La identificación de impactos se realizó en base al análisis de la información recopilada, durante las visitas efectuadas al sitio del proyecto y a la delimitación del área de influencia, así como las características propias del sitio en sus componentes ambientales del medio físico, biótico y socioeconómico que prevalecen en el sitio del proyecto.

V.1.2 Lista indicativa de indicadores de impacto

En el Cuadro 5.1 se relacionan las 13 actividades que se pretenden realizar durante las diferentes etapas del proyecto, las cuales se definieron en la descripción de la obra.

Este cuadro integra la información del programa de actividades presentado en el Cuadro 2.12, en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento, en donde cada una de dichas actividades se analizaron para conocer las condiciones en que se pretenden realizar, así como para identificar sus alcances.

Cuadro 5.1. Actividades del proyecto en las diferentes etapas

Etapa	Descripción de la actividad
Preparación del sitio	Uso de equipo, maquinaria y camiones de volteo
	Desmonte y despalme
	Excavaciones
	Carga y acarreo de material

Cuadro 5.1. Actividades del proyecto en las diferentes etapas (continuación)

Etapas	Descripción de la actividad
Construcción	Uso de equipo y camiones de volteo
	Construcción de estructuras
	Rellenos compactados
	Carga y acarreo de material
	Plantación de áreas verdes
Operación y mantenimiento	Arranque de la planta
	Operación de la planta
	Mantenimiento de la planta
	Uso de áreas verdes

En virtud de que estas actividades generan tanto impactos benéficos como adversos, en el medio físico, biótico y socioeconómico del sitio del proyecto, fue necesario definir los componentes y elementos ambientales de estos medios.

De esta forma, el siguiente paso, consistió en definir dichos componentes del medio ambiente, que podrían ser afectados por la implementación del proyecto, que se muestran en el cuadro 5.2.

Cuadro 5.2 Componentes y elementos ambientales

Componentes	Elementos
Aire	Microclima
	Calidad del aire
	Intensidad de ruido
Ambiente terrestre	Calidad de suelo
	Pérdida de suelo
	Estabilidad
	Terrenos agrícolas
	Comunidades vegetales
	Comunidades animales
Ambiente acuático	Escurrimiento
	Cantidad de agua superficial
	Calidad de agua superficial
	Infiltración
	Calidad de agua subterránea
	Comunidades vegetales
	Comunidades animales

Cuadro 5.2 Componentes y elementoss ambientales (continuación)

Componentes	Elementos
Salud y seguridad	Salud de los trabajadores
	Seguridad de los trabajadores
	Salud de la población
	Seguridad de la población
Aspectos socioeconómicos	Infraestructura de servicios
	Empleos directos
	Economía local
	Tráfico
	Paisaje

En este cuadro, se puede apreciar que se consideran 5 componentes ambientales y 25 elementos ambientales.

V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación

V.1.3.1 Criterios

Los criterios de evaluación utilizados incluyen las siguientes categorías: carácter, intensidad, límites espaciales, límites temporales y reversibilidad.

Carácter

Este criterio hace referencia a la naturaleza de la perturbación o alteración al interior del sistema, y refleja la respuesta de los componentes ante los efectos del impacto, por lo cual, si el impacto resulta benéfico o adverso al ambiente, se asignan los símbolos (+) ó (-) respectivamente.

Intensidad

El criterio de clasificación considera cuatro rangos, con los siguientes valores numéricos: mayor (10), moderado (7), menor (4) e insignificante (1).

Asimismo, los criterios para asignar cualquiera de estos valores a cada uno de los impactos bióticos, son los siguientes:

Impacto mayor. Es aquel que afecta a una población entera o a ciertas especies, que causa una disminución en la abundancia, y/o cambio en la distribución, de esa

población o especie dependiente por varias generaciones. También se aplica cuando el impacto trae por consecuencia, un detrimento significativo en una actividad comercial o de subsistencia.

Impacto moderado. Aquel que afecta una parte de la población, y que puede resultar en un cambio en la abundancia y/o distribución de una o más generaciones, de esa parte de la población dependiente de ella, pero que no cambia la integridad de la población completa. Puede ser un impacto localizado.

Impacto menor. Aquel que afecta un grupo específico de individuos, en una población en un área localizada y/o, sobre un periodo de tiempo corto (una generación o menos), pero que no afecta otros niveles tróficos o la integridad de la población.

Impacto insignificante. Aquel que afecta a la población o un grupo específico de individuos, en un área localizada y sobre un periodo de tiempo corto, de tal forma que ejerce un efecto similar al azar y que no tiene efecto medible sobre la población en sí.

Algunos de los criterios que se utilizaron para la clasificación de los impactos, debida a su importancia y que fueron tomados de la bibliografía consultada, son los que se enuncian a continuación:

Calidad del aire. Un impacto mayor se presenta cuando la concentración en el ambiente de un cierto contaminante, es mayor que la máxima calidad del aire estipulada en la normatividad vigente. El moderado, es cuando la concentración del contaminante es mayor que el máximo deseable, pero menor que el máximo aceptable por los objetivos de calidad del aire. Un impacto menor es el que se encuentra por debajo de la máxima calidad del aire deseable y el impacto insignificante, es el que resulta de las concentraciones no excesivas de estudios evaluados.

Calidad del agua. Un impacto mayor se presenta cuando en la descarga de un afluente de un cierto contaminante, se exceden los valores de las normas o que resulta en efectos tóxicos. Un impacto moderado en una descarga de un afluente es cuando se exceden los estándares, pero los efectos tóxicos están restringidos a un sistema pequeño o una corriente. Un impacto menor se da cuando los lineamientos generales de la calidad del agua se exceden pero no ocurren efectos tóxicos considerables. Un impacto insignificante se da cuando se descargan residuos, los cuales están dentro de los lineamientos generales de calidad.

Aspectos socioeconómicos. Empleos directos. Un impacto mayor se da cuando en una localidad se da trabajo a más de 20 personas. Un impacto moderado cuando se emplean más de 10 y hasta 20 personas. Un impacto menor es aquel que produce nuevos empleos a más de una y hasta 10 personas. Un impacto insignificante es cuando sólo se genera un nuevo empleo.

Límites espaciales

Esta categoría se refiere al área de influencia de cada impacto ambiental, estableciéndose 2 zonas para este proyecto:

Zona A. Es la zona de alteración física directa, en este caso, se refiere a la superficie total ocupada por las instalaciones del proyecto, que como fue definido en la sección II de este documento, considera una superficie de 240.68 m², que ocupan las instalaciones de la planta, consistentes en canal de aproximación, desarenador, caja para dar carga, reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA), filtro de carbón activado, filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), tanque de desinfección, lechos de secado y vialidades.

Zona B. Es superficie total del predio donde se pretende construir la PTAR, que comprende un área de 1,000 m².

Zona C. Es la zona de influencia por el proyecto de radio igual a 2 km, en donde queda incluida la localidad de Tlaquilpa.

Límites temporales

Esta categoría se refiere a la duración en tiempo del impacto producido y pueden ser temporales y permanentes; los impactos temporales a su vez se clasifican en 2 tipos: 1) a corto plazo y 2) a mediano plazo, como se definen a continuación:

Temporal a corto plazo (TCP). Efectos que comprenden la duración de la etapa de preparación del sitio y construcción, como se encuentran descritas en el programa relativo al punto II de este documento, denominado “Descripción del proyecto”, que considera un periodo de duración de 3 meses.

Temporal a mediano plazo (TMP). Aquellos efectos que comprenden desde su generación hasta un período de tres años.

Permanentes (P). Efectos que persisten durante la vida útil del proyecto que se estima en 10 años.

Reversibilidad

Las alteraciones hacia los factores ambientales pueden ser reversibles e irreversibles, lo cual significa la posibilidad o imposibilidad de retornar a la situación original, previa a la obra o actividad, de manera natural y sin necesidad de la intervención de la mano del hombre.

V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada

Con la información recopilada, se procedió a relacionar las actividades del proyecto con los componentes ambientales, mediante el uso de una matriz. La matriz sirvió fundamentalmente para identificar impactos y su origen, sin proporcionarles un valor cualitativo. El método utilizado para establecer esta relación y el análisis de los impactos ambientales, consistió en utilizar la matriz de Leopold modificada, que se muestra en el Anexo XIX. En ella se identifica y valora el efecto potencial de los impactos sobre el medio, resultados de las actividades del proyecto.

En los siguientes párrafos se presentan los resultados de la identificación de los impactos ambientales identificados, en los cuales se realiza una descripción de cada impacto agrupado por cada una de las etapas del proyecto, de acuerdo a cada uno de los elementos ambientales definidos.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Componente: Aire

Calidad del aire

Se deteriorará la calidad del aire debido a que durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, consistentes en desmonte y despilme, excavaciones y carga y acarreo de material, se utilizará maquinaria pesada consistente en una retroexcavadora, equipo (motosierra) y camiones de volteo. La maquinaria opera con diesel, la motosierra con gasolina y los camiones con ambos combustibles, por lo cual se emitirán gases y humos contaminantes provenientes de los motores a diesel y a gasolina, tales como el monóxido de

carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC), que pueden ser compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, partículas de hollín y derivados de precursores de HC y ozono (O₃), como consecuencia de una fotooxidación, producto de la combustión incompleta de los motores. Sin embargo, se estima que las emisiones a la atmósfera, no rebasarán los niveles máximos permisibles indicados en las normas correspondientes.

Durante las remociones de los horizontes “A” y “B” del suelo, originadas por las actividades de despalme y excavaciones, se generará la dispersión de partículas en el aire, así como por la acción del viento sobre el material que se deposite provisionalmente en el suelo (erosión eólica). De la misma forma, durante la carga y el acarreo de material por los camiones de volteo, también ocasionará la dispersión de partículas suspendidas. Estas condiciones originan la contaminación del aire y por tanto el deterioro de su calidad.

Intensidad de ruido

Se generará ruido por la actividad de la retroexcavadora durante la ejecución de las excavaciones y de la motosierra para el derribe de aquellos árboles que no puedan replantarse. Asimismo, los camiones de volteo que circulen para el acarreo de material producto de excavación, también emitirán ruido.

Componente: Ambiente terrestre

Calidad de suelo

Durante las actividades de la etapa de preparación del sitio, se requerirá operar y mantener la retroexcavadora, la motosierra y los camiones de volteo, por lo que estas acciones pueden afectar la calidad del suelo superficial, por posibles derrames accidentales o imprudenciales de aceite y combustibles, así como por la disposición inadecuada de estopas, filtros y otros materiales utilizados para su mantenimiento.

Asimismo, la disposición inadecuada del material producto del desmonte, de los residuos sólidos que se generen por el consumo de alimentos de los trabajadores, así como las excretas de los trabajadores, también pueden contaminar el suelo.

Pérdida de suelo

En esta etapa se incluye el despalme, que consiste en la remoción de un espesor aproximado de 30 cm del Horizonte “A” del suelo, que corresponde a la capa de materia orgánica, lo que origina la pérdida de este suelo, en el área considerada por el proyecto. De la misma forma, por la actividad de excavaciones para la construcción de las estructuras e instalación de la tubería, se perderá suelo del horizonte “B”, debido a que se sustituirá parcialmente con material de banco.

Estabilidad

Al retirar los árboles, la capa de materia orgánica y al realizar los trabajos de excavaciones en el sitio del proyecto, se afecta la estabilidad del suelo, especialmente en los taludes de las paredes de las zanjas, por lo que el suelo queda expuesto a la erosión eólica e hídrica, lo cual puede provocar derrumbes.

Terrenos agrícolas

Se afectarán temporalmente terrenos agrícolas que se localizan en las inmediaciones del sitio del proyecto, por la ejecución de las actividades de preparación del sitio, consistentes en el desmonte, despalme y excavaciones debido a que se generarán partículas en suspensión y gases contaminantes por el desarrollo de estas actividades durante el uso de la maquinaria, equipo y camiones de volteo que pueden afectar los terrenos agrícolas que se encuentran en las inmediaciones del sitio del proyecto, en virtud de que las partículas suspendidas que se depositen sobre las hojas, pueden afectar la función clorofílica de las plantas y por tanto su productividad.

Comunidades vegetales

La actividad de desmonte y despalme ocasionará la pérdida de las comunidades vegetales consistentes en árboles y aquellas especies asociadas al suelo, que están basados en una cadena de detritus, por lo que las comunidades constituidas principalmente por hojas y raíces secas, que sirven de alimento a diversos organismos, se afectan desfavorablemente y que habitan en el Horizonte “A” del suelo.

Como en el caso de los terrenos agrícolas, la generación de partículas en suspensión por la ejecución de los trabajos de preparación del sitio, así como las emisiones de gases contaminantes generados por la maquinaria, equipo y

camiones de volteo, tienen un efecto adverso sobre la función clorofílica, o sea la captación de energía por las plantas que se localizan en las inmediaciones del sitio del proyecto. Lo anterior, en virtud de que las partículas suspendidas pueden quedar depositadas sobre las hojas de las comunidades vegetales naturales, así como la presencia de los gases contaminantes.

Comunidades animales

Se puede afectar el equilibrio de las comunidades animales terrestres especialmente en las zonas próximas al sitio del proyecto, por la generación de gases contaminantes, partículas en suspensión y ruido de la maquinaria pesada, equipo y camiones de volteo. Esta situación origina que las comunidades animales tiendan a ahuyentarse, desplazándose hacia áreas circunvecinas.

Además, el suelo superficial es el hábitat de varias comunidades animales como son ciertas especies de bacterias, hongos, acáridos, miriápodos, arácnidos, lombrices de tierra, caracoles y otros organismos excavadores, que se removerán por la actividad de desmonte y despalme del área, por lo que probablemente estas comunidades no podrán subsistir.

Componente: Ambiente acuático

Esgurrimiento

Al remover la capa de materia vegetal del sitio del proyecto y realizar las excavaciones, se afecta el escurrimiento de la zona, ya que al incidir el agua de lluvia sobre el suelo sin el horizonte "A" y una parte del horizonte "B", se genera erosión hídrica, incrementando la cantidad de agua de escurrimiento, lo cual altera sensiblemente el drenaje natural, disminuyendo por consecuencia la cantidad de agua que deba infiltrarse al suelo.

Además, al precipitar la lluvia sobre el material producto de las excavaciones, que se deposite provisionalmente en el suelo, se altera el drenaje y el escurrimiento natural, por lo que existe la probabilidad de que se incremente la cantidad de agua de escurrimiento y que por consiguiente, pueda quedar estancada en las zanjas abiertas durante la actividad de las excavaciones.

Cantidad de agua superficial

Durante la ejecución de las actividades de desmonte, despalme y excavaciones, se incrementará la cantidad de agua superficial que escurre en el sitio del proyecto, debido a la modificación de los patrones de escurrimiento.

Calidad de agua superficial

El uso de la maquinaria, equipo y camiones de volteo, puede afectar la calidad del agua del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya, en virtud de que pueden generarse derrames accidentales ó imprudenciales, así como por la disposición inadecuada de combustibles y lubricantes como el diesel, aceite, estopas y otros materiales que se depositen cerca o en el cuerpo de agua, utilizados para la operación y mantenimiento de estos vehículos.

De la misma forma, se puede deteriorar la calidad del agua del arroyo, por efecto de la disposición inadecuada del material producto del desmonte, despalme, excavaciones, residuos orgánicos generados por el consumo de alimentos y excretas de los trabajadores, especialmente aquellos materiales o residuos que se depositen cerca o en el propio cuerpo de agua.

Estas condiciones pueden incrementar la carga de materia orgánica e inorgánica, lo cual origina a su vez turbiedad, aumento en la concentración de sólidos suspendidos y sedimentables y de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, abatimiento de oxígeno disuelto e inhibición de la actividad fotosintética.

Infiltración

Las actividades de desmonte, despalme y excavaciones, originan una reducción o pérdida de la capacidad de retención del agua, debido a que se remueven árboles, el horizonte "A" y parte del horizonte "B" del suelo. Asimismo, el material residual de desmonte, despalme y el producido por las excavaciones que se exponga provisionalmente en el suelo, modifica el drenaje natural del agua y por tanto, la infiltración. Esta condición provoca una sensible disminución de la cantidad de agua de infiltración, reduciéndose así la recarga a los mantos acuíferos.

Comunidades vegetales

El uso de la retroexcavadora, equipo y camiones de volteo puede afectar a las comunidades vegetales acuáticas, en aquellos casos en que se presenten

derrames accidentales o imprudenciales, por la disposición inadecuada de combustibles y lubricantes como el diesel, aceite, estopas y otros materiales que se depositen cerca o en el arroyo, utilizados para la operación y el mantenimiento de estos vehículos.

De la misma forma, las comunidades vegetales acuáticas presentes en el arroyo, se pueden afectar por los trabajos de esta etapa, debido a que el material producto de desmonte, despalme, excavaciones y residuos generados por el consumo de alimentos y las excretas de los trabajadores, pueden ser arrastrados por el agua de lluvia o viento o en su defecto, puede ser vertido accidental ó imprudencialmente en el arroyo, ocasionando incremento de turbiedad, lo que provoca la inhibición de la actividad fotosintética, por la disminución de la radiación solar en el cuerpo de agua.

Comunidades animales

Al igual que en el caso de las comunidades vegetales acuáticas, las comunidades animales acuáticas del arroyo, pueden afectarse en aquellos casos en que se puedan presentar derrames accidentales o imprudenciales, por la disposición inadecuada de combustibles y lubricantes como el diesel, aceite, estopas y otros materiales utilizados para la operación y el mantenimiento de la maquinaria y camiones de volteo, que se depositen cerca o en el cuerpo de agua.

Estas comunidades también pueden verse afectadas porque los materiales producidos por el desmonte, despalme, excavaciones, residuos generados por el consumo de alimentos y excretas de los trabajadores, se depositen provisionalmente en el suelo cerca de dicho cuerpo de agua, por lo que pueden ser arrastrados por la lluvia hacia el cuerpo receptor, contaminándolo.

Esta situación puede incrementar la turbiedad de las aguas, causando inhibición en la actividad fotosintética de las comunidades vegetales, lo cual a su vez afecta a las comunidades animales, debido a la cadena trófica.

Componente: Salud y seguridad

Salud de los trabajadores

Debido al uso de la maquinaria, equipo y camiones de volteo requeridos para la realización de las actividades de desmonte y despalme, excavaciones y carga y acarreo de material, durante la etapa de preparación del sitio, se generará la

dispersión de partículas del suelo en el aire y se producirán gases contaminantes y ruido. Además, los trabajadores estarán expuestos a la radiación solar a lo largo de la jornada de trabajo, por lo que pueden presentar deshidratación. Los factores mencionados anteriormente generan riesgos sobre la salud de los trabajadores.

Seguridad de los trabajadores

Existe riesgo de accidentes para los trabajadores durante el desarrollo de las actividades de preparación del sitio, ya que estarán expuestos al tránsito de la retroexcavadora y de los camiones de volteo en el sitio del proyecto, por lo que pueden resultar atropellados. El uso de la motosierra también puede ser un factor de riesgo en su seguridad, asimismo, durante los trabajos de excavaciones pueden estar expuestos a caídas, especialmente en aquellos sitios de trabajo en donde pueda presentarse inestabilidad de taludes.

Salud de la población

La salud de los habitantes de la localidad de Tlaquilpa, puede afectarse desfavorablemente por la exposición al ruido generado, las emisiones de gases de los motores de la maquinaria, equipo y camiones de volteo utilizados durante las actividades correspondientes a la preparación del sitio, así como por la suspensión de partículas del material generado por estos trabajos y por la acción del viento.

Seguridad de la población

La seguridad de los habitantes de Tlaquilpa, puede estar en riesgo debido a los accidentes que pueda ocasionar la circulación de la maquinaria y los camiones de volteo. Asimismo, las zanjas abiertas que se realicen por la actividad de excavaciones, constituyen otro factor de riesgo, porque los transeúntes que circulen por estas zonas pueden estar sujetos a caídas.

Componente: Aspectos socioeconómicos

Empleos directos

Para la operación de la retroexcavadora, equipo y camiones de volteo, así como por el personal requerido para las diferentes actividades de la etapa de preparación del sitio, se generarán empleos directos temporales.

Tráfico

Por la actividad de la retroexcavadora y camiones de volteo, se puede interrumpir el tránsito en el camino de acceso a la localidad de Tlaquilpa.

Paisaje

Existirá un deterioro del paisaje debido a la presencia de la maquinaria, equipo y de los camiones de volteo, utilizados durante la ejecución de las actividades de preparación del sitio que se realicen, así como por la presencia de material producto del desmonte, despalme y de las excavaciones dispuestos provisionalmente en el suelo.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Componente: Aire

Calidad del aire

Se deteriorará la calidad del aire, debido a que durante el desarrollo de las actividades de la etapa de construcción se utilizarán revolvedoras y vibradores para la fabricación del concreto, vibrocompactador para los rellenos y camiones de volteo para la carga y acarreo de material de banco. El equipo opera con gasolina y los camiones con gasolina y diesel, por lo cual se emitirán gases y humos contaminantes provenientes de los motores, tales como el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x) e hidrocarburos (HC), que pueden ser compuestos orgánicos volátiles y no volátiles, partículas de hollín y derivados de precursores de HC y ozono (O₃), como consecuencia de una fotooxidación, producto de la combustión incompleta de los motores. Sin embargo, se estima que las emisiones a la atmósfera, no rebasarán los niveles máximos permisibles indicados en las normas correspondientes.

Durante la realización de los trabajos de construcción de estructuras y en especial por la ejecución de los rellenos compactados con material de banco y producto de excavación depositados provisionalmente en el suelo, se afectará desfavorablemente la calidad del aire, debido a la generación de partículas en suspensión por el movimiento del material.

Además, por la carga y acarreo en camiones de volteo del material producto de excavación y de banco, se degradará la calidad del aire en la zona por donde

transiten estos vehículos, por la dispersión de partículas suspendidas y derrames de material durante su recorrido.

Intensidad de ruido

Se generará ruido en el sitio del proyecto, por la actividad del equipo (revolvedoras, vibradores y vibrocompactador) y de los camiones utilizados para realizar las actividades de la etapa de construcción.

Componente: Ambiente terrestre

Calidad del suelo

Durante el desarrollo de construcción de estructuras y rellenos compactados se puede producir la derrama accidental o imprudencial de gasolina y/o aceite utilizados para el equipo (revolvedoras, vibradores y vibrocompactador), lo cual puede contaminar el suelo, además de que estos trabajos alterarán las características estructurales del suelo (granulometría y contenido de humedad).

Asimismo, la disposición inadecuada de los residuos sólidos generados por el consumo de alimentos, residuos de materiales de construcción, así como las excretas de los trabajadores, también pueden contaminar el suelo.

Estabilidad

Durante el desarrollo de las actividades de construcción de las estructuras y de los rellenos compactados, las zanjas que continúan abiertas, aún implican un riesgo en la estabilidad del horizonte "B" suelo, que pueden originar erosión eólica e hídrica en los taludes, lo cual a su vez puede provocar derrumbes.

Terrenos agrícolas

Durante el desarrollo de las actividades de la etapa de construcción, consistentes en la construcción de estructuras, rellenos compactados y acarreos de material en camiones de volteo, se generará la diseminación de partículas suspendidas que posteriormente pueden quedar depositadas en los cultivos de los terrenos agrícolas, que se localizan en las inmediaciones del sitio del proyecto, lo cual puede tener un impacto adverso ya que las partículas de polvo sobre las hojas, afectan la función clorofílica de las plantas y por tanto, su productividad.

Comunidades vegetales

Al igual que en el impacto anterior, las partículas en suspensión generadas por las diferentes actividades de la etapa de construcción, especialmente por el acarreo de material en camiones de volteo, pueden quedar depositadas sobre las hojas de las comunidades vegetales naturales que se encuentran en las inmediaciones del sitio del proyecto, lo cual tiene un efecto adverso sobre la función clorofílica, o sea, la captación de energía por las comunidades vegetales terrestres.

Por otro lado, al realizar los trabajos de plantación de áreas verdes, se reestablecerán las comunidades vegetales asociadas.

Comunidades animales

Las actividades de la etapa de construcción pueden afectar el equilibrio de las comunidades animales, debido al ruido y los gases contaminantes emitidos por el equipo y a la suspensión de partículas contaminantes generadas por la realización de estas actividades, particularmente en las zonas próximas al proyecto.

Por otro lado, al ir realizando la actividad de plantación de áreas verdes, se crearán ambientes propicios para poblaciones animales.

Componente: Ambiente acuático

Escurrimiento

Al precipitar la lluvia sobre las zanjas abiertas en donde se desarrollen los trabajos de construcción, el agua queda estancada por lo que se altera el drenaje y el escurrimiento natural. Además, el material compactado y las estructuras de la planta de tratamiento forman una barrera para la infiltración de las aguas de lluvia, por lo cual se incrementa el volumen de agua y se modifican los patrones de escurrimiento. Esto último se acentúa, debido a que el material producto de excavación y de banco depositados provisionalmente en el suelo, también modifican los patrones de escurrimiento.

Cantidad de agua superficial

Debido al desarrollo de las actividades de la etapa de construcción, especialmente por los rellenos compactados que modifican el drenaje y escurrimiento naturales, se incrementará la cantidad de agua que escurre en el sitio del proyecto.

Calidad de aguas superficiales

La calidad de las aguas superficiales del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya puede resultar afectada durante la ejecución de las actividades de construcción, por el arrastre del viento o lluvia de sedimentos de material de banco o producto de excavación que se disponga provisionalmente en el suelo. Esto puede generar un incremento en la turbiedad y en la concentración de sólidos suspendidos y sedimentables. Por el uso del equipo, consistente en las revolventoras, vibradores y vibrocompactador en esta zona, existe riesgo de derramas accidentales o imprudenciales de gasolina y/o aceite, así como refacciones y estopas impregnadas generadas por la operación y mantenimiento de dicho equipo, lo cual también puede alterar la calidad de esta corriente de agua.

Infiltración

El material compactado y las estructuras de la planta de tratamiento reducirán la permeabilidad del suelo, dificultando el flujo normal de infiltración de agua y la recarga de los mantos acuíferos, debido a que estos elementos forman una barrera y en virtud de que reduce la capacidad de retención del agua. Además, el material de banco o producto de excavación depositado provisionalmente en el suelo, también afecta el escurrimiento natural y por consecuencia, la infiltración del agua.

Comunidades vegetales

Las comunidades vegetales acuáticas presentes en el arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya, pueden afectarse durante las actividades de la etapa de construcción, en virtud de que el material producto de excavación y de relleno para las zanjas, así como el material pétreo consistente en arena y grava, que se exponga provisionalmente en el suelo, queda expuesto a la acción del viento y de la lluvia, lo que puede generar el arrastre de sedimentos hacia el cuerpo de agua, contaminándolo. Esto origina un incremento en la turbiedad de las aguas, causando inhibición en la actividad fotosintética de las comunidades vegetales acuáticas, debido a la dificultad de que la radiación solar sea captada por estas comunidades.

De la misma forma, se pueden afectar a las comunidades vegetales, por la derrama accidental o imprudencial de gasolina y/o aceite así como refacciones y estopas impregnadas cerca o en el cuerpo de agua, que se utilizan para la

operación del equipo, consistente en las revolventoras, vibradores y vibrocompactador requerido para las actividades de la etapa de construcción.

Comunidades animales

Al igual que en el impacto anterior, las comunidades animales acuáticas del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya, pueden afectarse en aquellos casos en que el material producto de excavación y de relleno para las zanjas, así como el material pétreo consistente en arena y grava, que se exponga provisionalmente en el suelo, queda expuesto a la acción del viento y de la lluvia, lo que puede originar el arrastre de sedimentos hacia el cuerpo de agua. Esta condición genera turbiedad en el agua, disminuyendo consecuentemente la actividad fotosintética por disminución de la radiación solar en el cuerpo de agua, lo que se traduce en una inhibición del desarrollo de estas especies, las cuales sirven a su vez de alimento para las comunidades animales, debido a la cadena trófica

De la misma forma, las comunidades animales acuáticas se pueden afectar por la derrama accidental o imprudencial de gasolina y/o aceite, así como refacciones y estopas impregnadas, generadas por la operación y mantenimiento del equipo, consistente en revolventoras, vibradores y vibrocompactador, requeridos para el desarrollo de las actividades de la etapa de construcción.

Componente: Salud y seguridad

Salud de los trabajadores

La salud de los trabajadores se puede afectar por la generación y dispersión de las partículas, que se originen al realizar las actividades de construcción, especialmente durante el movimiento del material para el relleno y la compactación, lo que puede provocar enfermedades respiratorias e infecciones oftálmicas. Los trabajadores también estarán expuestos a la generación de gases contaminantes del equipo utilizado consistente en revolventoras, vibradores, vibrocompactador y los camiones utilizados para el acarreo de material y finalmente, la radiación solar, puede producirles deshidratación.

Seguridad de los trabajadores

Existe cierto riesgo en la seguridad de los trabajadores durante el desarrollo de las actividades de la etapa de construcción, en virtud de que las zanjas continúan

abiertas mientras se realiza la construcción de las estructuras, lo que puede originar accidentes por caídas.

Además, como consecuencia del acarreo de material producto de excavación y de banco, se intensifica el tráfico de camiones de volteo, aumentando el riesgo de lesionar y/o atropellar a los trabajadores que se encuentren circulando en esa área.

Salud de la población

La salud de los habitantes de la localidad de Tlaquilpa, puede afectarse desfavorablemente, por la exposición al ruido generado, las emisiones de gases de las revolvedoras, vibradores, vibrocompactador y de los camiones de volteo, utilizados durante la etapa de construcción y finalmente, la suspensión de partículas del material generado por estos trabajos y por la acción del viento, del material de banco y producto de excavación que se disponga provisionalmente en el suelo.

Seguridad de la población

Debido al incremento del tránsito de los camiones de volteo en las inmediaciones de la localidad de Tlaquilpa, durante el acarreo del material de banco requerido para la construcción del proyecto, la seguridad de los habitantes puede estar en riesgo, por el incremento en la probabilidad de accidentes, para conductores y transeúntes.

Asimismo, las zanjas abiertas constituyen otro factor de riesgo, porque los transeúntes que circulen por estas zonas pueden estar sujetos a caídas.

Componente: Aspectos socioeconómicos

Empleos directos

Se generarán empleos directos temporales, requeridos para realizar las diferentes actividades de la etapa de construcción.

Economía local

Con la creación de los empleos requeridos para los trabajos de esta etapa, se producirá una derrama económica que beneficiará la economía local, al contar los

trabajadores con una fuente de empleo y un mayor poder adquisitivo, que se traducirá en mejores condiciones de vida y consumiendo los productos y requiriendo de los servicios locales.

Tráfico

Se intensificará el tráfico por la zona en donde transiten los camiones de volteo, y de los que se encuentren estacionados para la carga del material.

Paisaje

El paisaje se verá afectado por la disposición en el suelo del material producto de excavación y de banco.

Además, los acarreos de material por los camiones, originarán deterioro de la calidad estética del sitio, por el incremento de la cantidad de vehículos que circulen por la zona del proyecto y de los que se encuentren estacionados para la carga ó descarga del material.

Por otra parte, se mejorarán las condiciones estéticas del entorno al sitio del proyecto, al realizar los trabajos de plantación de áreas verdes.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Componente: Aire

Microclima

Conforme las plantas de las áreas verdes se desarrollen y la cobertura vegetal superior aumente, la cantidad de radiación solar que llegue a la superficie disminuirá, ocasionando una disminución en la emisión de radiaciones infrarrojas del suelo. Esto influirá favorablemente en el gradiente vertical y horizontal de la temperatura y de la humedad, con lo cual se restaurará el microclima en la zona reforestada.

Calidad del aire

Durante el arranque, la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, se puede generar la emisión de malos olores, por los procesos de degradación implícitos en la digestión anaerobia.

Sin embargo se favorecerá la calidad del aire, al contar el sitio con árboles y arbustos, los cuales se encargarán de formar una barrera rompe vientos. De igual forma, servirán para absorber malos olores inherentes a la digestión anaerobia y a las propias aguas residuales crudas sin tratar, en el pretratamiento.

Componente: Ambiente terrestre

Calidad de suelo

Se mejorará la calidad del suelo en la localidad de Tlaquilpa, en virtud de que se dejarán de verter las aguas residuales, una vez que las aguas residuales sean recolectadas y tratadas durante el arranque y operación de la planta de tratamiento.

La disposición inadecuada de los residuos sólidos separados en el pretratamiento y en el tratamiento biológico, que se generan durante la operación de la planta, pueden contaminar el suelo, particularmente aquellos sólidos mayores de una pulgada, que generalmente están constituidos de materia orgánica e inorgánica, ya que las arenas son materiales inertes.

La derrama accidental de pinturas, solventes y otros materiales que se utilicen en el mantenimiento de las estructuras de la PTAR, afectarán la calidad del suelo.

Estabilidad

Al contar nuevamente el suelo con vegetación, se reestablecerá el horizonte "A", es decir, la capa de materia orgánica, que tiene una fuerte influencia sobre la estabilidad de la estructura del suelo.

Componente: Ambiente acuático

Esgurrimiento

Durante el arranque y operación de la planta de tratamiento, el suelo compactado y las estructuras constituyen una barrera para la infiltración del agua de lluvia, lo que reduce su permeabilidad y en consecuencia se altera el escurrimiento natural.

Sin embargo, mejorarán las condiciones de drenaje y escurrimiento del agua en la zona reforestada, por el reestablecimiento de la capa de materia orgánica, debido

al crecimiento de especies asociadas a los árboles, ya que esto permitirá retener el agua de lluvia, evitándose la erosión del suelo.

Cantidad de agua superficial

Durante el arranque y operación de la PTAR, el caudal de descarga incrementará la cantidad de agua que escurre en el arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya, lo que modifica sensiblemente la hidrodinámica de este cuerpo de agua.

Debido al reestablecimiento de la capa de materia orgánica, disminuirá la cantidad de agua que escurre, ya que se mejorarán las condiciones de drenaje del agua, y por lo tanto se permitirá retener mayor cantidad de agua de lluvia que se infiltre al suelo.

Calidad de agua superficial

Durante el arranque y operación de la planta de tratamiento, puede afectarse la calidad de las aguas superficiales que escurren en el arroyo que constituye una corriente tributaria del río Apatlahuaya, por la descarga de agua residual tratada, pero con concentraciones de DBO y sólidos remanentes que la planta no removerá.

Infiltración

Durante el arranque y operación de la planta de tratamiento, el suelo compactado y las estructuras constituyen una barrera para la infiltración del agua de lluvia, lo que reduce su permeabilidad.

Por otro lado, una vez que el sitio del proyecto sea reforestado, se mejorará el drenaje subterráneo, al contar el suelo con la capa de materia orgánica y árboles, que tienen la capacidad de retener agua, a la vez que permiten que se produzca una mejor infiltración al subsuelo.

Comunidades vegetales

Durante las actividades de arranque y operación, la descarga de la planta de tratamiento afectará sensiblemente a las comunidades vegetales presentes en el arroyo, por el contenido de DBO y sólidos suspendidos remanentes, que puede inhibir los procesos fotosintéticos.

Comunidades animales

Al igual que en el impacto anterior, las comunidades animales acuáticas pueden resultar afectadas al recibir el agua tratada durante la operación, en virtud del contenido de DBO y sólidos remanentes, que al inhibir los procesos fotosintéticos, afectan a las comunidades animales acuáticas presentes en el arroyo.

Componente: Salud y seguridad

Salud de los trabajadores

Durante las actividades de arranque y operación de la planta de tratamiento de aguas residuales, se puede afectar la salud de los trabajadores, al estar manipulando las aguas residuales para el muestreo y caracterización, así como el manejo del cloro utilizado para la desinfección del agua tratada.

Seguridad de los trabajadores

Existe cierto riesgo en la seguridad de los trabajadores, en virtud de que en la etapa de operación y mantenimiento, pueden sufrir caídas cuando se encuentren realizando actividades en la parte superior de los reactores de la planta, por la altura a la que se desplantarán con respecto al nivel de piso terminado.

Salud de la población

Debido al tratamiento de las aguas residuales, durante esta etapa, mejorará la salud de la población de Tlaquilpa, al evitar la exposición a las aguas residuales sin tratamiento y su disposición inadecuada.

Componente: Aspectos socioeconómicos

Infraestructura de servicios

La localidad de Tlaquilpa resultará beneficiada al contar con una infraestructura de servicios consistente en la planta de tratamiento, lo cual se traduce en una mejor calidad de vida.

Empleos directos

Se generará un empleo directo para la operación y mantenimiento del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales, durante el tiempo de vida útil de la planta, que se estima en un periodo de 10 años.

Paisaje

La calidad del paisaje se verá afectada durante la operación del proyecto, por la presencia de las estructuras que conforman el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Tlaquilpa.

Por otra parte, se mejorará la calidad estética del paisaje, conforme se integren los árboles al panorama de la zona de proyecto.

Además de la matriz de impactos relacionada con la Intensidad, se elaboraron las matrices de los impactos ambientales identificados correspondientes a la Intensidad, Temporalidad, Reversibilidad y Límites Espaciales. Estas matrices se incluyen en el Anexo XX para su pronta referencia.

VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A continuación se presentan las medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados. Se presenta la información agrupada según la etapa de proyecto en que se generen los impactos: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento.

De igual manera que en el apartado anterior, donde se presentaban los impactos ambientales generados, se describen las medidas de mitigación aplicables a cada componente y elemento ambiental: aire (microclima, calidad del aire e intensidad de ruido), ambiente terrestre (calidad de suelo, pérdida de suelo, estabilidad, terrenos agrícolas, comunidades vegetales y comunidades animales) ambiente acuático (escurrimiento, cantidad de agua superficial, calidad de agua superficial, infiltración, calidad de agua subterránea, comunidades vegetales y comunidades animales), salud y seguridad (salud de los trabajadores, seguridad de los trabajadores, salud de la población, seguridad de la población) y aspectos socioeconómicos (infraestructura de servicios, empleos directos, economía local, tráfico y paisaje).

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Componente Ambiental: AIRE

Calidad del aire

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo y los camiones de volteo utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las normas oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los motores de gasolina.

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente en el suelo, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Retirar inmediatamente del suelo el material producto de desmonte, despalme y excavación, para evitar su exposición a la acción del viento (erosión eólica) y el agua (erosión hídrica).

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie o los materiales en el suelo, durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Intensidad de ruido

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, la maquinaria y los camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Componente ambiental: AMBIENTE TERRESTRE

Calidad de suelo

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones de volteo, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT, para el transporte y la disposición final de los mismos.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Prohibir que se realice mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Dotar de una letrina sanitaria en el sitio del proyecto, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Pérdida de suelo

No tiene medidas de mitigación.

Estabilidad

Construir los taludes de las zanjas durante las excavaciones, de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.

Proteger la zona de taludes con tablaestacado (ademes de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.

Realizar los trabajos de excavaciones de forma secuencial con el resto de actividades, para disminuir el tiempo de exposición de la zanja.

Terrenos agrícolas

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente en el suelo, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las siguientes normas oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel,

NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los motores de gasolina.

Comunidades vegetales

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente en el suelo, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las siguientes normas oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los motores de gasolina.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Comunidades animales

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las siguientes normas oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los motores de gasolina.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados, cuenten con los sistemas de

escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Componente ambiental: AMBIENTE ACUÁTICO

Esgurrimiento

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no afectar el escurrimiento natural.

Retirar el material producto de desmonte, despalme y excavación tan pronto como sea posible, evitando dejar expuesto el material en el suelo y zanjas abiertas por periodos prolongados.

Realizar los trabajos de desmonte, despalme, excavación y acarreo del material de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Cantidad de agua superficial

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no afectar el escurrimiento natural.

Retirar el material producto de desmonte, despalme y excavación tan pronto como sea posible, evitando dejar expuesto el material en el suelo y zanjas abiertas por periodos prolongados.

Realizar los trabajos de desmonte, despalme y excavación de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Calidad de agua superficial

Evitar que se lleven a cabo los trabajos de esta etapa en época de lluvias, para reducir el impacto sobre la calidad de las aguas del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Prohibir el depósito del material producto de desmonte, despalme y excavación cerca o sobre el arroyo.

Realizar los trabajos de desmonte, despalme y excavación de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Prohibir que se realice mantenimiento al equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Prohibir el lavado del equipo, maquinaria y camiones de volteo cerca o directamente en el arroyo.

Dotar de una letrina, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Infiltración

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no modificar la recarga de los acuíferos.

Realizar los trabajos de desmonte, despalde y excavación de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Retirar el material producto de desmonte, despalde y excavación tan pronto como sea posible, evitando dejar expuesto el material en el suelo y zanjas abiertas por periodos prolongados.

Comunidades vegetales

Evitar que se lleven a cabo los trabajos de esta etapa en época de lluvias, para reducir el impacto sobre la calidad de las aguas del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Prohibir el depósito del material producto de desmonte, despalde y excavación cerca o sobre el arroyo.

Realizar los trabajos de desmonte, despalde y excavación de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Prohibir que se realice mantenimiento al equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Prohibir el lavado del equipo, maquinaria y camiones de volteo cerca o directamente en el arroyo.

Dotar de una letrina, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Comunidades animales

Evitar que se lleven a cabo los trabajos de esta etapa en época de lluvias, para reducir el impacto sobre la calidad de las aguas del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Prohibir depositar el material producto de desmonte, despalme o excavaciones cerca o sobre el arroyo.

Realizar los trabajos de desmonte, despalme y excavación de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Prohibir el lavado del equipo, maquinaria y camiones de volteo cerca o directamente en el arroyo.

Dotar de una letrina, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Prohibir que se realice mantenimiento al equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones de volteo, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Componente ambiental: SALUD Y SEGURIDAD

Salud de los trabajadores

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Dotar a los trabajadores de cubrebocas, para la protección y evitar la exposición a gases y polvos.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones para que estos cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente con las siguientes normas oficiales mexicanas: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel y NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel.

Proporcionar a los trabajadores de tapones auditivos, para evitar daños por la exposición al ruido.

Rotar a los trabajadores durante la jornada laboral para minimizar la exposición a ruidos y gases de combustión emitidos por el equipo, maquinaria y camiones de volteo.

Dotar a los trabajadores de agua potable para prevenir la deshidratación y prevenir enfermedades.

Seguridad de los trabajadores

Proveer a los trabajadores que realizan su trabajo a pie, de un chaleco de colores vivos que les permitan ser identificados con facilidad.

Conformar una comisión mixta de seguridad e higiene, en la que participen la empresa encargada de la construcción de la obra y el personal de supervisión, que establezca las medidas preventivas para evitar accidentes en el desarrollo de la obra, incluyendo letreros alusivos al sitio en donde estará trabajando la maquinaria y equipo.

Construir los taludes de las zanjas de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.

Dotar a los trabajadores de equipo de protección consistente en guantes, botas, googles y cascos.

Proteger la zona de taludes con tablaestacado (ademes de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.

Instalar la señalización requerida y acordonar el área de trabajo, para evitar riesgo de accidentes.

Salud de la población

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones de volteo, para que las emisiones producidas por la combustión cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las siguientes normas oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, maquinaria pesada y camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de desmonte, despalme, excavaciones, carga y acarreo de material y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Prohibir que los camiones de volteo circulen con el escape abierto.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones de volteo, para minimizar la dispersión de las partículas del material y su posterior depósito sobre el suelo.

Seguridad de la población

Limitar la velocidad máxima de los camiones de volteo a 40 km/h para reducir el riesgo de accidentes.

Instalar señalización relativa a la presencia de maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, y acordonar el área de trabajo, para evitar el riesgo de accidentes.

Componente ambiental: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Empleos directos

No requiere de medidas de mitigación, por tratarse de un impacto positivo. Se recomienda que la contratación de personal para ejecutar los trabajos sea local, de tal forma que la derrama económica sea en beneficio de la misma localidad.

Tráfico

Proporcionar rutas alternativas para reducir las afectaciones sobre el tráfico derivadas de la circulación de los camiones de volteo durante las actividades de preparación del sitio.

Realizar los trabajos de manera secuencial con el resto de las actividades, para disminuir el tiempo de ejecución de los trabajos y por lo tanto, el tiempo en que la maquinaria y camiones de volteo interrumpen el tráfico.

Paisaje

Retirar de inmediato el material producto de desmonte, despalme y excavación, conforme se avance con los trabajos, para disminuir el tiempo de exposición y su efecto sobre el paisaje.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

Componente ambiental: AIRE

Calidad del aire

Humedecer el suelo antes de iniciar los trabajos de rellenos compactados, construcción de estructuras, carga y acarreo de materiales, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión partículas en el aire.

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie o los materiales generados, durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo (revolvedora, vibrador y vibrocompactador) y a los camiones utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores utilizada, cumpla con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las normas oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de

emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Intensidad de ruido

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo y los camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebasen los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Componente ambiental: AMBIENTE TERRESTRE

Calidad de suelo

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo y los camiones utilizados, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT, para el transporte y la disposición final de los mismos.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Prohibir que se realice mantenimiento al equipo y a los camiones el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Dotar de una letrina sanitaria, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Estabilidad

Construir los taludes de las zanjas de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.

Proteger la zona de taludes con tablaestacado (ademes de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.

Realizar las actividades de esta etapa de forma secuencial con el objeto de disminuir el tiempo de exposición de las zanjas abiertas, disminuyendo así el riesgo de accidentes por inestabilidad de taludes.

Terrenos agrícolas

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y a los camiones utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las normas oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de construcción y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente en el suelo, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Comunidades vegetales

Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de construcción y durante el desarrollo de estas actividades, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y a los camiones utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las normas oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Comunidades animales

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo y los camiones utilizados, cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Humedecer el material conforme se realicen los trabajos de construcción, rellenos y acarreos de materiales, para evitar en lo posible la generación de partículas en suspensión en el aire.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.

Componente ambiental: AMBIENTE ACUÁTICO

Esgurrimiento

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no afectar la calidad del agua del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Cantidad de agua superficial

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no afectar el escurrimiento natural.

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Calidad de agua superficial

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias, para no afectar la calidad del agua del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Realizar los trabajos de rellenos compactados, construcción de estructuras y carga y acarreo de material de forma secuencial, con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Dotar de una letrina sanitaria, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Prohibir que se realice mantenimiento al equipo y a los camiones en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Prohibir el lavado del equipo y utensilios cerca o directamente en el arroyo.

Prohibir el depósito de material de banco o producto de excavación cerca del arroyo.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo y camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia publica municipal.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Infiltración

Evitar que se lleven a cabo estos trabajos en época de lluvias, para no modificar la recarga de los acuíferos.

Realizar los trabajos de rellenos compactos, construcción de estructuras, carga y acarreo de materiales de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Retirar inmediatamente del suelo el material utilizado en estas actividades para evitar su exposición a la acción del viento (erosión eólica) y el agua (erosión hídrica).

Comunidades vegetales

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en épocas de lluvias, para disminuir el arrastre de sedimentos que aumenten la turbiedad y reducen la capacidad fotosintética de las especies vegetales acuáticas.

Prohibir el depósito de material de banco o producto de excavación cerca del arroyo.

Dotar de una letrina sanitaria, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Prohibir que se realice mantenimiento del equipo y camiones en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento de los equipo y los camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Prohibir el lavado del equipo y utensilios cerca o directamente en el arroyo.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Comunidades animales

Evitar que se lleven a cabo los trabajos en épocas de lluvias, para disminuir el arrastre de sedimentos que aumenten la turbiedad y que reducen la calidad de las aguas.

Prohibir el depósito de material de banco o producto de excavación cerca del arroyo.

Dotar de una letrina sanitaria, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.

Prohibir que se realice mantenimiento del equipo y los camiones en la zona del sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.

Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento de los equipo y los camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

Prohibir el lavado del equipo y utensilios cerca o directamente en el arroyo.

Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.

Componente ambiental: SALUD Y SEGURIDAD

Salud de los trabajadores

Humedecer el material antes de iniciar las actividades de construcción y durante el desarrollo de las mismas, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Dotar a los trabajadores de cubrebocas, para la protección a la exposición a gases y polvos.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y camiones utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores utilizada, cumpla con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las normas oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel y la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel, y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo con el objeto de que los equipos y camiones, cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio y los motores debidamente afinados, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.

Dotar a los trabajadores de agua potable para prevenir la deshidratación y prevenir enfermedades.

Proporcionar a los trabajadores de tapones auditivos, para evitar daños por la exposición al ruido

Rotar a los trabajadores durante la jornada laboral para minimizar la exposición a ruidos y gases de combustión emitidos por el equipo y camiones de volteo.

Seguridad de los trabajadores

Proteger la zona de taludes con tablaestacado (ademes de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.

Construir los taludes de las zanjas de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.

Instalar la señalización requerida y acordonar el área de trabajo, para evitar riesgo de accidentes.

Dotar a los trabajadores de equipo de protección consistente en guantes, botas, googles y cascos.

Proveer a los trabajadores que realizan su trabajo a pie de un chaleco de colores vivos que les permitan ser identificados con facilidad.

Conformar una comisión mixta de seguridad e higiene, en la que participen la empresa encargada de la construcción de la obra y el personal de supervisión, que establezca las medidas preventivas para evitar accidentes en el desarrollo de la obra, incluyendo letreros alusivos en el sitio de trabajo.

Salud de la población

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo con el objeto de que el equipo y camiones, cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 y NOM-081-SEMARNAT-1994.

Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo y camiones de volteo para que las emisiones producidas por la combustión cumplan con la

normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las siguientes normas oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

Prohibir que los camiones de volteo circulen con el escape abierto.

Humedecer el material antes de iniciar las actividades de construcción y durante el desarrollo de las mismas, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.

Cubrir con lonas las cajas de los camiones de volteo, para minimizar la dispersión de las partículas del material y su posterior depósito sobre el suelo.

Seguridad de la población

Limitar la velocidad máxima de los camiones a 40 km/h en zona habitada para reducir el riesgo de accidentes.

Instalar la señalización requerida y acordonar el área de trabajo, para evitar riesgo de accidentes.

Componente ambiental: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Empleos directos

No requiere de medidas de mitigación, por tratarse de un impacto positivo. Se recomienda que la contratación de personal para ejecutar los trabajos sea local.

Economía local

No requiere de medidas de mitigación, por tratarse de un impacto positivo.

Tráfico

Proporcionar rutas alternativas para reducir las afectaciones sobre el tráfico derivadas de la circulación de los camiones durante las actividades de construcción.

Realizar los trabajos de manera secuencial con el resto de las actividades, para disminuir el tiempo de ejecución de los trabajos y por lo tanto, el tiempo en que los camiones de volteo interrumpan el tráfico.

Paisaje

Retirar de inmediato el material producto de excavación y de banco, conforme se avance con los trabajos, para disminuir el tiempo de exposición y su efecto sobre el paisaje.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**Componente ambiental: AIRE****Microclima**

No tiene medidas de mitigación ya que se trata de un impacto positivo.

Calidad del aire

Captar el biogás producido por los reactores mediante tubería PAD y pasarlo a través de una columna de carbón activado y limaduras de hierro, para disminuir la generación de malos olores.

Componente ambiental: AMBIENTE TERRESTRE**Calidad de suelo**

Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos que se generen en el sitio del proyecto y asegurar su traslado al sitio de disposición final.

Estabilidad

No requiere de medidas de mitigación por tratarse de un impacto positivo.

Componente ambiental: AMBIENTE ACUÁTICO**Esgurrimiento**

No tiene medidas de mitigación.

Cantidad de agua superficial

No tiene medidas de mitigación.

Calidad de agua superficial

Proporcionar la operación y mantenimiento de la PTAR adecuadas para asegurar que la calidad del agua en la descarga de la planta, se mantenga en la eficiencia de diseño.

Infiltración

No tiene medidas de mitigación.

Comunidades vegetales

Proporcionar la operación y mantenimiento de la PTAR adecuadas para asegurar que la calidad del agua en la descarga de la planta, se mantenga en la eficiencia de diseño.

Comunidades animales

Proporcionar la operación y mantenimiento de la PTAR adecuadas para asegurar que la calidad del agua en la descarga de la planta, se mantenga en la eficiencia de diseño.

Componente ambiental: SALUD Y SEGURIDAD**Salud de los trabajadores**

Dotar al personal de mascarillas, guantes, y material de protección para realizar el muestreo de las aguas residuales y la preparación de la solución de cloro.

Seguridad de los trabajadores

Instalar un barandal perimetral o alguna otra obra de protección en los reactores, que sirva como seguridad para evitar posibles caídas de los trabajadores.

Salud de la población

No requiere de medidas de mitigación por tratarse de un impacto positivo.

Componente ambiental: ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS**Infraestructura de servicios**

No requiere de medidas de mitigación, por tratarse de un impacto benéfico.

Empleos directos

No requiere de medidas de mitigación por tratarse de un impacto benéfico.

Paisaje

No tienen medidas de mitigación.

VI.2 IMPACTOS RESIDUALES

A partir de los impactos ambientales identificados, descritos y evaluados, así como las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales, desarrollados en las secciones anteriores, en esta parte, se procedió a identificar los impactos residuales que generaría el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Tlaquilpa, municipio de Tlaquilpa en el estado de Veracruz.

A continuación se relacionan los impactos clasificados como residuales, que son aquellos cuyo efecto permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación propuestas para la etapa de preparación del sitio (cuadro 6.1), para la etapa de construcción (cuadro 6.2) y para la etapa de operación y mantenimiento (cuadro 6.3).

Los cuadros mencionados anteriormente, están formados por 5 columnas, cuya información se detalla a continuación. En la primera columna se indica la actividad

que genera el impacto. En la segunda, el elemento ambiental impactado. La tercera indica el número de impacto que corresponde con el asignado en la sección de identificación, descripción y evaluación de impactos ambientales. La cuarta columna indica la certidumbre de la aplicación de la medida de mitigación y por último en la quinta columna, la dimensión del impacto reducido.

Cuadro 6.1. Impactos residuales generados en la preparación del sitio

Actividad	Elemento Ambiental	Número de impacto	Certidumbre de aplicación	Grado de reducción (%)
Uso de maquinaria y camiones de volteo	Calidad del suelo	3	Sí	80
	Comunidades vegetales terrestres	4	Sí	80
	Comunidades animales terrestres	5	Sí	80
Desmante y Despalme	Comunidades vegetales terrestres	22	Sí	80
	Comunidades animales Terrestres	23	Sí	80
Excavaciones	Estabilidad	39	Sí	80

Cuadro 6.2. Impactos residuales generados durante la etapa de construcción

Actividad	Elemento Ambiental	Número de impacto	Certidumbre de aplicación	Grado de reducción (%)
Uso de equipo y camiones de volteo	Calidad de suelo	69	Sí	80
	Comunidades vegetales terrestres	71	Sí	80
	Comunidades animales Terrestres	72	Sí	80

Cuadro 6.2. Impactos residuales generados durante la etapa de construcción (continuación)

Actividad	Elemento Ambiental	Número de impacto	Certidumbre de aplicación	Grado de reducción (%)
Rellenos compactados	Estabilidad	87	Sí	80

Cuadro 6.3. Impactos residuales en la etapa de operación y mantenimiento

Actividad	Elemento Ambiental	Número de impacto	Certidumbre de aplicación	Grado de reducción (%)
Operación de la planta	Calidad del aire	152	No	85

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 PRONÓSTICO DEL ESCENARIO

En esta sección se presenta una proyección en la que se ilustra el resultado de la acción de las medidas de mitigación, sobre los impactos ambientales relevantes y críticos, incluyendo los impactos residuales, los no mitigables y los mecanismos de autorregulación y la estabilización de los ecosistemas.

Para realizar este análisis, las medidas de mitigación se agruparon de acuerdo al elemento ambiental que benefician, como se detalla a continuación:

1.- Medidas de mitigación que previenen y mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la salud de los trabajadores:

- Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de preparación del sitio y construcción y durante el desarrollo de las mismas, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.
- Dotar a los trabajadores de cubrebocas, para la protección y evitar la exposición a gases y polvos.
- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, maquinaria y camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones para que estos cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente con las siguientes normas oficiales mexicanas: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel y NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel.

- Proporcionar a los trabajadores de tapones auditivos, para evitar daños por la exposición al ruido.
- Rotar a los trabajadores durante la jornada laboral para minimizar la exposición a ruidos y gases de combustión emitidos por el equipo, maquinaria y camiones de volteo.
- Dotar a los trabajadores de agua potable para prevenir la deshidratación y prevenir enfermedades.
- Dotar al personal de mascarillas, guantes, y material de protección para realizar el muestreo de las aguas residuales y la preparación de la solución de cloro.

2.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la seguridad de los trabajadores:

- Proveer a los trabajadores que realizan su trabajo a pie, de un chaleco de colores vivos que les permitan ser identificados con facilidad.
- Conformar una comisión mixta de seguridad e higiene, en la que participen la empresa encargada de la construcción de la obra y el personal de supervisión, que establezca las medidas preventivas para evitar accidentes en el desarrollo de la obra, incluyendo letreros alusivos al sitio en donde estará trabajando la máquina.
- Proteger la zona de taludes con tablaestacado (ademes de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.
- Construir los taludes de las zanjas de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.
- Dotar a los trabajadores de equipo de protección consistente en guantes, botas, googles y cascos.
- Instalar la señalización requerida y acordonar el área de trabajo, para evitar riesgo de accidentes.
- Instalar un barandal perimetral o alguna otra obra de protección en los reactores, que sirva como seguridad para evitar posibles caídas de los trabajadores.

3.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la salud y seguridad de la población:

- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo al equipo, maquinaria y camiones de volteo, para que las emisiones producidas por la combustión cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a

la atmósfera, particularmente las siguientes Normas Oficiales: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación de gasolina.

- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, maquinaria pesada y camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de preparación del sitio y construcción, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.
- Prohibir que los camiones de volteo circulen con el escape abierto.
- Cubrir con lonas las cajas de los camiones de volteo, para minimizar la dispersión de las partículas del material y su posterior depósito sobre el suelo.
- Limitar la velocidad máxima de los camiones de volteo a 40 km/h para reducir el riesgo de accidentes.
- Instalar señalización relativa a la presencia de maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, y acordonar el área de trabajo, para evitar el riesgo de accidentes.

4.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la calidad del suelo:

- Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones de volteo, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT, para el transporte y la disposición final de los mismos.

- Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.
- Prohibir que se realice mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.
- Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.
- Dotar de una letrina sanitaria en el sitio del proyecto, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.

5.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la calidad del agua:

- Evitar que se lleven a cabo los trabajos de esta etapa en época de lluvias, para reducir el impacto sobre la calidad de las aguas del arroyo que es corriente tributaria del río Apatlahuaya.
- Prohibir el depósito del material producto de desmonte, despalme y excavación cerca o sobre el arroyo tributario del río Apatlahuaya.
- Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.
- Prohibir que se realice mantenimiento al equipo, maquinaria y camiones de volteo en el sitio del proyecto, debiendo hacerse en los lugares autorizados para tal efecto.
- Almacenar los combustibles en lugares cubiertos, con ventilación y con las características necesarias para evitar los riesgos de derrames accidentales o imprudenciales.
- Prohibir el lavado del equipo, maquinaria y camiones de volteo cerca o directamente en el arroyo.
- Dotar de una letrina, para que los trabajadores realicen sus necesidades fisiológicas.
- Realizar una gestión adecuada de los residuos peligrosos generados por el mantenimiento del equipo, maquinaria y camiones, tales como refacciones, aceite usado y estopas, instalando recipientes para la recolección selectiva de estos residuos y contratando los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el transporte y la disposición final de los mismos.

- Realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos que se generen en el sitio del proyecto, instalando recipientes para la recolección de estos residuos y su posterior disposición final a través del servicio de limpia pública municipal.
- Proporcionar la operación y mantenimiento de la PTAR adecuadas para asegurar que la calidad del agua en la descarga de la planta, se mantenga en la eficiencia de diseño.

6.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar el escurrimiento, infiltración y estabilidad del suelo:

- Evitar que se lleven a cabo los trabajos en época de lluvias.
- Retirar el material utilizado tan pronto como sea posible, evitando dejar expuesto el material en el suelo y zanjas abiertas por periodos prolongados.
- Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie y los materiales generados durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.
- Construir los taludes de las zanjas durante las excavaciones, de tal manera que conserven una inclinación máxima, igual al ángulo de reposo del material para evitar derrumbes.
- Proteger la zona de taludes con tablaestacado (además de madera), para evitar derrumbes en los casos de que pueda presentar cierta inestabilidad.

7.- Medidas de mitigación que previenen o mitigan los impactos ambientales que pueden afectar la calidad del aire:

- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo y los camiones de volteo utilizados, para que las emisiones producidas por la combustión de los motores, cumplan con la normatividad vigente en materia de control de emisiones a la atmósfera, particularmente las Normas Oficiales siguientes: NOM-044-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en planta a diesel, la NOM-045-SEMARNAT-1996, que establece los parámetros máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diesel y la NOM-041-SEMARNAT-1999, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los motores de gasolina.
- Proporcionar mantenimiento preventivo y correctivo, con el objeto de que el equipo, la maquinaria y los camiones de volteo utilizados cuenten con los sistemas de escape en buenas condiciones de servicio, para que no rebase

los valores máximos permisibles que establecen las normas NOM-080-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición y la NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

- Humedecer el suelo antes de iniciar las actividades de preparación del sitio y construcción y durante el desarrollo de las mismas, incluyendo humedecer el material que se deposite provisionalmente en el suelo, para evitar en lo posible, la suspensión de las partículas en el aire.
- Retirar inmediatamente del suelo el material utilizado, para evitar su exposición a la acción del viento (erosión eólica) y el agua (erosión hídrica).
- Realizar los trabajos de forma secuencial con el resto de actividades, para evitar dejar expuesta la superficie o los materiales en el suelo, durante largos periodos a la erosión hídrica y eólica.
- Cubrir con lonas las cajas de los camiones durante el recorrido, para minimizar la dispersión de las partículas del material que se pretenda acarrear.
- Captar el biogás producido por los reactores, mediante tubería PAD y pasarlo a través de una columna de carbón activado y limaduras de hierro, para disminuir la generación de malos olores.

VII.2 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El programa de vigilancia ambiental tiene la función básica de establecer el sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación propuestas para los impactos ambientales identificados.

Por lo tanto, para cumplir con este objetivo es necesaria la participación de todos los usuarios de la planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Tlaquilpa, para dar continuidad a la preservación del ambiente y para evitar daños y afectaciones en los alrededores, haciendo de carácter permanente los beneficios ecológicos planeados y estipulados en la normatividad ambiental.

Se deben tener en claro los aspectos del entorno que se van a vigilar, para que se asegure la realización de las medidas de mitigación durante cada etapa del proyecto, por lo que se requerirá de la elaboración de los siguientes instrumentos:

- *Bitácora*: En esta se especifican las actividades realizadas durante el día.

- *Reporte mensual:* En este reporte se señala el desarrollo de las actividades de la obra, además de indicar la forma en que se lleva a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- *Memoria fotográfica:* El reporte mensual debe incluir un anexo fotográfico (memoria fotográfica). Las fotografías que se incluyan deben avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- *Reporte final:* Este se debe elaborar para la evaluación y la conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entrega un informe final a las autoridades que así lo requieran.

Componentes del Programa de Vigilancia Ambiental

Se debe implementar el programa de vigilancia ambiental, que incluye una serie de subprogramas para prevenir o mitigar los impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Estos subprogramas se implementan para las diferentes actividades del proyecto y se clasifican en dos grupos generales: los permanentes y los especiales.

Los subprogramas permanentes son aquellos subprogramas de aplicación que continuarán durante la vida del proyecto. Los subprogramas permanentes incluirán:

- Subprogramas de prevención y mitigación
- Subprogramas de supervisión y control ambiental
- Subprogramas de capacitación

Subprograma de Prevención y Mitigación

Como se mencionó anteriormente dentro del programa de vigilancia ambiental, el objetivo es proporcionar las medidas ambientales necesarias para evitar, corregir y mitigar los posibles impactos que se puedan producir por las actividades propias al desarrollo del proyecto.

La aplicación de estas medidas garantizará un manejo adecuado al medio físico, biológico y social. La importancia de este subprograma radica en que muchas de las medidas se implementan durante el desarrollo de las actividades del proyecto, lo que permite un manejo adecuado de los recursos naturales con una mínima alteración.

Manejo de los Residuos Sólidos Urbanos

Los residuos sólidos no peligrosos que no puedan reciclarse o reusarse, de no ser el caso, deberán ser dispuestos en donde lo indique la autoridad competente. Los residuos peligrosos y especiales serán recolectados por una empresa autorizada por la SEMARNAT para el manejo de los mismos.

Las medidas preventivas incluirán:

- Un programa de manejo de residuos urbanos basado en la preclasificación de los mismos y su disposición en forma separada
- La instalación de contenedores con rótulos para su identificación en los frentes de trabajo
- Disponer de contenedores específicos para cada tipo de residuo y hacer campañas para que el personal no deposite residuos peligrosos y no peligrosos en los contenedores asignados para los residuos urbanos.
- Diariamente se procederá a la recolección de los residuos urbanos y su disposición adecuada

Flora y fauna

Medidas de Prevención

- Realizar los estudios que permitan implementar un programa diseñado para proteger y mantener la flora y fauna y minimizar la alteración de los hábitats, también se debe iniciar un programa para restaurar en su caso, la vegetación afectada durante el proceso de construcción.
- Establecer programas de monitoreo y alerta temprana para prevenir cambio en los hábitat.

Medidas de Mitigación

- Iniciar un programa para restaurar el área afectada por las actividades del proyecto.

Subprograma de Supervisión y Control Ambiental

El subprograma de supervisión y control ambiental tiene como objetivo verificar que los diferentes subprogramas ambientales, se cumplan y desarrollen de acuerdo a lo propuesto para el proyecto, dentro de un marco constituido por las

políticas ambientales, las buenas prácticas operativas y el sistema de mejora continua.

El subprograma de supervisión y control también dedica esfuerzos para supervisar todos los sistemas y procedimientos propuestos para contar con un adecuado control ambiental.

El subprograma de supervisión y control ambiental busca en todo momento que las actividades se desarrollen en cumplimiento con los límites máximos permisibles, de conformidad con la normatividad existente.

Subprograma de Monitoreo Ambiental

El programa de monitoreo ambiental se diseña para recolectar y registrar datos analíticos, con el fin de evaluar el impacto ambiental a través del tiempo, a fin de tomar las medidas de mitigación pertinentes y en forma oportuna.

Subprogramas de Capacitación Ambiental

El subprograma de capacitación ambiental está dirigido al personal técnico y empleados que trabajarán en la obra, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación. Un requisito indispensable para su ejecución, es la participación conciente e informada de todos los involucrados, lo cual permite evitar o minimizar los impactos adversos al ambiente en el área de influencia del proyecto.

El objetivo del subprograma de capacitación es educar y capacitar al personal de obra y a la población que se encuentra dentro del área de influencia del proyecto, con los procedimientos para prevenir y/o mitigar posibles daños a los diferentes componentes ambientales, así como a la infraestructura, durante el desarrollo de sus actividades diarias. Un componente vital del subprograma de capacitación es la formación de la conciencia ambiental de todo el personal.

La capacitación al personal de obra consiste en charlas iniciales de los compromisos ambientales del proyecto y sobre aspectos de seguridad ocupacional, tanto generales a la obra como específicos al trabajo a realizar. Se incide sobre la responsabilidad de los trabajadores en el cumplimiento de estos compromisos. A cada trabajador se le proporciona un manual básico de educación ambiental. También se ubican cartillas de educación ambiental en lugares visibles.

Se producen cartillas adicionales en donde los procedimientos se ilustren con dibujos, con el fin de facilitar su comprensión.

El procedimiento utilizado suele partir de un problema, a veces de una problemática más compleja, permitiendo conectar más vivamente con los intereses de la población, permite trabajar las actitudes, valores y normas como parte esencial, desde la perspectiva de una nueva ética basada en la idea de que la humanidad debe sobrevivir utilizando la naturaleza, de tal modo que los impactos puedan ser absorbidos por la capacidad equilibradora de los sistemas, buscando nuevas formas de relación con el medio que reporten una armonía de las partes entre sí y las partes con el todo.

En el Cuadro 7.1 se muestran los costos que integran el programa de vigilancia ambiental para el proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales para la comunidad de Tlaquilpa, municipio de Tlaquilpa, Ver., en donde se puede observar que el costo estimado de los insumos para aplicar las medidas de mitigación es de \$ 27,842.19.

Cuadro 7.1 Integración de costos del Programa de Vigilancia Ambiental

Concepto	Unidad	Cantidad	P.U.	Importe
Agua potable	Lote	54	\$ 18.00	\$ 972.00
Cubrebocas	Pza	45	\$ 3.00	\$ 135.00
Mascarillas	Pza	2	\$ 180.00	\$ 360.00
Tapones auditivos	Pza	30	\$ 16.50	\$ 495.00
Guantes	Jgo	15	\$ 50.00	\$ 750.00
Botas	Jgo	5	\$ 250.00	\$ 1,250.00
Googles	Pza	15	\$ 31.50	\$ 472.50
Cascos	Pza	15	\$ 58.00	\$ 870.00
Chalecos	Pza	15	\$ 58.50	\$ 877.50
Ademes de madera	m ²	653.10	\$ 10.00	\$ 6,531.00
Señalización	Jgo	2	\$ 248.80	\$ 497.60
Letrina sanitaria	Pza	1	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
Gestión de RP'S	Lote	1	\$ 2,800.00	\$ 2,800.00
Gestión de RSU	Lote	1	3,400.00	\$ 3,400.00
Lonas para camiones	Lote	2	\$ 150.00	\$ 300.00
Mantenimiento a maquinaria y camiones	Lote	1	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
Subtotal				\$24,210.60
I.V.A.				\$ 3,631.59
Total				\$ 27,842.19

Las cantidades de insumos se estimaron a partir de considerar de que se requieren de 15 trabajadores en promedio para las etapas de preparación del sitio y construcción.

Para los ademes de madera, se estimó que el 10 % del total de la superficie de excavaciones, sería necesario proteger para la estabilidad de los taludes.

VII.3 CONCLUSIONES

El proyecto consiste en la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de una planta de tratamiento de aguas residuales en la localidad de Tlaquilpa, ubicada en el municipio de Tlaquilpa, en el estado de Veracruz. Con la implementación de este proyecto, se pretende cubrir con este servicio al 100 % de la población actual y futura de Tlaquilpa. La población de proyecto para el año 2017, considerando un horizonte de 10 años, es de 767 habitantes. El gasto medio de agua residual que se pretende tratar es de 0.92 lps.

Los elementos que integran el proyecto consisten en el pretratamiento, caja para dar carga, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio de flujo ascendente, lechos de secado, filtro de carbón activado y sistema de desinfección.

Respecto a la caracterización ambiental, la zona en donde se ubica el proyecto, corresponde a bosque mesófilo de coníferas que ha sido perturbado por actividades antropogénicas. En particular el predio en donde se pretende ubicar el proyecto, se localiza a una distancia de 400 m de la localidad de Tlaquilpa y en algunos de los predios colindantes se desarrollan actividades agrícolas.

Los elementos ambientales que pueden integrarse o aprovecharse en su desarrollo son los siguientes:

- La superficie de 759.32 m² que se destinará para áreas verdes y que corresponde al 75.93 % de la superficie total del predio, en virtud de que el 24.07 % restante, será ocupada por las instalaciones de la planta.
- Una parte del material producto de excavación que se utilizará para rellenos.
- La mano de obra local, a través de la participación de trabajadores de la zona, especialmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción.
- El arroyo en donde se pretende realizar la descarga del agua tratada, que consiste en una corriente tributaria del río Apatlahuaya.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, el ambiente acuático y el terrestre son los principales elementos ambientales que pueden ser impactados adversamente por el desarrollo del proyecto y benéficamente, la generación de empleos.

Cuando el proyecto se encuentre en la etapa de operación, la PTAR permitirá mantener una calidad aceptable del agua tratada y además, se evitará el vertimiento del agua residual sin tratamiento previo en el suelo, lo cual afecta su calidad, por lo que se considera que la calidad de agua y suelo, permitirán alcanzar un alto grado de sustentabilidad ambiental del proyecto. De la misma forma, la salud de la población resultará beneficiada, por lo que se considera que este elemento ambiental tenderá a alcanzar un valor medio del grado de sustentabilidad, debido a que también permite disminuir los riesgos de enfermedades asociadas a una inadecuada disposición de las aguas residuales. Finalmente es importante mencionar que la implementación de la PTAR en sí constituye una medida de mitigación importante para el impacto generado por el vertimiento de las aguas residuales sin tratamiento previo.

En cuanto a la justificación, desde el punto de vista legal es importante mencionar lo previsto en los diferentes instrumentos legales, especialmente en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Constitución Política del Estado de Veracruz y la Ley Orgánica del Municipio Libre, en donde se establece que es función de los municipios, dotar de servicios públicos a las localidades, siendo uno de ellos, el tratamiento y disposición de aguas residuales.

Otra de las razones que justifican la implementación del proyecto radica en la situación actual que prevalece en la localidad de Tlaquilpa, que es una comunidad con alto grado de marginación. Cierta proporción de las aguas residuales que generan sus pobladores son tratadas mediante fosas sépticas pero la mayor cantidad son descargadas al suelo sin tratamiento previo, debido a que la localidad no cuenta con una red de alcantarillado.

Esta situación ocasiona que las aguas residuales queden expuestas a la población con los consecuentes impactos ambientales de proliferación de fauna nociva, emisión de malos olores, deterioro del paisaje y diseminación de enfermedades especialmente de tipo gastrointestinal, lo que se traduce en una baja calidad de vida en esta población.

Por lo anterior, el objetivo principal del proyecto es dotar a la localidad de Tlaquilpa, ubicada en el municipio de Tlaquilpa, en el estado de Veracruz, de la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales, para tratar un gasto de 0.92 lps, generadas por una población de proyecto de 767 habitantes al año 2017.

La selección del sitio para la ubicación de la PTAR, se realizó de tal forma que considerara aspectos técnicos, ambientales y socioeconómicos. En cuanto a los criterios técnicos se consideró en primer lugar que las aguas residuales fluyeran por gravedad hacia el sitio de la PTAR, el segundo criterio consistió en que la topografía del sitio permitiera que el agua fluyera por gravedad a través de cada una de las operaciones unitarias que conforman la PTAR, el tercer criterio consideró que la superficie del predio fuera la adecuada para la construcción y funcionamiento de la PTAR. En cuanto a los criterios ambientales, se tomaron en cuenta aquellos predios que no afectaran ecosistemas naturales frágiles, terrenos agrícolas o pecuarios, así como aquellos que generaran menor impacto ambiental posible. En cuanto a los criterios socioeconómicos, se consideró que además de ubicarse a cierta distancia de las viviendas, el costo del terreno se encontrara a un precio accesible para su adquisición por el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa.

La inversión requerida para la preparación del sitio y construcción de la PTAR, se estima en aproximadamente \$ 1,000,000.00. Los costos de operación anuales son de \$ 118,079.20. Debido a que se trata de una obra de gobierno del estado para beneficio social, no se contempla la amortización de la inversión realizada. Los costos de las medidas de prevención y mitigación previstas para esta obra que se estiman en \$ 27,842.19.

La superficie requerida por el proyecto considera el área que ocupará el pretratamiento, caja para dar carga, reactor anaerobio de flujo ascendente, filtro anaerobio de flujo ascendente, lechos de secado, filtro de carbón activado, sistema de desinfección y vialidades corresponde a un total de 240.68 m².

El predio en donde se pretende llevar a cabo la construcción de la PTAR, cuenta con una superficie de 1,000 m² y es un bosque de coníferas que ha sido perturbado por actividades antropogénicas pero que en cierta superficie fue reforestado. Se estima una población de entre 45 árboles de pino de 1.5 a 2.5 m de altura aproximadamente, como se muestra en el reporte fotográfico. Los usos del suelo en las inmediaciones del predio, corresponden a cultivos de maíz y bosque de coníferas.

El cuerpo de agua más cercano a la zona donde se pretende se pretende realizar la descarga del agua tratada, es un arroyo que se ubica a unos 25 m de la planta de tratamiento en la parte más baja. Este arroyo constituye una corriente tributaria del río Apatlahuaya, que a su vez es afluente del río Tonto.

De acuerdo al artículo anteriormente referido, el río Tonto se clasifica como cuerpo receptor tipo "B", es decir uso público urbano, cuyos límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales, están contemplados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

El proceso de tratamiento de las aguas residuales, considera pretratamiento, tratamiento secundario y tratamiento terciario, que incluyen las operaciones unitarias que se describen a continuación:

Pretratamiento. Proceso físico diseñado para la remoción de sólidos gruesos y arenas. El agua residual que provenga del colector, llegará a un canal de aproximación, posteriormente se tienen proyectados dos canales, accionados cada uno por una compuerta, para que cuando uno de ellos se encuentre en operación, el segundo se encuentre en mantenimiento y viceversa, dado que la limpieza de estas unidades se considera de tipo manual. Después de cada compuerta, se tienen instaladas unas rejillas, inclinadas a 45° con respecto a la horizontal, formadas a base de soleras para separar los sólidos gruesos mayores a una pulgada de diámetro.

El pretratamiento considera la instalación de dos cajas desarenadoras, que separan las arenas de las aguas residuales, con diámetros de 2 mm y densidad de 2.65. Estas cajas son de sección cuadrada y su operación es de flujo descendente-ascendente, con el objeto de que las arenas sedimenten por acción de la gravedad. Al final de cada salida de las cajas desarenadoras, se tienen instalados vertedores proporcionales tipo doble sutro, para controlar la velocidad del agua y la medición del flujo.

Caja para dar carga. Proporciona la carga hidráulica requerida para la operación adecuada de los reactores anaerobios. La caja para dar carga está diseñada para recibir el caudal medio de 0.92 lps.

Reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA). En este reactor se lleva a cabo el proceso de degradación anaerobia y tiene como objetivo fundamental, disminuir la concentración de sólidos suspendidos y de la materia orgánica medida como DBO.

El agua residual que proviene de la caja para dar carga, se envía a la caja de entrada del reactor RAFA, que se encuentra ubicada en la parte superior del reactor. Posteriormente el agua se distribuye por una serie de tuberías verticales

que se localizan en el interior del reactor, de tal forma que el agua residual llegue al fondo y se produzca un flujo ascendente, para que mediante este proceso, se pueda sedimentar un gran porcentaje de los sólidos en suspensión y además, el agua residual pueda entrar en contacto con la biomasa formada por los mismos lodos, para su biodegradación, es decir, a medida que el agua sube a través del reactor, queda en contacto con los sólidos biológicos formados principalmente por los sólidos en suspensión, que es el mecanismo por el cual la materia orgánica se va biodegradando.

Debido a la capacidad de mantener una biomasa en el reactor por periodos prolongados, los lodos de exceso producidos se encuentran estabilizados. No obstante se requiere efectuar purgas para extraer dichos lodos.

En la parte superior de este reactor se tiene instalado un sedimentador, para evitar el arrastre de sólidos en suspensión en el efluente, mismo que se captará por medio de un canal central, ubicado arriba del sedimentador. El agua tratada se enviará a la caja de salida.

Filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA). En virtud de que el agua tratada por el reactor RAFA, no cumple con los límites permisibles establecidos por la normatividad vigente en materia de agua, el efluente de este reactor se enviará al filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA), con el objetivo de disminuir la DBO presente en el agua residual, en forma de sólidos coloidales y disueltos.

El agua se conducirá a la caja de entrada de este reactor, que se ubica en la parte superior del mismo. Al igual que en el caso del RAFA, el agua residual se distribuye a través tuberías verticales, para que el agua llegue al fondo del reactor y de esta forma se permita el flujo ascendente.

A diferencia del RAFA, el FAFA contiene en su interior un material de empaque a base de tezontle, con el objeto de que se forme una biopelícula de microorganismos capaces de degradar la materia orgánica del agua residual que viene en forma de sólidos disueltos, al pasar el agua a través de un flujo ascendente.

Debido a los altos tiempos de retención celular, los lodos de exceso producidos, se encuentran estabilizados. No obstante, como en el caso del reactor RAFA, se requiere de efectuar purgas, para extraer dichos lodos.

Tanque de contacto de cloro. La desinfección de las aguas consiste en la eliminación de los organismos presentes en las aguas que pueden producir enfermedades. Se debe diferenciar entre la desinfección y la esterilización, ya que esta última implica la destrucción total de los organismos, mientras que la primera implica la destrucción de organismos que por ingestión, pueden producir enfermedades en el hombre o en los animales, es decir, microorganismos patógenos.

Para efectos de asegurar la desinfección del agua tratada, el agua y el cloro deben permanecer en contacto por un periodo de entre 15 a 45 minutos, en el tanque de contacto. El proyecto considera aplicar una dosis de 2 mg/L con requerimientos diarios de 0.16 kg/d.

Filtro de carbón activado. En virtud de que el tratamiento de las aguas residuales será de tipo biológico a base de reactores anaerobios, uno de los productos finales de la digestión anaerobia, lo constituye el biogás, que está formado por bióxido de carbono (70%), metano (29%) y trazas de ácido sulfhídrico, amoníaco y otros gases (1%).

Por lo anterior, el diseño de la planta considera captar el biogás producido por los reactores RAFA y FAFA. El biogás se conducirá a una columna que tiene los siguientes materiales: grava, arena, limaduras de hierro y finalmente carbón activado granular, con el objeto de que el ácido sulfhídrico reaccione con las limaduras de hierro para formar sulfato ferroso, de tal forma que permita remover los malos olores asociados al proceso de digestión anaerobia.

Lechos de secado. Los lodos digeridos y que se generaron en los reactores RAFA y FAFA, deben deshidratarse antes de su disposición final, de manera que el producto sea fácilmente manejable. La deshidratación se llevará a cabo mediante el uso de lechos de secado.

Es importante destacar que no se requiere del proceso de estabilización de lodos, debido al largo tiempo de retención celular de 50 a 100 días que permanecen los lodos dentro de los reactores.

Para realizar este proceso, los lodos extraídos de los reactores se depositarán en los lechos de secado, en donde permanecerán alrededor de 15 días para su deshidratación.

El proyecto de la PTAR, considera tres etapas: 1) Preparación del sitio, cuyas actividades son: a) uso de maquinaria, equipo y camiones de volteo; b) desmonte y despalme, c) excavaciones y d) carga y acarreo de material; 2) Construcción, la cual contempla las actividades de: a) Uso de equipo y camiones de volteo; b) Construcción de estructuras, c) rellenos compactados, d) carga y acarreo de material y e) plantación de áreas verdes y 3) Operación y mantenimiento del sistema.

Por lo que corresponde a la vida útil, se considera un periodo de 10 años. Sin embargo, por la capacidad del sistema se considera factible que este tipo de obra pueda seguir funcionando al término de este periodo, por lo que no se contempla etapa de abandono.

En cuanto a la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, se revisaron los documentos consistentes en La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Salud, la Constitución Política del Estado de Veracruz-Llave, la Ley de Aguas del Estado de Veracruz, la Ley Orgánica del Municipio Libre, el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el Plan Veracruzano de Desarrollo 2005-2010, el Plan Veracruzano de Desarrollo Regional y Urbano 2005-2010 y el Programa de Desarrollo Regional de las Grandes Montañas 1999-2004.

Dentro de las principales normas oficiales mexicanas aplicables a este proyecto, destaca la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales en aguas y bienes nacionales y la NOM-004-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para el aprovechamiento y disposición final de lodos y biosólidos

El área de estudio se localiza dentro del municipio de Tlaquilpa, Ver. La localidad de Tlaquilpa se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas: 18° 36' 37" de latitud norte y los 97° 07' 00" de longitud oeste.

El clima de la localidad de Tlaquilpa es C(m)(w) templado húmedo con lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor a 40 mm y porcentaje de lluvia invernal menor a 5 de la anual.

Las temperaturas máxima, media y mínima reportada por la estación meteorológica de Orizaba al año 2006 son de 22.2°C, 18.5°C y 15.5 °C

respectivamente. La precipitación anual reportada fue de 2,115.5 mm, con una precipitación máxima de 395.5 mm en el mes de julio y la mínima de 34.5 mm en el mes de febrero.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la Provincia del Eje Neovolcánico y a la Subprovincia de las Sierras Orientales. Esta zona montañosa abarca desde la región de Orizaba, Veracruz, hasta Salina Cruz; Oaxaca. La parte norte, conocida como sierra de Zongolica, es menos abrupta que el resto de la subprovincia, en ella dominan las rocas calcáreas del Cretácico que le dan afinidad con la Sierra Madre Oriental. Presenta rasgos de carso en su lado occidental, sin embargo afloran esquistos asociados con aluviones antiguos. Sus cumbres en general exceden los 2, 000 msnm.

En el sitio de proyecto se encuentra suelo de tipo Luvisol (Lc+E+1/3), en el cual predomina el suelo tipo Crómico (Lc) y como suelo secundario se encuentra la Rendzina (E). La textura en los primeros 30 cm es fina. La fase física del suelo es lítica.

El municipio de Tlaquilpa pertenece a la región hidrológica RH28, denominada Papaloapan. Las cuencas que pertenecen a esta región hidrológica son la del río Papaloapan, río Jamapa y otros. El municipio se encuentra en la cuenca del río Papaloapan y en la subcuenca del río Petlapa.

La vegetación presente en el sitio de proyecto es un bosque de coníferas alterado por actividades humanas que ha sido reforestado, en los predios colindantes existen cultivos agrícolas de maíz principalmente y vegetación típica del bosque de coníferas.

Se hizo un recorrido donde se pretende construir el proyecto de la PTAR, en donde se identificarán las especies que se encuentran en las inmediaciones del sitio y que son características del bosque de coníferas, destacando: enebro (*Juniperus monticola*), oyamel (*Abies religiosa*), pinos (*Pinus spp.*), encinos (*Quercus spp.*), nopal (*Opuntia sp.*) y tencho (*Thillandsia spp.*).

Respecto a los aspectos socioeconómicos, según el XII Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI en el año 2000, en la localidad de Tlaquilpa se registraron 610 habitantes, mientras que en el municipio de Tlaquilpa, se registró una población de 6,263 habitantes. En este municipio, la población económica activa es de 1,717, la población económica inactiva de 2,263 y la población

ocupada de 1,693. El 96.5 % de la población del municipio son hablantes de lengua indígena, especialmente el náhuatl.

La distribución de la población por sectores mostró los siguientes resultados a nivel municipal en el año 2000: 51.04 % del sector primario, 31.46 % del sector secundario, 13.71 % del sector terciario y 3.79 % no especificado.

En cuanto a los medios de comunicación, este municipio recibe las señales de cinco estaciones de radio de AM y tres de FM, así como las señales de canales de televisión. Tiene servicio telefónico por marcación automática en la cabecera y una localidad, así como telefonía rural; además dos oficinas postales. En cuanto a los servicios en las viviendas, en la localidad de Tlaquilpa se tienen los siguientes datos: 91 disponen de agua entubada, 4 de drenaje y 121 de energía eléctrica de un total de 130 viviendas.

El municipio de Tlaquilpa cuenta con centros educativos que incluyen desde el nivel preescolar hasta el bachillerato y además cuenta con un total de cinco unidades médicas para los servicios de salud. Por su parte, la localidad de Tlaquilpa cuenta con parques y centros deportivos para zonas de recreación de los habitantes.

El municipio de Tlaquilpa cuenta con una superficie total de 5,119.732 hectáreas, de las que se siembran 2,115.889 hectáreas, en las 775 unidades de producción. Los principales productos agrícolas en el municipio y la superficie que se cosecha en hectáreas es la siguiente: maíz 1,134.40 y frijol 57.6. En el municipio existen 485 unidades de producción rural con actividad forestal. Con respecto a la ganadería, el municipio tiene una superficie de 900 hectáreas dedicadas a la ganadería, en donde se ubican 732 unidades de producción rural con actividad de cría y explotación de animales.

Durante el desarrollo del proyecto, se tiene previsto llevar a cabo 13 actividades en las diferentes etapas del proyecto, que pueden generar 181 impactos, en los 25 elementos ambientales, tal como se definieron en las matrices de impactos. Del total de impactos identificados, 152 son adversos mientras que 29 son benéficos. De los 152 impactos adversos, 62 se generan en la etapa de preparación del sitio, 62 en la etapa de construcción y 28 en la etapa de operación y mantenimiento; 22 impactan a la zona A, 48 a la zona B y 82 la zona C; 95 tienen una duración a corto plazo, 24 a mediano plazo y 33 son permanentes. Además, se consideran 66 impactos reversibles y 6 impactos irreversibles.

Las actividades que generan un mayor número de impactos adversos en orden de importancia son los siguientes:

- Las excavaciones que considera la remoción de una capa del horizonte “B” del suelo, con 18 impactos.
- Los rellenos compactados, con 17 impactos.
- El uso de equipo y camiones de volteo en la etapa de construcción, con 17 impactos.
- La construcción de estructuras, con 17 impactos
- Los trabajos de desmonte y despalme, con 17 impactos.

Los componentes ambientales que presentan un mayor número de impactos adversos por el proyecto, en orden de importancia son los siguientes:

- La salud de los trabajadores, con 11 impactos.
- La seguridad de los trabajadores, con 11 impactos.
- La calidad del suelo, con 11 impactos.
- El paisaje, con 11 impactos.
- La calidad del aire, con 10 impactos.

Los impactos ambientales en la salud y seguridad de los trabajadores, y la mayoría de los impactos en el paisaje y calidad del aire, tienen una duración a corto plazo, lo cual significa que permanecerán mientras se realice la actividad, en tanto que la mayoría de los impactos a la calidad del suelo son temporales a mediano plazo. Algunos impactos en la calidad del suelo, paisaje y calidad del aire se consideran permanentes.

Los componentes ambientales que resultan más beneficiados, es la generación de empleos (12 impactos) y la salud de la población (2 impactos). Además, del total de 29 impactos benéficos, 21 son insignificantes (+1), 6 menores (+4), y 2 son mayores (+10).

Al realizar un análisis de las categorías de los impactos ambientales indicados en los párrafos anteriores, se hacen las siguientes observaciones:

Aún cuando los impactos adversos al ambiente representan el 83.98%, es prudente resaltar los siguientes datos: el 40.79% de los impactos se genera en la etapa de preparación del sitio; 40.79% en la etapa de construcción y sólo el 18.42% restante, en la etapa de operación y mantenimiento; el 60.53% son

temporales a corto plazo, el 15.79% son temporales a mediano plazo y 21.71% son permanentes.

Para analizar y concluir respecto a la factibilidad de la implementación del proyecto de la planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Tlaquilpa, se considera el escenario que se presentaría en el caso de que se decidiera no llevar a cabo el proyecto.

De no realizarse el proyecto, la problemática de que la localidad no cuente con una planta para el tratamiento de sus aguas residuales, podría agravarse y las descargas de éstas llegarían al cuerpo receptor sin un tratamiento previo, lo que mermaría la calidad del medio ambiente. Lo anterior implicaría una limitación en el desarrollo de la localidad en aspectos de infraestructura, lo cual se traduce en un bajo nivel de calidad de vida, que conlleva un rezago en la comunidad y ausencia de plusvalía de la propiedad.

A lo antes mencionado se debe agregar que esto puede ser un factor de riesgo en la incidencia de enfermedades, al que estarían expuestos los habitantes de esta localidad.

En caso contrario, es decir que sí se lleve a cabo el proyecto, los habitantes de la localidad de Tlaquilpa resultarían beneficiados, debido a que existiría menor incidencia de enfermedades provocadas por la incorrecta disposición de las aguas residuales, se generarían empleos tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción como en la de operación y mantenimiento, con lo que se producirá una derrama económica que beneficiará la economía local, al contar los trabajadores con una fuente de empleo y un mayor poder adquisitivo, que se traducirá en mejores condiciones de vida, además de que la plusvalía de las propiedades de esta localidad se incrementaría al contar con este servicio.

Finalmente, el H. Ayuntamiento de Tlaquilpa, Ver., tiene como prioridad el de seguir apoyando el crecimiento económico de sus localidades y cerrar las brechas existentes entre ellas, en cumplimiento con la legislación vigente en México.

Por lo anteriormente expuesto, se considera ambientalmente factible, viable y necesario, llevar a cabo el proyecto de la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales para la localidad de Tlaquilpa. Sin embargo, para prevenir, mitigar y controlar los impactos ambientales adversos que se generarían por su implementación, el promovente del proyecto, deberá aplicar todas y cada uno de las medidas de mitigación que fueron identificadas en este documento.

Finalmente es conveniente mencionar que el programa de vigilancia ambiental, tiene la función de establecer el sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación propuestas para los impactos ambientales identificados.

Para que se asegure la realización de las medidas de mitigación durante cada etapa del proyecto, se requiere de la elaboración de los siguientes instrumentos:

- *Bitácora*: En esta se especifican las actividades realizadas durante el día
- *Reporte mensual*: En este reporte se señala el desarrollo de las actividades de la obra, además de indicar la forma en que se lleva a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- *Memoria fotográfica*: El reporte mensual debe incluir un anexo fotográfico (memoria fotográfica). Las fotografías que se incluyan deben avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- *Reporte final*: Este se debe elaborar para la evaluación y la conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entrega un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El subprograma de vigilancia ambiental, incluye a su vez los siguientes subprogramas: prevención y mitigación, supervisión y control ambiental y subprogramas de capacitación.

El subprograma de prevención y mitigación tiene como objetivo proporcionar las medidas ambientales necesarias para evitar, corregir y mitigar los posibles impactos que se puedan producir por las actividades propias al desarrollo del proyecto.

En el caso del manejo de los residuos sólidos urbanos, las medidas preventivas incluyen:

- Un programa de manejo de residuos urbanos basado en la preclasificación de los mismos y su disposición en forma separada
- La instalación de contenedores con rótulos para su identificación en los frentes de trabajo
- Disponer de los contenedores específicos para cada tipo de residuo y hacer campañas para que el personal no deposite residuos peligrosos y no peligrosos en los contenedores asignados para los residuos urbanos.

- Diariamente se procede con la recolección de los residuos urbanos y su disposición adecuada

Las medidas de prevención en cuanto a la flora y fauna son:

- Realizar los estudios que permitan implementar un programa diseñado para proteger y mantener la flora y fauna y minimizar la alteración de los hábitats, también se debe iniciar un programa para restaurar en su caso, la vegetación afectada durante el proceso de construcción.
- Establecer programas de monitoreo y alerta temprana para prevenir cambio en los hábitat.

Además se considera como medida de mitigación a los impactos sobre la flora y fauna, iniciar con un programa para restaurar el área afectada por las actividades del proyecto.

El subprograma de supervisión y control ambiental tiene como objetivo verificar que los diferentes programas ambientales, se están cumpliendo y desarrollando de acuerdo a lo propuesto para el proyecto, dentro de un marco constituido por las políticas ambientales, las buenas prácticas operativas y el sistema de mejora continua.

Por otro lado, el subprograma de capacitación ambiental está dirigido al personal técnico y empleados que trabajen en la obra, tanto durante las etapas de la preparación del sitio, la construcción y la operación. Un requisito indispensable para su ejecución es la participación consciente e informada de todos los involucrados, lo cual permitirá evitar o minimizar los impactos adversos al ambiente en el área de influencia del proyecto.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN

Carpeta con anexos correspondiente a la Manifestación de Impacto Ambiental Hidráulico, Modalidad Particular, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la localidad de Tlaquilpa, Municipio de Tlaquilpa, Veracruz.

VIII.1.1 Planos definitivos

Los planos del proyecto se muestran en el Anexo VII.

VIII.1.2 Fotografías

Las fotografías del sitio donde se llevará a cabo el proyecto de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la localidad de Tlaquilpa, son las que se muestran en el anexo fotográfico (Anexo III).

VIII.1.3 Videos

El estudio no presenta videos.

VIII.1.4 Lista de flora y fauna

Las principales especies de flora que se encontraron en el sitio donde se desarrollará el proyecto, son las que se enlistan a continuación:

Nombre común	Nombre científico
Enebro	<i>Juniperus monticola</i>
Oyamel	<i>Abies religiosa</i>
Zacatón	<i>Festuca spp.</i>
Pinos	<i>Pinus spp.</i>
Encinos	<i>Quercus spp.</i>
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>
Tencho	<i>Thillandsia spp.</i>

Las especies de fauna en el sitio del proyecto, son las siguientes:

Nombre común	Nombre científico
Ajolote	<i>Ambysoma tigrinum</i>
Camaleón	<i>Phrynosoma orbiculare</i>
Cascabel	<i>Crotalus triseriatus</i>
Aguililla cola roja	<i>Buteo amaicesnsis</i>
Chichicuilote	<i>Charadrius ociferus</i>
Tecolote	<i>Bubo virginianus</i>
Carpintero	<i>Colaptes auratus</i>
Codorniz moctezuma	<i>Cyrtonyx montezumae</i>
Lagartija escamosa	<i>Sceloporus torquatus</i>
Ratones y ratas campestres	-----
Escorpión	<i>Barisia imbricata</i>
Gato montés	<i>Lynx rufus</i>
Zorra	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>
Lili	<i>Falco sparverius</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Clarín	<i>Myadestes unicolor</i>
Urraca azul	<i>Cyanocitta stelleri</i>
Coyote	<i>Canis latrans</i>
Colibrí	<i>Hylocharis leucotis</i>
Conejo	<i>Sylvilagus spp</i>
Gorrión	<i>Carpodacus mexicanus</i>
Ardilla	<i>Sciurus aureogaster</i>

VIII.2 OTROS ANEXOS

El proyecto incluye anexos documentales, tales como, anuencia municipal, Cartas de INEGI y matrices de impacto ambiental.

VII.3 GLOSARIO DE TÉRMINOS

Beneficioso o perjudicial: Positivo o negativo.

Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo a los siguientes criterios, fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadena un desequilibrio ecológico.

Daño grave al ecosistema: Es aquel que proporciona la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteración en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o auto regulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

Magnitud: Extensión de impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promotor para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promotor para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

Reversibilidad: Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de auto depuración del medio.

Sistema ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecerle proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anuario Estadístico del Estado de Veracruz. Tomos I y II. Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI), 2005.
2. Instituto Nacional de Estadística, Geografía, e Informática (INEGI):
 - Carta Geológica. Orizaba, Ver.
 - Carta Topográfica. Acultzingo, Ver.
 - Carta Edafológica. Orizaba, Ver.
 - Carta Hidrológica de Aguas Superficiales. Orizaba, Ver.
 - Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas. Orizaba, Ver.
3. Información Básica Municipal, 2002, Gobierno del Estado de Veracruz.
4. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
5. II Conteo de Población y Vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).
6. Atlas de Riesgos del Estado de Veracruz.