



La Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Puebla, clasifica los datos personales de las personas físicas identificadas o identificables, contenidos en las **“Manifestaciones en Materia de Impacto Ambiental”**, consistentes en: **RFC, domicilio particular, teléfono, correo electrónico, número de credencial de elector de personas físicas y monto de inversión** por considerarse información confidencial, con fundamento en el artículo 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por el Comité de Transparencia mediante **RESOLUCIÓN 103/2018/SIPOT**, en la sesión celebrada el **05 de octubre de 2018**.



LIC. DANIELA MIGOYA MASTRETTA
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES
DELEGACIÓN FEDERAL
ESTADO DE PUEBLA
SEMARNAT





**CONCESIONES INTEGRALES,
S. A. DE C. V.**

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR

Proyecto:

**INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE UNA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE
AGUA SULFUROSA EN ZONA FEDERAL DE LA MARGEN DERECHA
DEL RÍO ATOYAC, EN LOS MUNICIPIOS DE PUEBLA Y SAN ANDRÉS
CHOLULA. ESTADO DE PUEBLA.**

ABRIL DE 2018

INDICE

| | |
|---|----------|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL | 5 |
| I.1 Nombre del proyecto | 5 |
| I.1.2 Ubicación del proyecto | 5 |
| I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto | 5 |
| I.1.4 Presentación de la documentación legal..... | 5 |
| I.2 Promovente | 5 |
| I.2.1 Nombre o razón social | 5 |
| I.2.2 Registro federal de contribuyentes (RFC) | 5 |
| I.2.3 Nombre del representante legal y cargo | 5 |
| I.2.4 Dirección para recibir notificaciones | 5 |
| I.3 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental | 5 |
| I.3.1 Nombre o razón social | 5 |
| I.3.2 Registro federal de contribuyentes (RFC) | 5 |
| I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio..... | 5 |
| I.3.4 Dirección del responsable del informe | 5 |
| II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 6 |
| II.1 Información general del proyecto | 6 |
| II.1.1 Naturaleza del proyecto | 6 |
| II.1.2 Selección del sitio | 6 |
| II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización..... | 6 |
| II.1.4 Inversión requerida..... | 7 |
| II.1.5 Dimensiones del proyecto | 7 |
| II.1.6 Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias | 7 |
| II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos | 8 |
| II.2 Características particulares del proyecto..... | 9 |
| II.2.1 Programa general de trabajo..... | 15 |
| II.2.2 Preparación del sitio | 15 |
| II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto | 19 |

| | |
|--|----|
| II.2.4 Etapa de construcción..... | 19 |
| II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento..... | 33 |
| II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto | 35 |
| II.2.7 Etapa de Abandono del sitio | 36 |
| II.2.8 Utilización de explosivos..... | 36 |
| II.2.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera | 36 |
| II.2.10 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos | 38 |
| III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIAS AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO | 40 |
| III.1 Legislación y Normatividad para el Proyecto | 40 |
| III. 2 Normas Oficiales Mexicanas | 44 |
| III.3 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET) | 49 |
| III.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas..... | 49 |
| III.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano..... | 51 |
| IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL | 54 |
| IV.1 Delimitación del área de estudio | 54 |
| IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental | 56 |
| IV.2.1 Aspectos abióticos..... | 57 |
| a) Clima | 57 |
| b) Geología y geomorfología..... | 63 |
| c) Edafología | 69 |
| d) Hidrología superficial y subterránea | 70 |
| IV.2.2 Aspectos bióticos | 76 |
| a) Vegetación terrestre..... | 76 |
| b) Fauna | 89 |
| IV.2.3 Paisaje | 97 |
| IV.2.4 Medio socioeconómico | 98 |

| | |
|---|-----|
| V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 106 |
| V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales | 106 |
| V.1.1 Indicadores de impacto | 107 |
| V.2 Criterios..... | 109 |
| V. 3 Metodologías de evaluación de impactos ambientales y justificación de la metodología seleccionada | 111 |
| VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES | 119 |
| VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental. | 119 |
| VI.2 Impactos residuales..... | 123 |
| VII.- PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 123 |
| VII.1 Pronósticos del escenario..... | 123 |
| VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental..... | 125 |
| VII.3 Conclusiones | 126 |
| VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES | 127 |
| VIII.1 Formatos de presentación | 127 |
| VIII.1.1 Planos definitivos | 127 |
| VIII.1.2 Fotografías | 128 |
| VIII.1.3 Videos | 128 |
| VIII.1.4 Listas de flora y fauna | 128 |
| VIII.2 Otros anexos | 128 |
| VIII.3 Glosario de términos..... | 128 |
| ANEXO. MÉTODOS PARA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES | 129 |
| BIBLIOGRAFÍA | 130 |

| |
|---|
| I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. |
| I.1 Nombre del proyecto |
| Instalación y Operación de una Línea de Conducción de Agua Sulfurosa en Zona Federal de la Margen Derecha del Río Atoyac. |
| I.1.2 Ubicación del proyecto |
| Municipio de Puebla y Municipio de San Andrés Cholula. |
| I.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto |
| 30 años |
| I.1.4 Presentación de la documentación legal |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Acreditación de representante legal. 2. Acta constitutiva del promovente. 3. Oficio de solicitud. 4. Solicitud de permiso de obras en vía pública "Línea de agua sulfurosa Avenida Juárez". 5. Oficio de solicitud de obras en "Parque Metropolitano". |
| 1.2 Promovente |
| I.2.1 Nombre o razón social |
| |
| I.2.2 Registro federal de contribuyentes (RFC) |
| |
| I.2.3 Nombre del representante legal y cargo |
| |
| I.2.4 Dirección para recibir notificaciones |
| |
| I.3 Responsable de la elaboración del estudio de Impacto Ambiental |
| I.3.1 Nombre o razón social |
| |
| I.3.2 Registro federal de contribuyentes (RFC) |
| |
| I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio |
| |
| I.3.4 Dirección del responsable del informe |
| |

II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 Información general del proyecto

En un trazo de 525.06 m² a la margen derecha del río Atoyac, donde se tiene proyectada la construcción e instalación de una tubería de agua sulfurosa localizada en la margen derecha del Río Atoyac. La cual operará por gravedad y metros más adelante se conectará a la planta potabilizadora "Paseo del Río" para su potabilización.

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Modalidad que corresponde

| | |
|---|----------|
| Obra nueva | X |
| Ampliación y/o modificación | |
| Rehabilitación y/o reapertura | |
| Obra complementaria (asociada o de servicios) | |
| Modernización | |

II.1.2 Selección del sitio

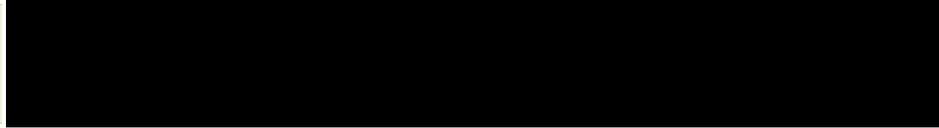
La decisión principal por la que se seleccionó el sitio para desarrollar el presente proyecto, fue debido a que forma parte del trazo en construcción de una línea de (tubería) de agua para su potabilización, este trazo, debido a las condiciones topográficas e infraestructura presente destina una fracción de desplanta de la misma en zona federal, facilitando su conducción por gravedad por la pendiente natural del suelo y evitando terrenos que exijan la instalación de equipos de bombeo y con ello la demanda de más energía necesaria para el proyecto.

II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto se localiza a la margen derecha del río Atoyac y paralelo al denominado paseo del Río Atoyac. Consiste en la construcción y operación de una línea de agua sulfurosa para su potabilización en la margen derecha de este río, el cual se localiza en las siguientes coordenadas:

| <u>Tramos de ocupaciones de zona federal</u> | |
|--|------------------|
| Tramos | Metros cuadrados |
| ZF 1 | 12.06 |
| ZF 2 | 30 |
| ZF 3 | 176 |
| ZF 4 | 307 |
| Total | 525.06 |

II.1.4 Inversión reauerida



II.1.5 Dimensiones del proyecto

525.06 m²

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

El proyecto se encuentra en una zona de uso mixto y fuera del área catalogada como de zona de monumentos, la zona de estudio se encuentra La Margen derecha del denominado rio "Atoyac", dentro de la carta urbana actualizada, la cual es considerada como de uso mixto - densidad muy alta, donde se pueden encontrar puntos de comercio y servicios.

Así mismo, el presente proyecto se encuadra en lo contenido en el Programa Municipal, actualizado y publicado en el periódico Oficial del Estado de Puebla el día 02 de mayo de 2016, el cual, en el apartado *Infraestructura Urbana* indica: "se deberá desarrollar la infraestructura urbana necesaria para cubrir la demanda necesaria de servicios de la población actual y futura, y establecer las condiciones para la densificación de la ciudad (...)"

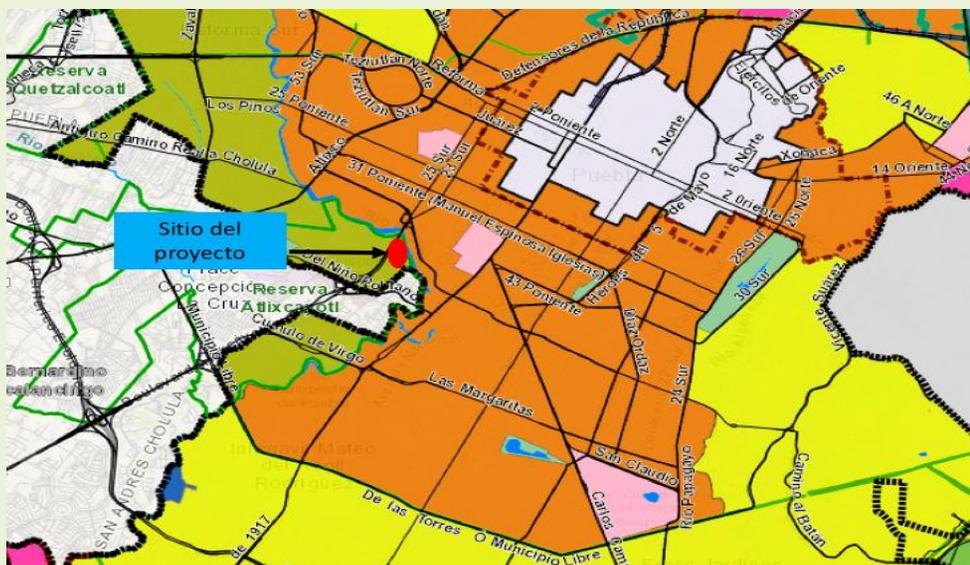


Imagen 1. Zona donde se ubicará la línea de conducción de agua sulfurosa.
Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (2016).

En la tabla de compatibilidad de uso de suelo de la carta urbana, señala que es compatible con infraestructura de captación y suministro de agua,

se considera Mixto y Servicios.

Respecto a los cuerpos de agua, el presente proyecto contempla:

- Conducir un volumen de 150 lps de agua de características sulfurosas, para su potabilización de la planta potabilizadora “Paseo del Río”.

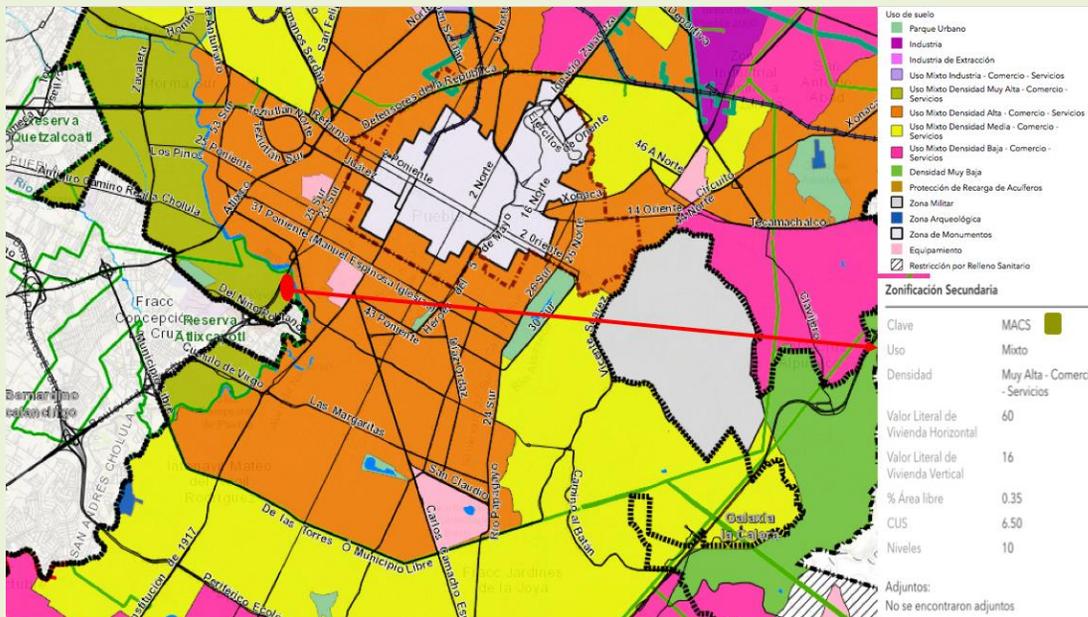


Imagen 2. Uso de suelo Mixto.

Fuente: Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable (2016).

En la tabla de compatibilidad de uso de suelo de la carta urbana, señala que es compatible con infraestructura de captación y suministro de agua, se considera Mixto y Servicios.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

La zona en donde se encuentra el proyecto es localizada a la margen derecha del río Atoyac, la cual se caracteriza por presentar suelo natural con vegetación en su mayoría introducida, la cual se describe en párrafos siguientes; si bien es cierto que el sitio del proyecto no está urbanizado, sus colindancias si, teniendo próximos los servicios públicos de transporte público, agua potable, alcantarillado, drenaje sanitario, energía eléctrica, telefonía, internet, servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y servicio de gas lp. Para el desarrollo del presente proyecto, no se requieren servicios adicionales a los que se tiene acceso dentro de la zona del mismo.

II.2 Características particulares del proyecto

El proyecto se localiza a la margen derecha del río Atoyac y paralelo al denominado paseo del Río Atoyac. Consiste en la construcción y operación de una línea de agua sulfurosa para su potabilización en la margen derecha de este río. El espacio físico y condiciones del sitio de intervención del proyecto se muestran a continuación:



Imagen 3.
Trayectoria de la línea de 16 pulgadas de diámetro en zona federal. Vista área.

--- Trayectoria total del trazo

--- Ocupación en zona federal.

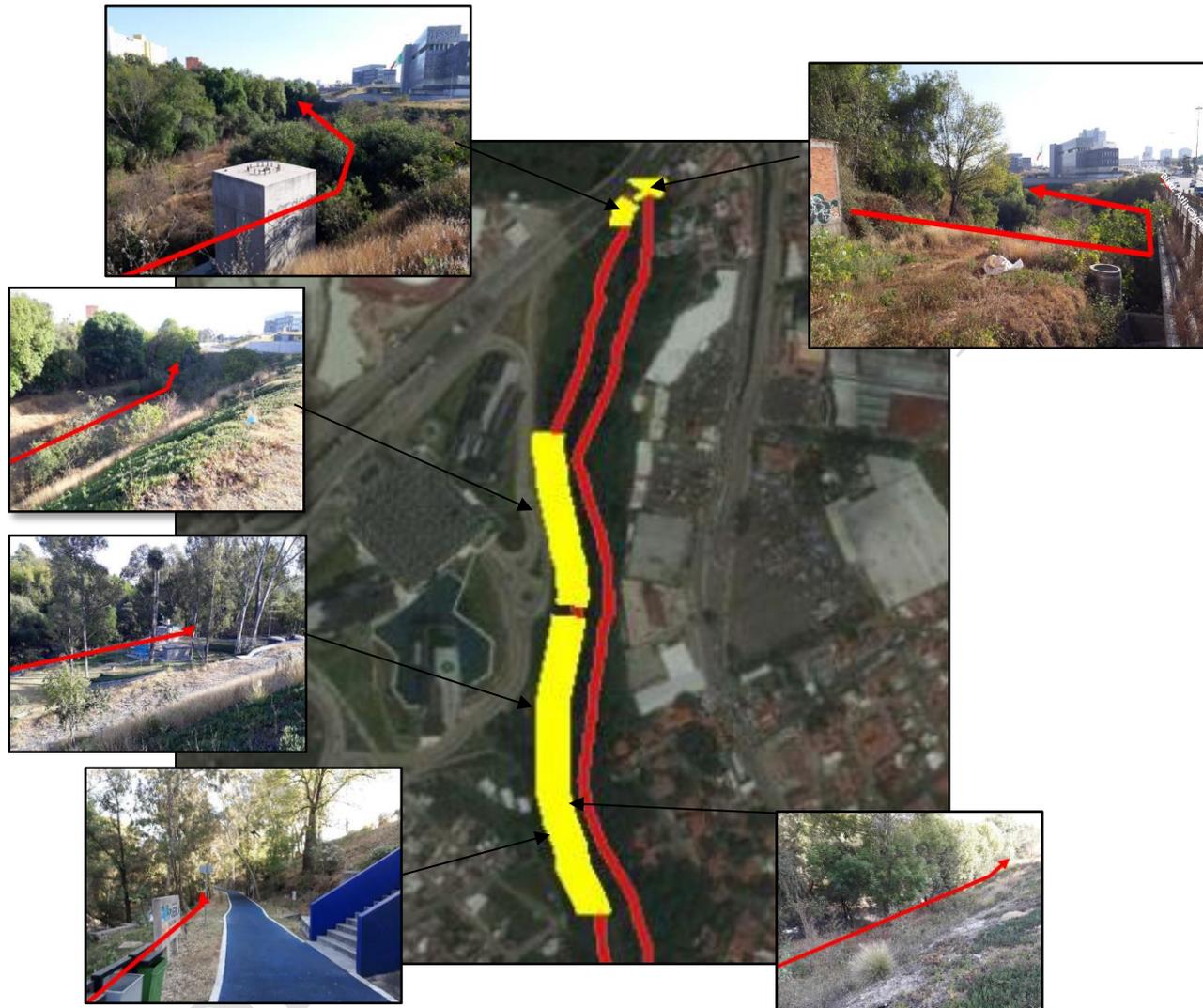


Imagen 4. Espacio físico del proyecto y visualización a nivel del proyecto.

De este espacio físico, el **proyecto considera cuatro tramos de ocupación de zona federal denominados Tramo ZF1, Tramo ZF2, Tramo ZF3 y Tramo ZF4** los cuales se detallan a continuación:

Tabla 1. Tramos del proyecto (localizaciones en zona federal).

| Cuadro resumen Tramos de ocupaciones de zona federal | |
|---|--------------------------------|
| Tramos | Metros cuadrados Superficie |
| Tramo ZF 1 | 12.06 |
| Tramo ZF 2 | 30 |
| Tramo ZF 3 | 176 |
| Tramo ZF 4 | 307 |
| TRAMO TOTAL | 525.06 m² |

Estos tramos se encuentran definidos de la siguiente manera:

1. Tramo F1:

Comprende 12.06 metros cuadrados de ocupación de zona federal.

Tabla 2. Tramo uno obra en zona federal.

| Localización de tramos en zona Federal Tramo 1 | | |
|---|--------------------------------|------------------|
| Superficie | 12.06 | Metros cuadrados |
| Vértices | | |
| Primer | Coordenadas geográficas | |
| | 19°02'09.42" | 98°13'34.51" |
| Segundo | | |
| | 19°02'09.49" | 98°13'34.76" |
| Tercero | | |
| | 19°02'09.43" | 98°13'34.83" |



2. Tramo F2:

Comprende 30 metros cuadrados de ocupación de zona federal.

- 2 metros cuadrados comprendidos de un desfogue
Desfogues con válvulas de admisión y expulsión de aire, localizado en el punto 2+600.00 del proyecto.

Tabla 3. Tramo dos obras en zona federal.

| Localización de tramos en zona Federal | | |
|---|-------------------------|------------------|
| Tramo 2 (Incluye desfogue de aire en tubería) | | |
| Superficie | 30.00 | Metros cuadrados |
| Vértices | Coordenadas geográficas | |
| Primer | 19°02'08.88" | 98°13'35.10" |
| Segundo | 19°02'08.56" | 98°13'35.28" |
| Tercero | 19°02'08.01" | 98°13'35.15" |



Tabla 4. Ubicación de desfogue

| Desfogues de aire localizados | | | | |
|-------------------------------|-----------|-------------|--------------|---------------------------------|
| Número | Ubicación | Coordenadas | | Área a ocupar (m ²) |
| | | X | Y | |
| 1 | 2 + 600 | 581,399.08 | 2,104,929.17 | 2 |



Imagen 05. Localización de desfogue.

La razón de existir de este desfogue se debe a que, debido al transporte de agua durante la operación, se forman bolsas de aire mismas que de no ser retiradas de la tubería, provocan taponamientos e incluso rupturas de las mismas, por ello surge la necesidad que contar con mecanismos de liberación/expulsión de aire durante la conducción de agua, situación que se atenderá mediante la instalación de válvulas que permitan la expulsión

controlada del aire acumulado en por el desplazamiento del fluido dentro de la tubería evitando taponamientos, obstrucciones parciales o daños a esta tubería.

3. Tramo 3

Comprende 176 metros cuadrados de ocupación de zona federal.

Tabla 5. Tramo tres obras en zona federal.

| Localización de tramos en zona Federal <u>Tramo 3</u> | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|
| Superficie | 176.00 | Metros cuadrados |
| Vértices | | |
| Inicio | Coordenadas geográficas | |
| | 19°02'00.93" | 98°13'34.99" |
| Segundo | | |
| | 19°01'55.91" | 98°13'32.21" |

4. Tramo 4

Comprende 307 metros cuadrados de ocupación de zona federal.

Tabla 6. Tramo cuatro obras en zona federal

| Localización de tramos en zona Federal <u>Tramo 4</u> | | |
|--|--------------------------------|-------------------------|
| Superficie | 307.00 | Metros cuadrados |
| Vértices | | |
| Primer | Coordenadas geográficas | |
| | 19°01'55.55" | 98°13'32.17" |
| Segundo | | |
| | 19°01'53.01" | 98°13'31.69" |
| Tercer | | |
| | 19°01'49.24" | 98°13'30.01" |
| Cuarto | | |
| | 19°01'47.99" | 98°13'29.05" |
| Quinto | | |
| | 19°01'46.77" | 98°13'27.83" |

De manera general, todos los tramos comprenden la misma descripción de trabajos, considerando que toda su superficie se tiene presencia de suelo natural y la clasificación edafológica es similar en toda su trayectoria.

II.2.1 Programa general de trabajo

El proyecto integral contempla una duración aproximada de 3 meses a partir del inicio de los trabajos de preparación del sitio y hasta la entrega física de la obra. El despliegue detallado de partidas se encuentra en el siguiente cronograma:

|  Gerencia de Medio Ambiente y Sustentabilidad, Obra: Construcción y operación de una línea de conducción en la margen derecha del Río Atoyac, en los Municipio de Puebla y San Andrés Cholula. | | TIEMPO EN SEMANAS | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| OBRA CIVIL | | | | | | | | | | | | | | |
| Preparación de sitio | | | | | | | | | | | | | | |
| Excavaciones | | | | | | | | | | | | | | |
| Construcción | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalaciones de línea, válvulas, desfogue y accesorios | | | | | | | | | | | | | | |
| Cierre de zanjas | | | | | | | | | | | | | | |
| Reposición de pista de tartán | | | | | | | | | | | | | | |
| RETIRO DE VEGETACIÓN | | | | | | | | | | | | | | |
| Derribo de árboles o trasplante | | | | | | | | | | | | | | |
| Nota. Plazo de ejecución 105 días naturales. | | | | | | | | | | | | | | |

II.2.2 Preparación del sitio

Previo inicio de obras de excavación se determinó que no existen servicios públicos de servicios públicos subterráneos tales como ductos de cables eléctricos telefónicos, servicios de agua, de gas, alcantarillado, etc. los cuales pudieran ver afectados, teniendo en totalidad suelo natural y vegetación.

De manera preliminar, se traza con cal en suelo del sitio del proyecto, la trayectoria futura de la línea de conducción de agua a manera de ilustrar el

espacio físico donde estará ubicada tal y como se muestra en la siguiente imagen:



Imagen 06. Trayectoria de la línea, en color blanco el trazo de la tubería a instalar.

- **Excavaciones**

Como primera fase de los trabajos y posterior al reconocimiento en sitio, se realizarán las excavaciones para instalación de la tubería, ésta excavación se realizará de manera manual a una profundidad de 80 a 150 cm. Las excavaciones a realizar serán de manera manual, debido a que el suelo a intervenir es suelo natural y el mismo no presenta la dureza necesaria para el uso de maquinaria, considerando para este proceso siguientes medidas preventivas.

- Controlar que los materiales pétreos rueden hacia el río y/o las áreas del parque, evitando así que personas tropiecen y caigan al pisarlos.
- Entibar o apuntalar las estructuras adyacentes a las excavaciones para impedir su asentamiento y proteger las superficies expuestas para que no sean socavadas por la lluvia u otras aguas.
- Se protegerán los taludes contra derrumbe.
- Cuando se localice vegetación en el trazo del proyecto se realizará su retiro o trasplante, el concentrado de la vegetación localizada en el sitio del proyecto se describe más adelante; de manera general, el proceso de remoción de vegetación se realizará de la siguiente manera:
 1. Se tomarán medidas como diámetro altura de pecho y altura.
 2. Dependiendo de sus condiciones fitosanitarias, se determinará su trasplante o derribo.
 3. Se procederá al corte de ramas y tronco.
 4. Se delimitará el área con cinta preventiva
 5. Se aflojará el suelo para proceder al derribo.
 6. Los residuos se manejarán integralmente como parte de composta o enriquecimiento de suelo.

- **Análisis geotécnico del sitio**

Previo a los trabajos de intervención del sitio y excavaciones se realizó el análisis geotécnico¹ en el trazo total de la tubería de agua sulfurosa que parte de la avenida Juárez, tubería a la cual pertenece este proyecto, este estudio

¹ Estudio geotécnico.

se realizó con el fin de conocer la estabilidad y composición del suelo donde se realizará el desplante de la tubería de conducción. Este trabajo, contempló la ejecución de trabajos de campo mediante la excavación de seis Pozos a Cielo Abierto (PCA) en puntos específicos de la ciudad de Puebla, de acuerdo a la trayectoria de la tubería antes mencionada. La ubicación de los PCA se presenta en la siguiente imagen:



Imagen 07. Muestra la ubicación de los pozos a cielo abierto (PCA)

La excavación de PCA tiene como finalidad conocer la clasificación del material (material tipo común o material tipo III, ya sea en zona "a" o "b", en seco o en agua), donde se realizará la construcción de la línea de conducción o para el estudio de estabilidad de taludes, grado estructural de la tubería a instalarse y en el diseño de cimentaciones de cruces especiales.

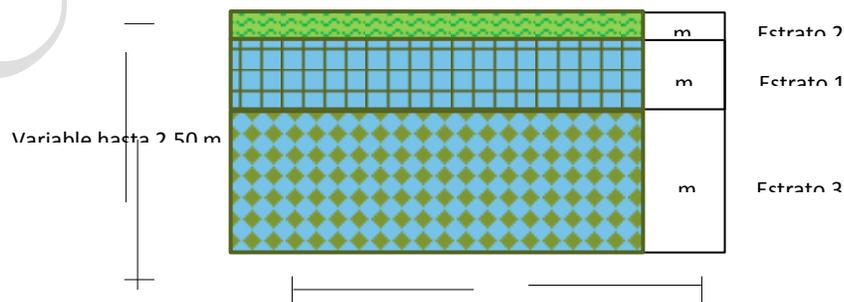


Imagen 08. Estratos de corte para el análisis previo desplante de tubería.

II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

II.2.4 Etapa de construcción

a) Construcción

Durante la etapa de construcción no se requerirá de servicios o instalaciones especiales para su ejecución, a excepción de los requeridos por los procesos constructivos.

El proceso constructivo del presente se considera emplear procedimientos comunes para excavación de zanja, instalación de línea, pruebas a la línea de conducción, relleno de zanjas y acabados, etapas que se describen en el presente documento.

La tubería de conducción que se instalará se suministrará al proyecto en tramos de 6 metros lineales los cuales serán acoplados mediante conexiones de unión hermética para evitar fugas y absorción de agua o sólidos del exterior. La tubería elegida para el proyecto es línea PVC de 16", la cual se elige por:

- Hermeticidad que impide infiltraciones y fugas.
- Evita la formación de incrustaciones
- Ligereza y flexibilidad

Durante la etapa constructivas se empleará el siguiente equipo:

Tabla 07. Maquinaria a emplear para la ejecución del proyecto

| Equipo o maquinaria a utilizar | Cantidad de tiempo empleado y actividad a desempeñar (horas, días o semanas) | Verificación de la maquinaria a emplear |
|--------------------------------|--|---|
| BAILARINA COMPACTADORA | 6-8 Horas diarias durante el tiempo que se ejecutan las actividades de compactación de zanja | El proveedor de la maquinaria y equipo menor será el encargado de dar mantenimiento semanal, mensual o durante alguna incidencia que presenten estas durante la etapa constructiva. |

Los equipos, maquinaria y vehículos de transporte de materiales que se utilizarán durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, serán responsabilidad del promovente independientemente de la modalidad de su uso, es decir sean de propiedad o rentados. Las acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo y su retiro del sitio al momento de su conclusión son igualmente su responsabilidad. La ubicación de campamentos, almacenes y parque de maquinaria será en la misma de intervención debido a la baja dificultad técnica de la obra. Los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo se realizarán en las áreas dispuestas para ello ya sea en el sitio de la obra o en talleres mecánicos de la zona.

Tabla 08. Combustible a utilizar programado por semana

| Nombre del combustible a utilizar | Tipo del combustible | Cantidad necesaria por semana | Maquinaria o equipo que requiere combustible | Cantidad de almacenamiento de combustible | Forma de almacenamiento y fuente de abastecimiento |
|-----------------------------------|----------------------|-------------------------------|--|---|--|
| Gasolina | Líquido | 1030 lts | MOTOCONFORM ADORA | No se almacena | Estación de servicio cercana |

b) Excavación en zanjas

Previo la instalación de la línea de conducción, se tendrán que realizar las excavaciones para albergar esta tubería, las cuales se realizarán de 0.00 m. a 1.50 m de profundidad. A manera de razón de describirlo como un proceso, la excavación de las zanjas se realizará de la siguiente manera:

1. Afloje y excavación: Dependiendo del tipo de existen diferentes criterios para clasificar el tipo de suelos la cual se determinará con base a la forma de excavación que se requiera:

Tabla 09.- Clasificación tipo de suelo y forma de excavación

| Tipo de suelo | Forma de excavación |
|----------------|--|
| Material común | Con herramienta manual o equipo mecánico |
| Roca fija | Únicamente con equipo mecánico |
| Combinado | Combinación de los anteriores |

- Extracción del material.
- Afine del fondo y los taludes.
- Traspaleos verticales.
- Acarreo horizontal: Es la excavación que se realiza para alojar las tuberías o las diferentes estructuras (cajas de válvulas, pozos de visitas, registros, etc.).
- El uso de explosivos para el presente proyecto, no aplica ya que el trazo del proyecto se encuentra dentro de una zona urbana y los trabajos de excavación se realizarán de forma manual y/o maquinaria.
- Se medirá el volumen excavado en banco (no suelto), con unidad de m³, redondeando a dos decimales, previendo la reutilización de la mayoría del mismo como material de relleno para su compactación.

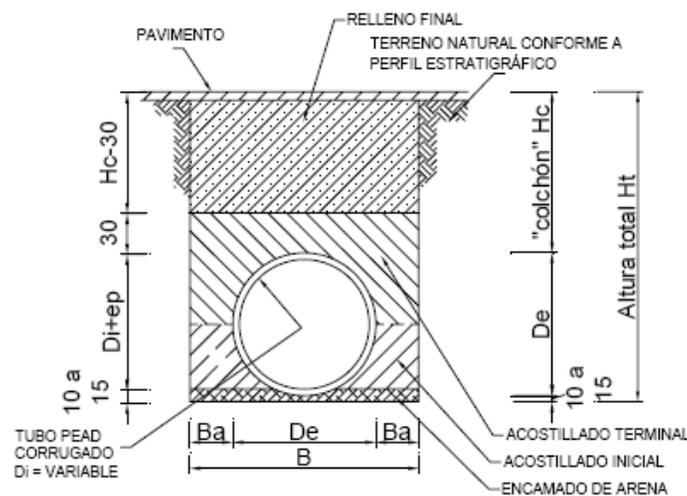


Imagen 09. Diseño final de zanjas y tubería instalada.

Tabla 10.- Consideraciones para la instalación de tubería de 16"

| Diámetro nominal | | Ancho | Profundidad | Espesor de la plantilla o cama | Volumen de excavación |
|------------------|----------|-------|-------------|--------------------------------|-----------------------|
| Cm | pulgadas | Bd | H | Cm | m ³ /m |
| 40 | 16 | 95 | 140 | 10 | 1.33 |

c) Diseño e instalación de la línea de conducción

Una vez excavadas las zanjas para albergar la tubería, se realizará el desplante o instalación de la misma, debido a que la proyección de la línea de conducción tiene un desnivel favorable a razón de llegar mediante gravedad a la planta potabilizadora, la línea o tubería a emplear propuesta es de material PVC de diámetro de 16 pulgadas. Para el cálculo hidráulico se utilizó la fórmula de Darcy- Weisbach.

El material y diámetros de la línea de conducción han sido establecidos previamente en los términos de referencia PTF (PVC termofusionable) clase C-10. Considerando que la **longitud de la línea (1,340.63 m)**, y gasto de 0.25 m³/s, se determinó que las pérdidas por fricción tienen un valor de:

$$H_{ff} = 24.965 \text{ metros}$$

Pérdida de carga en los accesorios y piezas especiales:

Este tipo de pérdidas obedecen a singularidades en las tuberías, básicamente accesorios y cambios de dirección. Para obtener su valor se consideró un 5% de las pérdidas por fricción, cuyo resultado es:

$$H_{fa} = 1.25 \text{ metros}$$

Pérdidas de carga por velocidad en la descarga:

Para calcular las pérdidas de carga por velocidad se utilizó la siguiente expresión:

$$h_v = \frac{V^2}{2g}$$

Dónde:

V = velocidad de la sección que se localiza aguas abajo de la alteración.

g = aceleración de la gravedad 9.81 m/seg²

Aplicando la ecuación anterior, las pérdidas en la línea de proyecto tienen un valor igual a:

$$h_v = 0.202 \text{ metros.}$$

Carga Normal de Operación (C.N.O.):

Para definir la carga normal de operación con la que llegará la línea de conducción a la planta de potabilizadora, se debe conocer el desnivel existente entre el punto de inicio del bombeo y el punto de entrega del gasto de proyecto; a este desnivel se deberán sumar las pérdidas por fricción más las pérdidas secundarias provocadas por las piezas especiales y los cambios de dirección de la conducción.

Considerando lo anterior, la expresión para determinar la CDT es la siguiente:

$$CNO = D.T + Lcol. + hcol$$

Dónde:

C.N.O.= Carga Normal de Operación, en m.

Lcol.= Longitud de la columna, en m.

hcol. = Altura de la columna (Manning), en m

Y de dónde la CNO es igual a:

$$CNO = D.T. + C.H.A. + hf$$

Donde:

D.T.= Desnivel topográfico, en m

C.H.A.= Carga hidráulica adicional, en m

hf = hft + hfa + hv = Pérdida totales, en m

hft= Perdidas por fricción (Manning), en m

hfa= 5%* hf1= Perdidas de carga en los accesorios y piezas especiales, en m

hv = Pérdida de carga por velocidad = $V^2/2g$

Los datos determinados para obtener la CNO y CDT son los siguientes:

⇒ Desnivel topográfico (D.T.): 51.19 m

⇒ Carga hidráulica adicional (C.H.A.): 9.10 m

⇒ Velocidad (V): 1.99 m/s

⇒ Pérdidas por fricción (hft) = 24.965 m

- ⇒ Pérdidas de carga en los accesorios y piezas especiales (h_{fa})= 1.25 m
- ⇒ Pérdida de carga por velocidad (h_v)= 0.202 m
- ⇒ Pérdidas totales h_f = 26.415 m

Considerando lo anterior, se determina que la **CNO tiene un valor de 15.67 metros**

Revisión de la resistencia de la tubería:

Con fin de conocer el comportamiento y estabilidad de la tubería respecto a la resistencia, se realizó la determinación de la misma mediante la sobrepresión que ocasiona el golpe de ariete, el cual es conocido como fenómeno hidráulico transitorio que ocurre debido al cambio instantáneo en la velocidad del fluido en un conducto produciendo ondas de sobre y baja presión que viajan a lo largo de los conductos; y puede ocurrir en todos los sistemas de presión, por lo que, para dimensionar las tuberías, se deberá tomar en cuenta el valor de la sobrepresión para evitar graves daños.

El golpe de ariete se obtuvo aplicando la ecuación modificada de Allievi, como se muestra a continuación:

a) Condiciones Normales de Trabajo

Cadenamiento= 3+800.730
Carga Dinámica (C.D.)= 15.67 Mca

b) Sobrepresión por Golpe de Ariete

Diámetro nominal de la tubería (D)= 16 pulgadas
Diámetro interior (d)= 40 Cm
Tipo de tubería= PTF, PVC
TERMOFUCIONABLE
Módulo de elasticidad del tubo (E)= 28,100 kg/cm²
Espesor de pared tubería (e)= 0.138 Cm
Velocidad (V)= 1.99 m/s
kg/cm²
Módulo de Elasticidad del agua (k)= 20,670

Según Allievi Modificada:

$$h_a = \frac{145V}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot d}{E \cdot e}}}$$

Calculando:

Sobrepresión (ha) = **19.7** Mca

c) Resistencia Propuesta

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|---|
| Presión Max. en la línea= | 15.7 mca | |
| Sobrepresión= | 3.9 mca | 20% de (ha) lo toma el tubo, 80% la válvula de golpe de ariete |
| Presión de Trabajo + Golpe de Ariete= | 19.6 mca | Carga Máxima |
| Denominación de la Tubería= | PTF, PVC TERMOFUSIONABLE | |
| Resistencia de Trabajo= | 100 mca | O.K., Resistencia |

F.S. = 5.10

Por lo anterior, se considera que la tubería propuesta no tendrá inconvenientes en cuanto a sobrepresión en la línea.

d) Instalación de válvulas de expulsión de aire o desfogues:

Para esta etapa se tiene considerada la construcción e instalación de válvulas de aireación y expulsión o ventosas de aire de pvc de 80mm de diámetro, modelo c50 marca bermad, estas, son elegidas por su alta calidad², destinada a diversos sistemas de conducción de agua y condiciones de funcionamiento. Estas válvulas o purgadores expulsan el aire

Imagen 10. Diseño y conformación de la válvula.



² Anexo. Ficha técnica de válvula de aire.

durante el llenado de la tubería, permite la descarga eficiente de bolsas de aire de las tuberías presurizadas, y admite grandes volúmenes de aire en caso de vaciado de la tubería.

Así mismo y considerando las características del aire transportado por naturaleza del agua sulfurosa se propone este modelo, esta válvula presenta las siguientes características benéficas para el proyecto:

- Evita el cierre prematuro sin perturbar la admisión o la descarga de aire.
- Cierre hermético (selladura) dinámico.
- Evita las fugas durante el funcionamiento incluso con bajas presiones (0.1bar/1.5 psi).
- Estructura compacta, sencilla y fiable con piezas totalmente resistentes a la corrosión; escaso mantenimiento y prolongada vida útil.
- La saliente en la base permite adosar un conector de rosca para manómetros o como punto de prueba. n Diseño en cumplimiento con la normativa EN-1074/4 y otras normas de aplicaciones de agua.

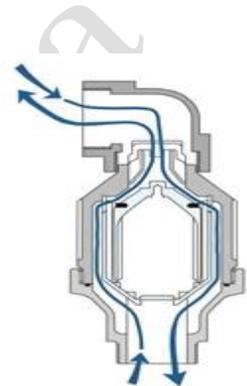


Imagen 11.
Válvulas de expulsión

e) Instalación de filtros de aire

Por la naturaleza del presente proyecto en cual consiste en la conducción de agua sulfurosa, se espera que exista presencia en la misma de gas sulfhídrico el sulfuro de hidrógeno o ácido sulfhídrico es un gas inflamable, incoloro y tóxico, cuyo olor es el de la materia orgánica en descomposición. Asociado a procesos como las depuradoras de agua, la industria papelera o la producción de biogás, es un gas que no solamente genera problemas en el entorno por su mal olor, sino que también afecta a la maquinaria y a las canalizaciones por su alta corrosividad.

El sulfuro de hidrógeno, denominado también ácido sulfhídrico en disolución acuosa, es un hidrácido de fórmula H_2S . Este gas, más pesado que el aire, es inflamable, incoloro, tóxico y odorífero: su olor es el de materia orgánica en descomposición.

De manera general este gas tiene las siguientes afectaciones:

- A nivel tóxico: la toxicidad del ácido sulfhídrico a partir de los 50 ppm tiene un efecto narcotizante sobre las células receptoras del olfato y las personas afectadas ya no perciben el hedor. A partir de los 100 ppm se puede producir la muerte.
- A nivel de corrosión: es el máximo responsable de todos los problemas de corrosión en las obras e instalaciones de saneamiento y conducción de agua.
- A nivel de malos olores: puede ser percibido en bajas concentraciones (0,002 a 0,2 ppm) dentro de un amplio radio de acción alrededor de las arquetas de registro, estaciones de bombeo y estaciones depuradoras de aguas residuales o plantas de tratamiento de agua residual.

Por lo anterior y con fin de prevenir y considerar no sobrepasar los límites máximos permisibles de concentración de emisiones a la atmósfera, estos filtros estarán acoplados a las válvulas de expulsión de aire, se realizará la instalación de filtros de partículas que pudieran dar lugar a una atmósfera contaminante. Estos filtros son pensados en función del caudal a tratar, la cantidad de aire expulsada y el diseño de las válvulas de expulsión de aire, en su interior, contienen material empacado, el cual, al pasar el aire en su interior realizan la filtración reteniendo las partículas suspendidas contaminantes.



Imagen 12. Diseño interior de los filtros.

f) Relleno de zanjas

Una vez instalada la línea de conducción, se tendrá que buscar el relleno de zanjas con material de la excavación, acostillado, o compactado con equipo o manualmente. El relleno de las zanjas es la actividad de colocar material para cubrir la tubería, con objeto de protegerla y para evitar los movimientos de la misma durante su operación. El material que se coloque deberá estar

libre de piedras para no fisurar o romper la tubería. Para este procedimiento se toma en consideración la aplicación de:

- Reutilización de material removido previamente en las actividades de excavación
- Empleo de materiales provenientes de bancos autorizados.
- Procedimiento de relleno y compactación.
- Laboratorio de control que deberá de emplear el constructor.

De manera general el relleno de las zanjas se realiza en etapas:

1. La primera etapa corresponde a un relleno perimetral a la tubería y hasta 30 cm. sobre el lomo del tubo. Este relleno tiene por objeto el fijar la tubería en su posición y ser su primera protección contra los rellenos posteriores; a este primer relleno se le denomina comúnmente “relleno acostillado” y, se compacta en capas de aproximadamente 15 a 20 cm. con material fino libre totalmente de piedras, colocado manualmente a ambos lados del tubo y sobre él teniendo cuidado de no afectarlo.
2. La segunda etapa corresponde a un relleno secundario, siendo el material para este relleno el producto de la excavación.
3. El espesor de las capas variará de 15 a 20 cm. dependiendo del tipo de material, el grado y tipo de compactación que se vaya a dar y, el equipo de compactación que se emplee el cual deberá de ser mecánico de operación manual.
4. El relleno en zanjas se medirá en m³ compacto con aproximación a dos decimales, según las dimensiones aprobadas en el proyecto para las dimensiones de las zanjas. Los tipos de relleno propuestos, se muestra a continuación:

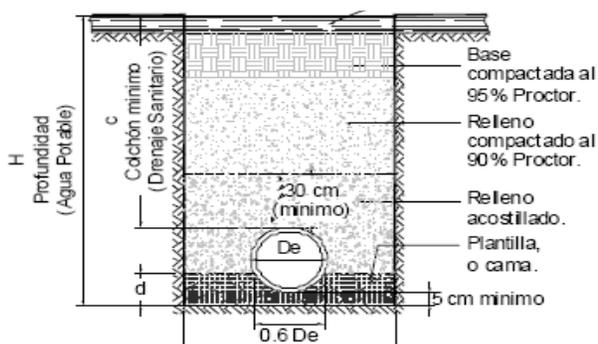


Imagen 13. Relleno de zanja ubicada en trayectoria de ciclopista.

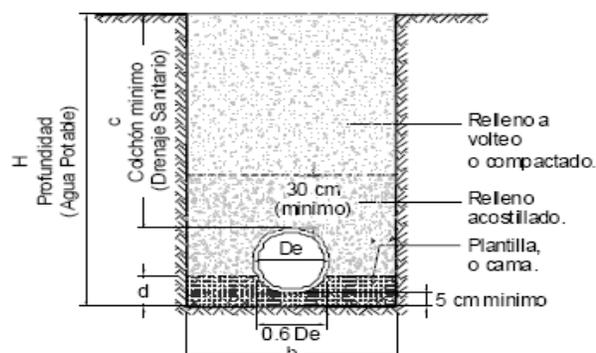


Imagen 14. Relleno de zanja en suelo natural.

g) **Cálculo de volúmenes de excavación y aprovechamiento de suelo removido:**

Con el fin de conocer la cantidad de material extraído, así como los volúmenes totales de suelo a remover y su empleo o disposición en la obra, a continuación, se presenta el cálculo de volúmenes:

- Volumen total excavación (VTE) = $550.31 \times 1.33 = 731.91 \text{ m}^3$.

VTE (volumen total de excavación) = VR (volumen de reutilización) + VD (volumen de desecho), donde

VTE= 100%,

VR= 80%

VD= 20%

- Volumen aproximado total estimado de reutilización (VR) de excavaciones como suelo de relleno y compactación para la instalación de la tubería se considera del 80%, por lo que:

$$VR \text{ (volumen de reutilización)} = VTE \times .80$$

$$\begin{aligned} VTE \times .80 &= \\ 731.91 \text{ m}^3 \times .80 &= \underline{585.52 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

- Volumen aproximado total estimado de desecho (VD) de suelo producto de excavaciones:

Por lo tanto, una vez obtenido VTE y VR, se determina el VD.

$$\begin{aligned} VTE \times .20 &= \\ 731.91 \text{ m}^3 \times 0.20 &= \underline{146.38 \text{ m}^3}. \end{aligned}$$

De los cálculos anteriores, se tiene que como resultado de este proyecto se obtendrán 146.38 m³ de volumen de desecho producto de las excavaciones, el cual es considerado como residuo de manejo especial y su disposición de realizará de acuerdo a Normatividad aplicable.

h) Construcción de pozos de visita

Las tuberías de agua que trabajan a gravedad generalmente se conducen por ductos cerrados, o bien por estructuras diseñadas especialmente cuando las condiciones de proyecto (gasto, profundidad, etc.) lo ameritan. Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de la red de Alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología.) Los pozos presentes en el proyecto serán pozos de visita tipo especial, los cuales contarán con seguro para su apertura sólo por personal de mantenimiento de Concesiones Integrales S.A. de C.V.

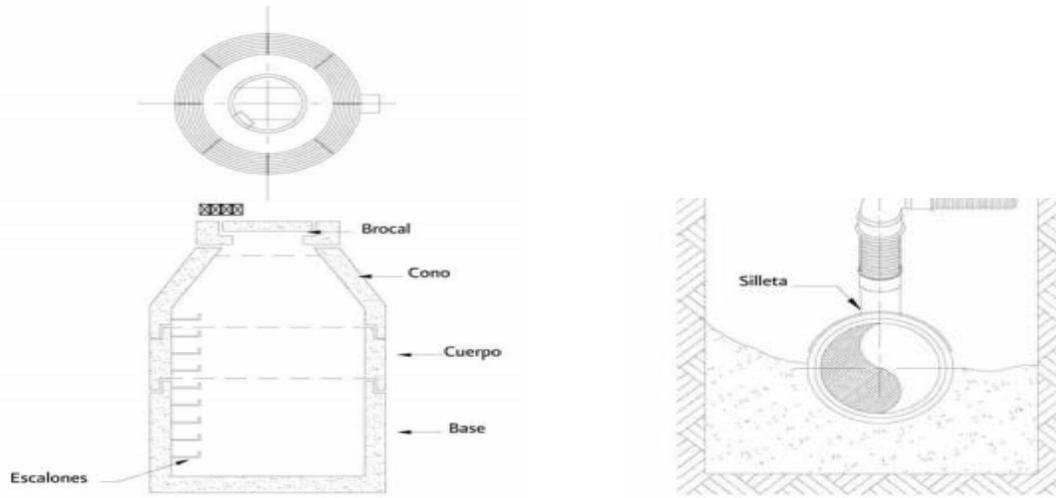


Imagen 15. Detalle constructivo de pozos de visita

Los pozos de polietileno de alta densidad son integralmente “sellados” en su parte inferior con el cuerpo (base) del mismo material. Estos pozos estarán instalados a cada 100 metros, no permitirán la ventilación del flujo transportado y se conformarán por los siguientes elementos:

- Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas, y banqueta.
- Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).
- Brocal.
- Tapa

Los pozos de visita presentes en el proyecto estarán herméticamente cerrados a fin de evitar la infiltración de basura, agua residual y agua pluvial al interior de la línea de conducción. Éstos serán prefabricados (fabricados) de concreto deben cumplir las especificaciones establecidas en la norma mexicana NMX-C-413-ONNCCE y los pozos de visita prefabricados de cualquier otro material deben de cumplir las especificaciones establecidas en un documento normativo, conforme lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Los pozos de visita serán adheridos mecánicamente y de forma permanente al concreto de la calle, contando

en su armado un seguro especial para su apertura y quedarán instalados como una sola unidad si realizar perforaciones adicionales para el desfogue de gases.

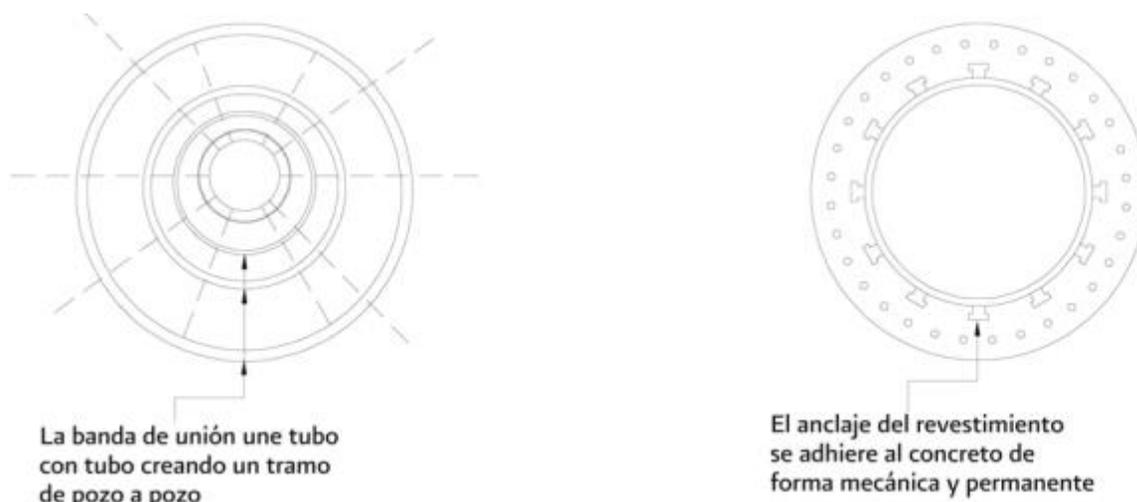


Imagen 16. Unión y anclaje de pozos de visita

El diámetro interior mínimo de los pozos de visita prefabricados es de 1000 mm, permitiendo el acceso seguro de los operarios, mediante escalera integrada desde la parte superior del cono hasta la base, en caso de profundidades menores a 2 m se puede utilizar el pozo de visita con diámetro de 1000 mm. El cemento utilizado debe ser resistente a sulfatos (Tipo CP030 RSBRA); el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 1 cm. En el interior y exterior del pozo. Además, garantizará la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, empleando accesorios como mangas de poliuretano rígido, mangas de neopreno etc. u otros que aseguren la hermeticidad a largo plazo al reducir los esfuerzos cortantes ante la presencia de asentamientos diferenciales y movimientos producidos por las cargas vivas, sismos o cualquier otro fenómeno vibratorio, así como facilitar el reemplazo de tuberías unidas al pozo utilizando anillos de hule.

i) Construcciones temporales durante el proceso de la obra

Las construcciones temporales que se ubicarán dentro de la vialidad o trazo donde se proyectará el presente consistirán en:

- Se contará con un campamento que servirá de oficina de la residencia de obra, el cual será un camper móvil.
- No se tendrá un área para almacenar las sustancias químicas ya que no se prevé el empleo de las mismas.
- Para el suministro de combustibles a vehículos empleados en el proyecto, se realizará en estaciones de servicio regularizadas.
- Sanitarios portátiles rentados a una empresa especialista, quien será la responsable del destino final de estos residuos.
- Materiales, herramienta, maquinaria y equipo necesarios para realizar los trabajos.

j) Obras asociadas

No se tienen contempladas obras asociadas al presente proyecto.

II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento

Programa de operación de la línea de conducción

1. Se considera un régimen de operación continua de 24 horas ya que flujo del agua es constante.
 2. Se deberán ventilar y monitorear los gases que se puedan acumular antes del ingreso y durante el transporte de esta agua en el trazo de la línea de conducción, siendo los puntos de monitoreo los pozos de visita.
 3. No deberá haber presencia de chispas, trabajos de soldaduras, corte, esmerilado, entre otros.
 4. A la obra final de la línea de conducción, no se deberá conectar sistemas de drenaje provenientes de descargas de agua residual de establecimientos comerciales, de servicios o domésticos.
- **Programa de mantenimiento de componentes que integran la línea de conducción:**

El proyecto involucra caja de válvulas es la estructura hidráulica

complementaria donde se ubiquen válvulas de control ó para la operación de válvulas de seccionamiento tipo mariposa o compuerta, necesarias para la operación de una red de agua potable o de agua tratada. Este equipamiento deberá recibir un mantenimiento programado de las partes electromecánicas que lo integran.

Las cajas tipo son fabricadas en el lugar, según las especificaciones es indicadas adecuando su dimensionamiento de acuerdo a los requerimientos particulares de cada proyecto específico. Para el mantenimiento de lo anterior se contempla:

1. Se deberá conservar una hermeticidad de una presión de 150 psi (10.55 kg/cm²), diferencial completa de aire o hidrostática como lo describe la norma AWWA C504.
2. Las válvulas deberán ser adecuadas para un rango de temperatura desde 0°C hasta 52°C.
3. Las válvulas de mariposa deberán cumplir lo establecido en la norma AWWA C504, todas las válvulas deberán ser probadas a presión hidrostática de acuerdo a la presión de trabajo nominal antes de ser enviadas por parte del fabricante.
4. La prueba de hermeticidad de la válvula de mariposa cerrada será con 150 psi (10.55 kg/cm²) de un lado y 0 psi (0.00 kg/cm²) del otro sin presentar fuga. La prueba de hermeticidad y resistencia al cuerpo de la válvula de mariposa abierta será aplicando una presión de 300 psi (21.09 kg/cm²) sin presentar fuga.

- **Seguridad al inspeccionar pozos de visita**

Se debe monitorear la atmosfera dentro del espacio confinado antes y durante la presencia de personal dentro del espacio confinado. El monitoreo debe realizarse con equipos calibrados y se deben verificar al menos cuatro parámetros y vigilar que todos se mantengan dentro de los rangos recomendados de los siguientes parámetros:

- Oxígeno – entre 19.5 y 21%
- Monóxido de carbono – 35 ppm máximo
- Ácido sulfhídrico – 10 ppm máximo

- Límite Inferior de explosividad (metano) – Menor al 10%

Los procedimientos generales a emplear son los siguientes:

- I. Se debe destapar un pozo de visita adicional al pozo de visita donde se va a acceder, lo anterior para facilitar el flujo de ventilación.
- II. Se debe ventilar antes y durante la presencia del personal dentro del espacio confinado.
- III. La ventilación puede hacerse ya sea mediante la extracción de aire en el pozo de visita inmediatamente anexo al pozo donde se va a acceder, o bien introduciendo aire forzado al pozo de visita donde se va a acceder.
- IV. Una combinación de ambas ventilaciones también puede ser usada. La ventilación mediante la extracción de aire en el pozo de visita inmediatamente anexo es la opción normalmente recomendada.
- V. Los trabajadores que acceden a los pozos de visita deben estar adecuadamente vestidos, al menos con botas de trabajo, casco y arnés con argollas a la altura de los hombros, de manera que el trabajador pueda ser extraído de forma vertical a través de la boca del pozo de visita.
- VI. El trabajador deberá tener en todo momento conectado el arnés al cable de extracción de emergencia. Se debe contar con un tripie clasificado para uso humano para facilitar el acceso y salida al espacio confinado.
- VII. En todo momento se debe contar con personal de apoyo en la inmediata cercanía del acceso al pozo de visita, mientras el operador se encuentra dentro del pozo de visita. En todo momento debe existir comunicación vía radio UHF entre el o los operadores dentro del espacio confinado y los trabajadores de apoyo fuera del espacio confinado.

II.2.6 Descripción de obras asociadas al proyecto

Por la naturaleza del proyecto, no tienen proyectadas la construcción de obras asociadas como acometidas eléctricas ya que solamente se conducirá agua para su potabilización sin requerir equipo electromecánico adicional o electricidad para su funcionamiento.

II.2.7 Etapa de Abandono del sitio

Al término de los trabajos de construcción de la línea de conducción, el contratista retirará todo tipo de instalaciones temporales, como campamentos, materiales, equipos, insumos, herramientas, residuos y subproductos que no formen parte constitutiva de la infraestructura contempladas en el proyecto ejecutivo y que representen un impacto al ambiente.

La vida útil de la línea de conducción es aproximadamente de 30 años, por lo consiguiente se deberá realizar mantenimiento y sustitución en caso de daños mayores, así mismo, durante su operación se considera su inspección con el fin de detectar filtraciones, rupturas o incorporaciones a la línea.

II.2.8 Utilización de explosivos

No aplica para este proyecto, no será necesaria la utilización de explosivos.

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

Durante la etapa de preparación sólo se generarán residuos de tipo doméstico, sobrantes de la alimentación de los trabajadores. Asimismo, se generarán residuos sanitarios, ambos volúmenes serán muy reducidos.

Durante la etapa de construcción usualmente se presentan residuos del tipo pétreo, ocasionados principalmente por diferencias entre los factores de compactación reales y los del proyecto, o bien por sobrantes del material transportado en exceso. Si bien el proyecto no contempla sobrantes de material, se preverá que el contratista haga una correcta disposición del material excedente generado a un sitio autorizado.

Durante la etapa de operación y mantenimiento de la línea de conducción, no se contempla la generación de residuos.

Aguas residuales

Por la naturaleza del proyecto no se generan aguas residuales de proceso. Sólo aquellas de tipo sanitario, que se dispondrán adecuadamente por la contratación de sanitarios portátiles.

Emisiones atmosféricas

Tanto en la etapa de preparación como en la de construcción, se generan gases producto de la combustión de vehículos automotores. Estos equipos emitirán gases que se dispersarán a la atmósfera. Dichas emisiones se mantendrán por debajo de los niveles máximos permitidos, según lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015.

También se producirán partículas sólidas suspendidas o polvos, tanto por los trabajos de excavación de zanja como de material abundado y paso de los vehículos que transportarán los materiales de insumos y los equipos necesarios para la colocación e instalación de la línea, para el retiro del material excedentes deberán ser cubiertos con una lona. Para reducir, al mínimo posible, los sólidos suspendidos.

En la etapa de operación y mantenimiento no se presentarán emisiones a la atmósfera, ni partículas sólidas suspendidas, y mucho menos ruido.

Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos que a generar serán producto del mantenimiento de la maquinaria y equipo, es decir: aceites lubricantes gastados, grasas, materiales sólidos impregnados con gasolina o diésel etc. y envases vacíos con aceites, filtros, grasas y pegamentos; los cuales deberán ser manejados por la empresa constructora, de acuerdo con el Reglamento en Ley General Para la Gestión Integral de los Residuos, así como a la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos³, sin embargo, estos residuos serán manejados de manera externa por mantenimiento de maquinaria contratada por el proveedor fuera del sitio del proyecto.

³ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 23 de Junio de 2006.

Residuos sólidos de manejo especial.

La cantidad de residuos sólidos de manejo especial, que se generarán durante la etapa de construcción, son aquellos materiales sobrantes de las actividades de excavación y desechos de obra. Los volúmenes generados serán depositados en el banco de tiro que se encuentra autorizado por el Departamento de Prevención y Gestión de Residuos Sólidos de la SDRSOT. Su medida de control está prevista a través del cumplimiento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla, publicada en el Periódico Oficial del gobierno del Estado el 10 de noviembre de 2006 en sus artículos: 16 fracciones I, IV y VII, además del art. 26.

Residuos sólidos urbanos.

Los residuos que se generarán serán principalmente por los trabajadores en obra, particularmente en las áreas destinadas para comer.

Para el control de estos residuos, se colocarán contenedores dentro de la obra para que sean depositados, además los botes o contenedores estarán claramente rotulados, con el contenido de residuos orgánicos e inorgánicos y con tapas, para facilitar su adecuado manejo.

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

Los volúmenes a obtener de cada tipo de material y la decisión sobre su manejo dependerán de las particularidades en que se generen y de las condiciones logradas al final del proceso, por lo que el control de generación y destino se incluirá en el Plan Integral de Manejo de Residuos que se implementará para todo el proceso de construcción del proyecto.

Por la naturaleza del proyecto, se tiene:

1. Residuos peligrosos: En sitio del proyecto no se tendrá almacenamiento temporal de estos residuos peligrosos; estos residuos serán manejados de manera externa por mantenimiento de maquinaria contratada por el proveedor.

2. Residuos de manejo especial: Se retirarán del sitio del proyecto a través de transportistas los cuales deberán contar con la autorización por parte de la SDRSOT.
3. Residuos sólidos urbanos: Los residuos que se espera generar son principalmente papelería, envoltorios de alimentos, plásticos duros, PET, cartón, etc. Los que en su caso se podrían llevar a centros de acopia para su reciclaje y en el caso de los residuos que ya no se pueden reciclar deberán ser depositados en los camiones de limpia que presentan el servicio en la zona y que esté autorizado por el ayuntamiento, estos residuos tendrán como destino final o de confinamiento el relleno sanitario del municipio de Puebla.

Consulta Pública

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

El presente proyecto de instalación de línea de conducción sobre la margen derecha del río Atoyac, se diseñó en apego y consideración a las leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas de carácter ambiental, a nivel federal, estatal y municipal que le son aplicables, como a continuación se cita.

Por las características de su trazo, el proyecto se ubica en dos municipios, siendo estos San Andrés Cholula y Puebla, así mismo, **se gestionarán diversos permisos para la ocupación zona federal y construcción de la infraestructura** de esta línea ante la Comisión Nacional del Agua. Por lo anterior, se analizará la legislación ambiental de estos dos municipios. Así mismo, por su localización y tipo de obra, el proyecto no se contrapone con los criterios en el Ordenamiento Ecológico (OE), ya que se aplicarán medidas de mitigación para dar cumplimiento a los criterios establecidos.

III.1 Legislación y Normatividad para el Proyecto

El presente proyecto de Desarrollará bajo el marco Normativo Mexicano vigente, el cual a continuación se describe:

Normativa Federal:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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

I.- Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

Vinculación con el proyecto:

Debido a que toda obra o actividad genera impactos ambientales, sociales y económicos no importando sus dimensiones, para el caso del proyecto de la instalación de la línea de conducción, aplica la elaboración de Manifestación de Impacto Ambiental en función de los preceptos establecidos en su Art.28, que establece los tipos de proyectos que son por sus características obligados a elaboración de evaluación ambiental; del cual no es excepción el proyecto de estudio. Toda vez que presente proyecto pretende ser desarrollado en zona federal a la margen derecha del río Atoyac.

- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

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

R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales.

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

Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

- Ley de Aguas Nacionales

ARTÍCULO 21 BIS. El promovente deberá adjuntar a la siguiente solicitud a que se refiere el artículo anterior, al menos los documentos siguientes:

III. La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente;

Vinculación con el proyecto:

El presente considera la Evaluación de impacto ambiental del proyecto "Instalación y operación de una línea de conducción de agua Sulfurosa en zona federal de la margen derecha del río Atoyac".

Normatividad Estatal:

- Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla. (PO- 18/septiembre/2002, Reformado 12/agosto/2016)

Artículo 108: El proyecto en comento se deberá ajustar a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas observando los límites que éstas establecen para la emisión de los contaminantes mencionados.

Artículo 112 (Frac. III): Se deberá realizar el mantenimiento preventivo y en su caso correctivo, para controlar y reducir la emisión de contaminantes atmosféricos y así asegurar una adecuada calidad el aire.

Artículo 119: Todo vehículo utilizado para los fines de operación del proyecto, deberá contar con los dispositivos de control de emisiones suficientes para dar cumplimiento a lo que establece este artículo.

Artículo 120: Todo vehículo utilizado para los fines del proyecto, deberá contar con la verificación vehicular correspondiente a que hace referencia este artículo.

Artículo 132, 140: Se deberá controlar prevenir y reducir, la generación de residuos sólidos urbanos en todas las fases operativas del proyecto, así como contar con suficientes contenedores para este tipo de residuos y disponerlos para su recolección por parte del sistema operativo autorizado por el municipio para tal efecto.

Artículo 142: Toda emisión de ruido, vibraciones, olores, y/o energía térmica y lumínica, deberá respetar los umbrales máximos permitidos por las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Vinculación con el proyecto:

El proyecto, estará sujeta a las leyes y normas del municipio, estado y federación, cumpliendo con los establecido en materia ambiental.

- Reglamento de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla, en materia de prevención y control de la Contaminación Atmosférica.

Artículo 21: Todo vehículo utilizado en alguna de las fases del proyecto registrado en el Estado de Puebla, deberá cumplir con la verificación vehicular a que hace referencia este artículo.

Artículo 25: Se deberá prevenir toda contaminación de los suelos en todas las fases del proyecto y en su caso deberán tomarse las medidas necesarias y suficientes para remediar la contaminación del suelo que fuere causada por el proyecto.

Vinculación con el proyecto:

El presente proyecto, estará sujeta a las leyes y normas del municipio, estado y federación, cumpliendo con los establecido en materia ambiental.

- Ley Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.

Artículo 15: Deberá promoverse la subclasificación de los residuos sólidos urbanos que se generen en todas las fases del proyecto, para coadyuvar a su reutilización y/o reciclaje.

Artículo 60: Se deberá prevenir toda contaminación de los suelos en todas las fases del proyecto y en su caso deberán tomarse las medidas necesarias y suficientes para remediar la contaminación del suelo que fuere causada por el proyecto.

Vinculación con el proyecto:

El presente proyecto, estará sujeta a las leyes y normas del municipio, estado y federación, cumpliendo con los establecido en materia ambiental. Respecto

a estos puntos, como se mencionó, el mantenimiento que recibirá la maquinaria será por parte de un proveedor externo en los talleres del mismo.

III. 2 Normas Oficiales Mexicanas

La presente evaluación de impacto ambiental, enfatiza en la identificación oportuna de problemas ambientales; situación que hace inherente el estricto apego y análisis del desarrollo del proyecto respecto al marco legislativo, normativo y técnico que permitan la optimización durante su ejecución y con ello reducir las necesidades subsecuentes de imponer limitaciones al proyecto, evitando costos y demoras.

A continuación, se presenta una tabla que vincula las actividades del proyecto en sus diferentes etapas con la normatividad de observancia aplicable, permitiendo definir de manera clara los mecanismos de gestión a observar.

Tabla 11. Normas Mexicanas Ambientales y Sector Seguridad

| NORMA OFICIAL MEXICANA | OBRA O ACTIVIDAD | ETAPA DEL PROYECTO |
|--|--|---|
| EMISIONES A LA ATMOSFERA | | |
| <p>NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (DOF 10/junio/2015).</p> | <p>Esta norma aplicará para cuando se generen emisiones de humos derivados de la operación de maquinaria y equipo, los cuales ocupan este combustible.</p> | <p>Preparación del Sitio y Construcción</p> |
| <p>NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes y opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores que</p> | <p>Los vehículos de carga, deberán contar con los permisos y documentación correspondiente para minimizar emisiones de contaminantes a la atmosfera. El volumen de</p> | <p>Preparación del Sitio y Construcción</p> |

| | | |
|---|---|--|
| usan Diésel como combustible y que utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular de 3,857 kg (DOF 17/diciembre/2014). | residuos de manejo especial será el proveniente del sobrante del suelo natural removido. | |
| NOM-045-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de opacidad por humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan Diésel como combustible. | Los vehículos automotores empleados por el personal responsable de la ejecución de la obra, deberán contar con verificaciones correspondientes, con la finalidad de minimizar emisiones de contaminantes a la atmosfera. | Preparación del Sitio y Construcción, sobre todo en el suministro herramientas y materiales al proyecto. |
| RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL | | |
| NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. (DOF 05/noviembre/2014) | La remoción de suelo en la superficie donde será instalada la línea de conducción, será almacenada temporalmente para volverá a utilizar en el cierre de la zanja. El mayor volumen de RME, será de suelo natural el cual será depositado en un 80% como material de relleno y el restante será depositados en bancos de tiro autorizados por la SDRSOT. | Preparación del Sitio y Construcción |
| SEGURIDAD LABORAL | | |
| NOM-001-STPS-2008. Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo | Esta norma aplica para los trabajadores involucrados directamente con cuestiones de riesgo, en | |

| | | |
|---|---|---|
| <p>condiciones de seguridad e higiene (D.O.F. 24/Noviembre/2008).</p> | <p>todas las etapas del proyecto, por lo cual se establecerá un programa de pláticas pre-operativas en temas de seguridad para el personal que labora en obra. Así mismo se verificara que el personal cuente y porte correctamente con el equipo de seguridad correspondiente para realizar sus actividades.</p> | <p>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</p> |
| <p>NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. (DOF 31/mayo/1999).</p> | | |
| <p>NOM-017-STPS-2008, Equipos de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo. (DOF 19/diciembre/2008).</p> | <p>Esta norma aplica para los trabajadores involucrados directamente en todas las etapas del proyecto. Impartir pláticas en tema de seguridad e higiene las cuales serán programadas semanalmente por el supervisor a cargo, llevando a cabo bitácora de asistencia.</p> | <p>Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento</p> |
| <p>NOM-116-STPS-2009, Seguridad-Equipo de protección personal-Respiradores purificadores de aire de presión negativa contra partículas nocivas-Especificaciones y métodos de prueba.</p> | | |
| <p>NOM-019-STPS-2011, Comisiones y capacitación en seguridad e higiene en los centros de trabajo. (DOF 13/abril/2011).</p> | | |
| <p>NOM-024-STPS-2001 Vibraciones. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.</p> | <p>Para el personal que esté a cargo de equipo o maquinaria compactadora se realizará rotación de los trabajadores con la finalidad de disminuir el tiempo de exposición de estos, así mismo en zonas de excavación previo al ingreso del personal se verificara que estos cuenten con su</p> | <p>Preparación y construcción.</p> |

| | | |
|--|--|------------------------------------|
| | <p>equipo de protección personal (EPP), así como la verificación de medidas preventivas en los sitios de trabajo como balizamiento u acordonamiento de áreas excavadas, inspección de los sitios de trabajo verificando la existencia de deslaves o derrumbes dentro de estos que pongan en riesgo a los trabajadores.</p> | |
| <p>NOM-027-STPS-2008, Actividades de soldadura y corte-Condiciónes de seguridad e higiene. (DOF 07/nov./2008).</p> | <p>El personal que labora en obra deberá contar con el equipo de protección personal (EPP) por tipo de actividad constructiva a realizar, para el caso que se deba realizar cortes en la tubería de PVC.</p> | <p>Construcción y operación.</p> |
| <p>NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades. (DOF 22/diciembre/2009).</p> | | |
| <p>NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciónes de seguridad y salud en el trabajo. (DOF 04/mayo/2011).</p> | | |
| AMBIENTALES (FLORA Y FAUNA) | | |
| <p>NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-especies nativas de México de Flora y Fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo. (DOF 30/dic./2010)</p> | <p>Para el caso de la flora se realizara reubicación de organismos jóvenes y que sean de talla pequeña, dando seguimiento durante la ejecución del proyecto para garantizar su sobrevivencia.</p> | <p>Preparación y construcción.</p> |
| AGUA | | |

| | | |
|--|--|--|
| <p>NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. (DOF 18/enero/1996).</p> | <p>Sólo se considera esta norma para el suministro de agua potable al personal que labore en la construcción de proyecto, ya sea para actividades sanitarias, o bien para el consumo humano.</p> | <p>Preparación del sitio y construcción.</p> |
| <p>NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo.</p> | <p>Mediante el suministro de agua a personal que labora en el proyecto.</p> | <p>Construcción y mantenimiento.</p> |

En función de su ubicación, dimensiones, arquitectura, operación, insumos empleados en él, materiales y residuos generados, así como el aprovechamiento de recursos que se realizará, el proyecto objeto del presente no ocasiona impactos ambientales significativos ni desequilibrios ecológicos y tampoco rebasa los límites y condiciones establecidos en las Normatividad aplicable para protección, preservación y restauración del ambiente. Así mismo, los impactos ambientales identificados en la evaluación ambiental de este proyecto son regulados por Normas oficiales mexicanas

Se puede exponer, que el proyecto es factible técnico, jurídico y ambientalmente viable siempre y cuando se lleven a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación mencionadas en la presente Manifestación de Impacto ambiental, lo anterior, con estricto apego al marco jurídico ambiental vigente y considerado en el presente.

III.3 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio (POET)

Aún no existen ordenamientos ecológicos en los dos municipios de San Andrés Cholula y Puebla.

III.4 Decretos y Programas de Conservación y Manejo de las Áreas Naturales Protegidas.

El trazo del proyecto no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida de índole Federal, Estatal o Municipal, como se muestra en el Sistema de Información Geográfica para la evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) vía Internet.

El Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas en el Estado de Puebla (SEANPEP), tiene como objetivo el contribuir de manera efectiva y ordenada a los esfuerzos locales, regionales, estatales y nacionales para establecer las mejores prácticas de uso, conocimiento y conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, al mismo tiempo que promueve una mejoría en la calidad de vida de los habitantes locales.

Tabla 12. Reservas estatales del Estado de Puebla

| NOMBRE | SUPERFICIE HA |
|--------------------------------------|------------------|
| Parque Estatal Flor del Bosque | 664 |
| Parque Ecológico Revolución Mexicana | 58 |
| Parque del Arte | 13 |
| Parque del Bicentenario | 116 |
| Cerro Comalo | 21.6 |
| Cerro de Amalucán | 135.9 |
| Cerro Mendocinas | 29.9 |
| Cerro Tepeyac | 95.7 |
| Cerro Totolqueme | 759.8 |
| Cerro Zapotecas | 536 |
| Reserva Estatal Sierra del Tentzo | 57,815,283 |
| Total | 60,445.13 |

Siguiendo la caracterización ambiental contenida en el Sistema de Información Geográfica para la evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), **el proyecto se encuentra fuera de una zona de importancia ambiental** como lo marca la siguiente imagen:



Imagen 17. Área de importancia ambiental.

Fuente: SEMARNAT-SIGEIA, 2017.

Importancia Ambiental

- Parque Nacional ■
- Zona de amortiguamiento ■
- Zona de influencia ■
- AICA'S
- RAMSAR
- Sitio del proyecto

El sitio donde se ubica el trazo de la línea de conducción de agua sobre la margen derecha del Río Atoyac, no se encuentra dentro de una Área Natural Protegida de índole Federal, Estatal o Municipal.

Se trate de obras o actividades que por su ubicación, dimensiones o características no ocasionen un impacto ambiental significativo

Concesiones Integrales, S.A. de C.V. quien es la encargada de proporcionar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de agua residual, empresa concesionada por el Sistema Operador de los servicios de agua potable y alcantarillado del municipio de Puebla (SOAPAP), construirá y operará una línea de conducción por gravedad para su posterior potabilización.

Este proyecto se encuentra en la margen derecha del río Atoyac, para su ejecución, se realizará actividades despalme y reubicación y derribo de árboles, los cuales son introducidos (eucalipto) como parte de actividades de reforestación. La afectación será menor, debido a que se trasplantan los árboles jóvenes, así mismo se aplicaran programadas de reforestación con especies de la región.

III.5 Planes o Programas de Desarrollo Urbano

Las obras o actividades de que se trate estén expresamente previstas en algún programa de Ordenamiento Ecológico o Desarrollo Urbano, que se encuentren debidamente autorizados.

- Plan Municipal de Desarrollo de Puebla 2014-2018⁴

EJE 1. BIENESTAR SOCIAL Y SERVICIOS PÚBLICOS

OBJETIVO GENERAL

Incrementar el bienestar social de la población, con puntual atención a quienes se encuentran en situación de pobreza y marginación.

ESTRATEGIA GENERAL

Incrementar la inversión pública en obras de infraestructura básica en las zonas pobres del municipio y desarrollar acciones para el fortalecimiento integral de las familias poblanas.

PROGRAMA 1. Infraestructura social para el Desarrollo Municipal.

⁴ Plan de Desarrollo Municipal 2014-2018, de Zaragoza, Puebla; Publicado en el Periódico Oficial con fecha jueves 30 de octubre de 2014, Numero 22, Segunda Sección, Tomo CDLXXIV.

PROGRAMA 2. Servicios Públicos para el desarrollo.

- Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (COREMUN)⁵

De la infraestructura urbana agua potable

Artículo 860.- Todo sistema de abastecimiento de agua potable deberá proyectarse para una vida útil mínima de 25 años y la dotación por habitante al día no podrá ser menor de 184 Lts.; asimismo, deberá contemplar el abastecimiento del líquido para todos los lotes del desarrollo.

- Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Sustentable de Puebla⁶, actualizado

Infraestructura Urbana

indica “se deberá desarrollar la infraestructura urbana necesaria para cubrir la demanda necesaria de servicios de la población actual y futura, y establecer las condiciones para la densificación de la ciudad...”

- Programa parcial de Desarrollo Urbano Sustentable del Centro Histórico del Municipio de Puebla⁷

Distribución de agua potable

- ✓ En los proyectos de infraestructura para la dotación de agua potable se deberá garantizar una dotación no menor a 184 litros por habitantes al día.
- ✓ Todas las redes de distribución de agua potable serán calculadas con base a la normatividad aplicable “NO-001-CONAGUA-2011, Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba”.
- ✓ En la construcción de infraestructura para el abastecimiento de agua potable se deberá cumplir con la NOM-003—SEMARNAT-1996, que se

⁵ Código Reglamentario para el Municipio de Puebla. Última reforma 01 de agosto de 2016.

⁶ Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Sustentable de Puebla, Actualizado P.O. el día 02 de mayo de 2016.

⁷ Programa parcial de Desarrollo Urbano Sustentable del Centro Histórico del Municipio de Puebla. publicado en el Periódico Oficial del Estado de Puebla el día viernes 23 de octubre de 2015, Número 17, Quinta Sección, Tomo CDLXXXVI

refiere a los requisitos durante la construcción de pozos para la extracción de agua destinada a los usos; agrícolas, agroindustrial, acuacultura, pecuario, domestico, servicios, publico urbano, industrial y múltiples con el objetivo de prevenir la contaminación de acuíferos.

Se trate de instalaciones ubicadas en parques industriales debidamente autorizados

El presente proyecto no se encuentra dentro de un parque industrial. La actividad será de captación y traslado de agua a través de una línea conducción por gravedad.

Consulta Pública

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

IV.1 Delimitación del área de estudio

El proyecto de la construcción en zona federal de la Margen derecha del Río Atoyac, de la línea de conducción de agua sulfurosa, se hallará en dos municipios, Puebla y San Andrés Cholula, y siendo un área muy puntual de afectación por la obra, se comparte el *Sistema Ambiental*, por lo que se describirá en general el Sistema Ambiental (**SA**), presente en el sitio de estudio.

El proyecto se ubica dentro del Parque Metropolitano, en el área de “Paseo del Río”, el cual pertenece una parte al municipio de Puebla y San Andrés Cholula.

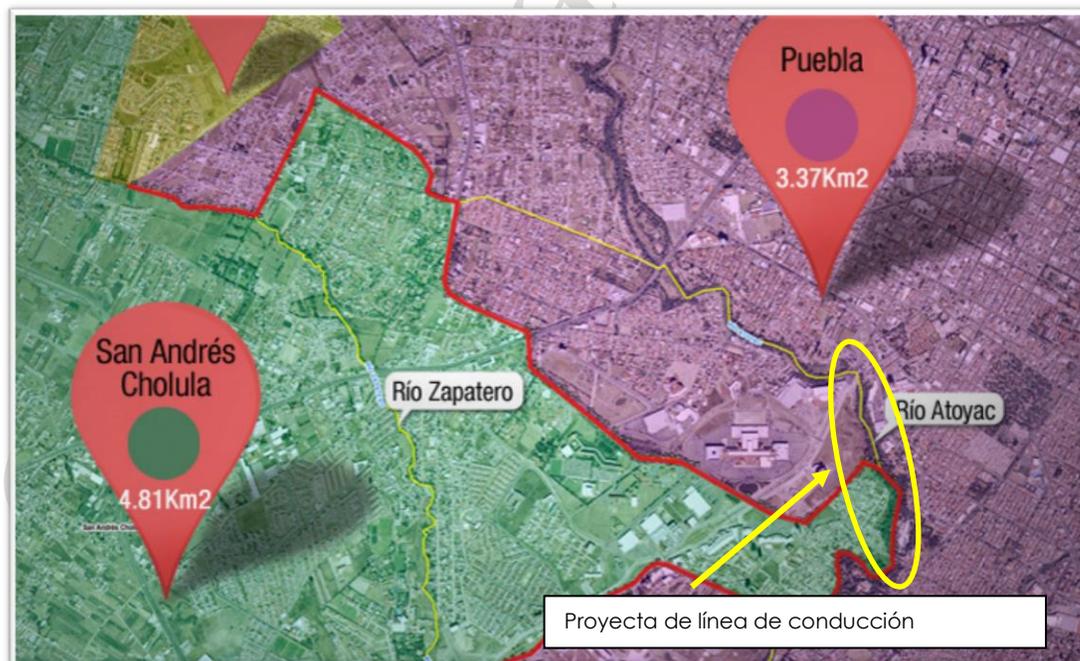


Imagen 18. Delimitación entre los municipios de Puebla y San Andrés Cholula.
Fuente: Carta urbana del municipio de Puebla.

Para la delimitación del sistema ambiental es necesario precisar que el presente proyecto, de manera general se divide en dos superficies o áreas:

a. Zona Estatal

La superficie que será ocupada por terreno Estatal es de 721.05 m², la cual se encuentra en evaluación por parte de la Secretaría de Desarrollo Rural y Sustentabilidad y Ordenamiento Territorial (SDRSOT).

b. Zona Federal

La superficie que corresponde a esta evaluación es el área en cuatro tramos en la zona federal, con una superficie de 525.06 m².

Tabla 13. Coordenadas del proyecto:

| Tramo | Coordenadas Geográficas | | Coordenadas UTM | |
|-------|-------------------------|--------------|-----------------|------------|
| | N | O | X | Y |
| 1 | 19°02'09.42" | 98°13'34.51" | 581421.26 | 2104984.57 |
| | 19°02'09.49" | 98°13'34.76" | 581413.95 | 2104986.68 |
| | 19°02'09.43" | 98°13'34.83" | 581411.91 | 2104984.83 |
| 2 | 19°02'08.88" | 98°13'35.10" | 581404.09 | 2104967.89 |
| | 19°02'08.56" | 98°13'35.28" | 581398.87 | 2104958.03 |
| | 19°02'08.01" | 98°13'35.15" | 581402.75 | 2104941.14 |
| 3 | 19°02'00.93" | 98°13'34.99" | 581408.38 | 2104723.54 |
| | 19°01'55.91" | 98°13'32.21" | 581490.33 | 2104569.59 |
| 4 | 19°01'55.55" | 98°13'32.17" | 581491.55 | 2104558.53 |
| | 19°01'53.01" | 98°13'31.69" | 581505.92 | 2104480.52 |
| | 19°01'49.24" | 98°13'30.01" | 581555.54 | 2104364.86 |
| | 19°01'47.99" | 98°13'29.05" | 581583.78 | 2104326.56 |
| | 19°01'46.77" | 98°13'27.83" | 581619.61 | 2104289.21 |

Tabla 14. Colindancias del proyecto

| Orientación | Colindancia |
|-------------|--|
| Noroeste | La vía Atlixcáyotl |
| Oeste | Centro Integral de Servicios (CIS), Museo Interactivo del Río Atoyac (MIRA). |
| Sur | Pista de tartán y el río Atoyac |
| Este | Río Atoyac. |

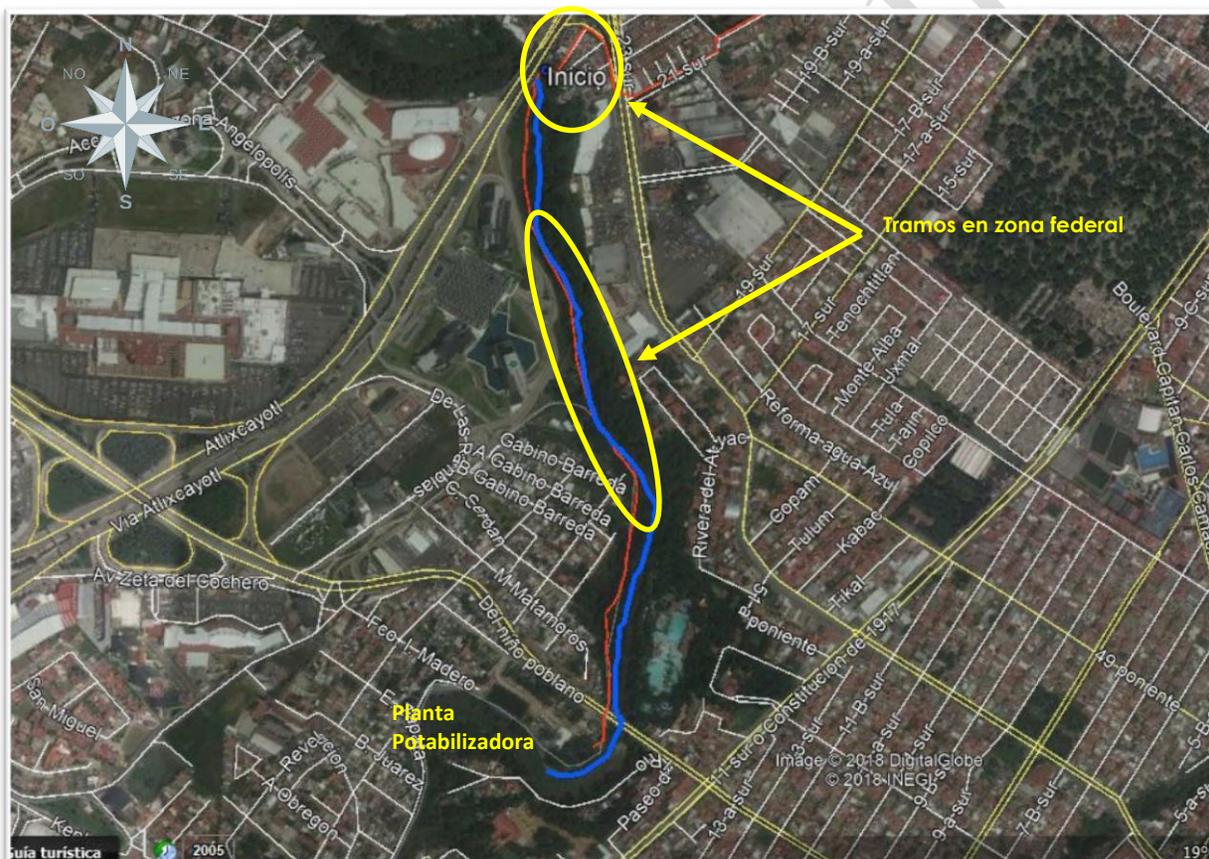


Imagen 19. Área que se considera de estudio para el presente proyecto.

IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental

A continuación, se describen la caracterización del medio ambiente que se presentan en la zona del proyecto **“Instalación y operación de una línea de**

conducción de agua sulfurosa en zona federal de la margen derecha del río Atoyac”, en los Municipios de Puebla y San Andrés Cholula, en el estado de Puebla. Para cuya obtención se manejó el Sistema de Información Geográfica con información actual disponible; así como información generada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI-2010).

La información presentada es sólo como referencia del medio natural en que se desarrollará el proyecto, ya que prevé que éste no modificará o influenciará en las características climatológicas de la zona y mucho menos de la región.

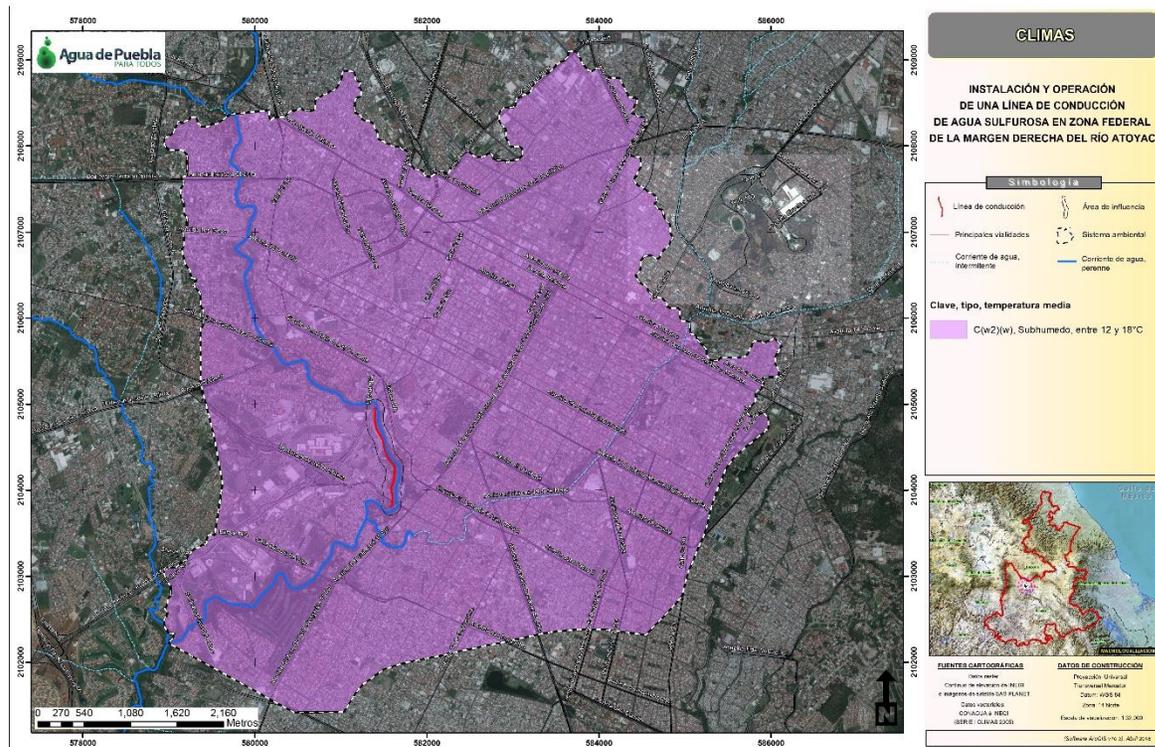
IV.2.1 Aspectos abióticos

a) Clima

El SA, se localiza dentro de la zona de climas templados del Valle de Puebla. En donde predominan dos climas del tipo templado subhúmedo con lluvias en verano con precipitación del mes más seco menor de 40mm; el C (W1)(W) subtipo de humedad media dentro de los templados subhúmedos con un % de precipitación invernal menor de 5. Y el C (W2)(W) subtipo de mayor humedad dentro de los templados subhúmedos con un % de precipitación invernal menor de 5, que pertenece al clima donde se ubica el proyecto.

El Clima que se presenta en el área del proyecto es C(w1)(w): C, Templado, (w)(w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 40, entre 12 y 18.

Subtipo: Los intervalos en cuanto a grado de humedad, tienen un cociente P/T entre 43.2 y 55.00.



Mapa 1. Clima

Fuente: Climas, INEGI y CONAGUA, 2005. ArcGIS.10.3

En la tabla siguiente se observa el incremento de temperaturas en la ciudad de Puebla de los últimos años, es importante mencionar que el proyecto no generará emisiones de calor a la atmosfera en ninguna de sus etapas, por lo cual no se verá afectado el microclima del sitio.

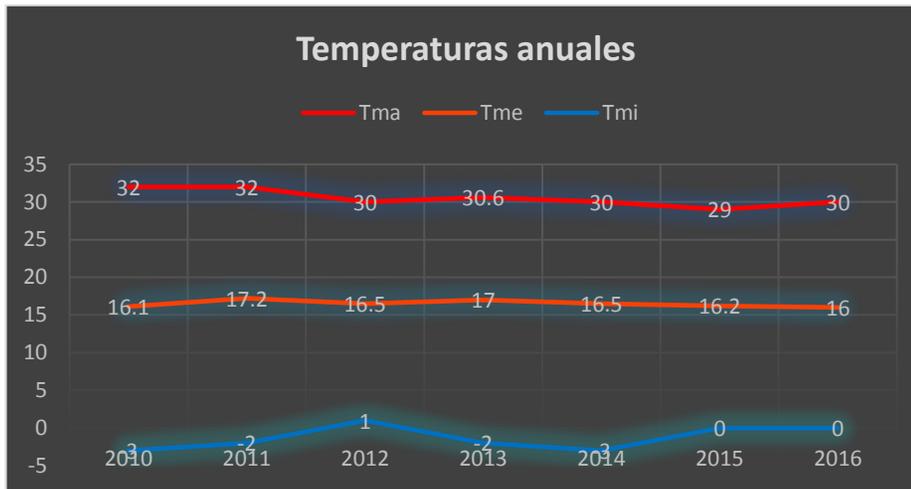
Tabla 15. Datos atmosféricos de la ciudad de Puebla (anuales 2010-2016)

| Resumen de datos anuales para la ciudad de Puebla | | | |
|---|-----------|--------------------------|-----------|
| 2016 | | | |
| Temperatura Máxima | 30°C | Temperatura Mínima | 0°C |
| Temperatura Media | 16°C | Precipitación | 891.74 mm |
| Velocidad media del viento | 13.1 km/h | Rachas máximas de viento | 70.4 Km/h |
| 2015 | | | |
| Temperatura Máxima | 29°C | Temperatura Mínima | 0°C |
| Temperatura Media | 16.2°C | Precipitación | 756.6 mm |
| Velocidad media del viento | 11.5 km/h | Rachas máximas de viento | 74.1 Km/h |
| 2014 | | | |

| | | | |
|-----------------------------------|-----------|--------------------------|------------|
| Temperatura Máxima | 30°C | Temperatura Mínima | -3°C |
| Temperatura Media | 16.5°C | Precipitación | 1045.92 mm |
| Velocidad media del viento | 11.7 km/h | Rachas máximas de viento | 70.2 Km/h |
| 2013 | | | |
| Temperatura Máxima | 30.6°C | Temperatura Mínima | -2°C |
| Temperatura Media | 17°C | Precipitación | 765.8 mm |
| Velocidad media del viento | 11.3 km/h | Rachas máximas de viento | 51.8 Km/h |
| 2012 | | | |
| Temperatura Máxima | 30°C | Temperatura Mínima | 1°C |
| Temperatura Media | 16.5°C | Precipitación | 978.1 mm |
| Velocidad media del viento | 10.6 km/h | Rachas máximas de viento | 61.1 Km/h |
| 2011 | | | |
| Temperatura Máxima | 32°C | Temperatura Mínima | -2°C |
| Temperatura Media | 17.2°C | Precipitación | 718.7 mm |
| Velocidad media del viento | 10.7 km/h | Rachas máximas de viento | 66.5 Km/h |
| 2010 | | | |
| Temperatura Máxima | 32°C | Temperatura Mínima | -3°C |
| Temperatura Media | 16.1°C | Precipitación | 657.7 mm |
| Velocidad media del viento | 11.8 km/h | Rachas máximas de viento | 64.8 Km/h |

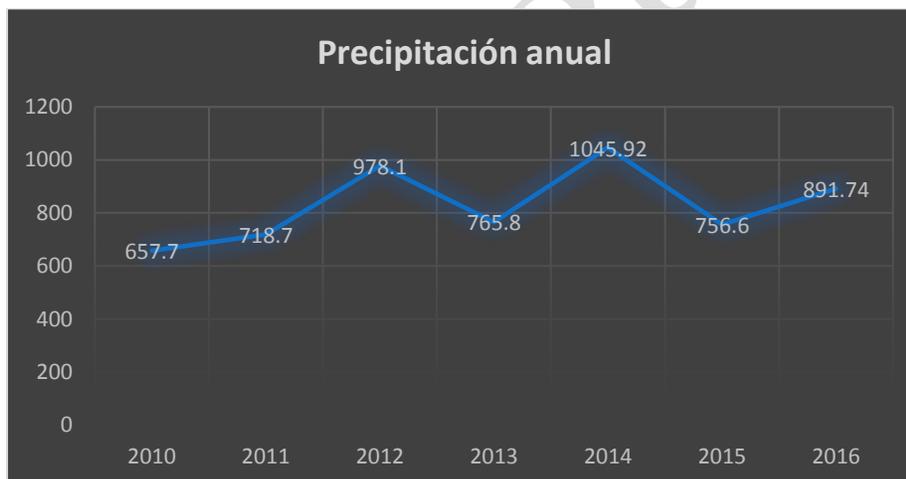
Fuente: https://www.meteored.mx/clima_Puebla-America+Norte-Mexico-Puebla--sactual-21044.html

A continuación, se presenta las gráficas de temperatura y precipitación anual del periodo 2010 -2016.



Tma: Temperatura máxima
Tme: Temperatura media
Tmi: Temperatura mínima

Grafica 01.- Registro de temperaturas anuales en el período de 2010 al 2016.



Grafica 02. Registro de Precipitación anual en el período de 2010 al 2016.

Fenómenos climáticos:

Humedad relativa

El municipio de Puebla y la zona metropolitana del Valle de Puebla tienen una humedad relativa promedio de 45% durante los meses más calurosos del año (abril y mayo), mientras que en los meses de lluvias su valor promedio se encuentra alrededor del 72%, con un promedio anual de 65.4 %.

Granizo

Es común la presencia de granizo en temporada de lluvias, sin embargo, actualmente estos presentan mayor volumen y en cantidad, ocasionando daños en inmuebles y en ocasión lesiones a personal. El proyecto no se verá afectado, debido a que la línea estará subterránea.

Vientos

Los vientos dominantes se comportan de forma que su orientación es al Noroeste durante la mañana y cambia de dirección en las tardes, identificándose como Suroeste; los vientos dominantes se definen “de laderas de montaña”, ya que se ve afectado por la presencia de las montañas que rodean al Valle de Puebla. La velocidad promedio anual del viento es de aproximadamente 1.15 metros por segundo⁸.

Durante el periodo verano-otoño los vientos dominantes provienen del Norte y Noreste con velocidades promedio de 3.2 m/seg (11.52 Km/h). Mientras que en invierno y primavera los vientos dominantes son Sur y Suroeste, con una velocidad promedio de 1.8 m/seg.

Estos vientos (NNE y SSW), se mezclan con la corriente fría de la cima de La Malinche formando corrientes frías en toda la zona metropolitana del Municipio de Puebla.

⁸ Atlas de Riesgo del Municipio de Puebla. 2012, SEDESOL, CENAPRED y Ayuntamiento de Puebla.

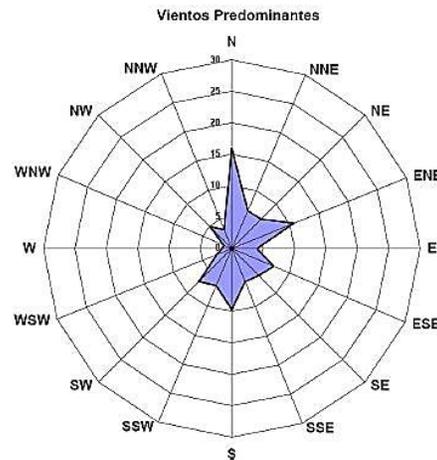


Imagen 20. Vientos predominantes del Zona Metropolitana del Valle del Puebla.

Fuente: Estaciones REMA⁹

Inundaciones

Existen diferentes fenómenos que se pueden presentar en la ciudad y los más frecuentes son las inundaciones por precipitaciones severas atípicas, lo que ha ocasionado que se vean afectadas algunas colonias y en ocasiones los desbordamientos de los ríos, principalmente el Río Atoyac.

Existe un colector de aguas sulfurosa que se genera en la Avenida Juárez, sin embargo, este ya no es suficiente, ya no tiene capacidad para el volumen de agua que transporta por lo que ocasiona que existe un desborde de agua a sobre la calle de la 17 sur, formándose corrientes de agua hasta llegar al circuito interior. Por lo que la nueva línea de conducción evitara inundaciones severas en la vialidad. En el caso del trazo que va ir la Margen derecha del Río Atoyac será subterráneo y no se verá afectado por si existiera creciente del río Atoyac.

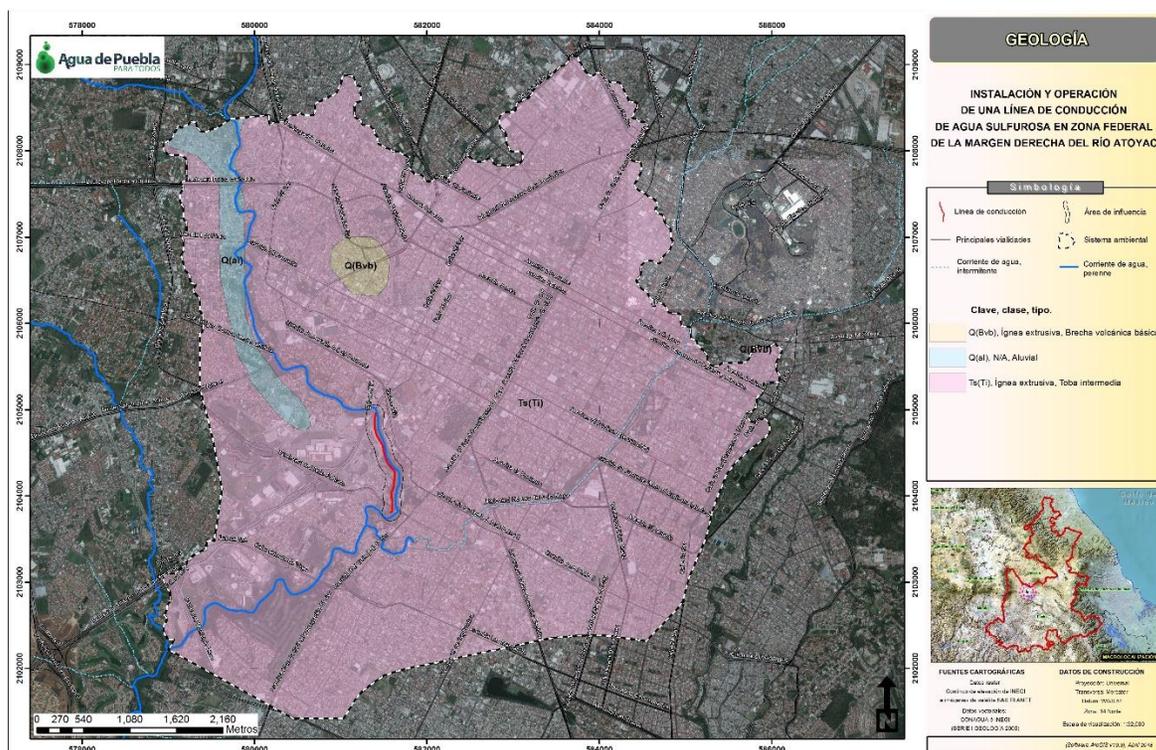
Debido a la naturaleza del proyecto, no se considera susceptible ante cualquier fenómeno climatológico en la zona.

⁹ Programa de gestión de la calidad del aire en la zona metropolitana del valle de Puebla 2006-20011, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Gobierno del Estado de Puebla 2005-20011.

b) Geología y geomorfología

Características litológicas del área

En particular, la zona donde se ubica el proyecto presenta una geología: **Ts (Ti)** que pertenece al Cenozoico Terciario Superior con rocas ígneas extrusivas Tobas intermedia. Este tipo de unidad constituye al paquete de rocas volcánicas de la región del Eje Neovolcánico e incluye a varias unidades de composición andesítica de diversa textura, como brechas volcánicas, tobas y derrames, que sobreyacen discordantemente a rocas sedimentarias del Mesozoico.

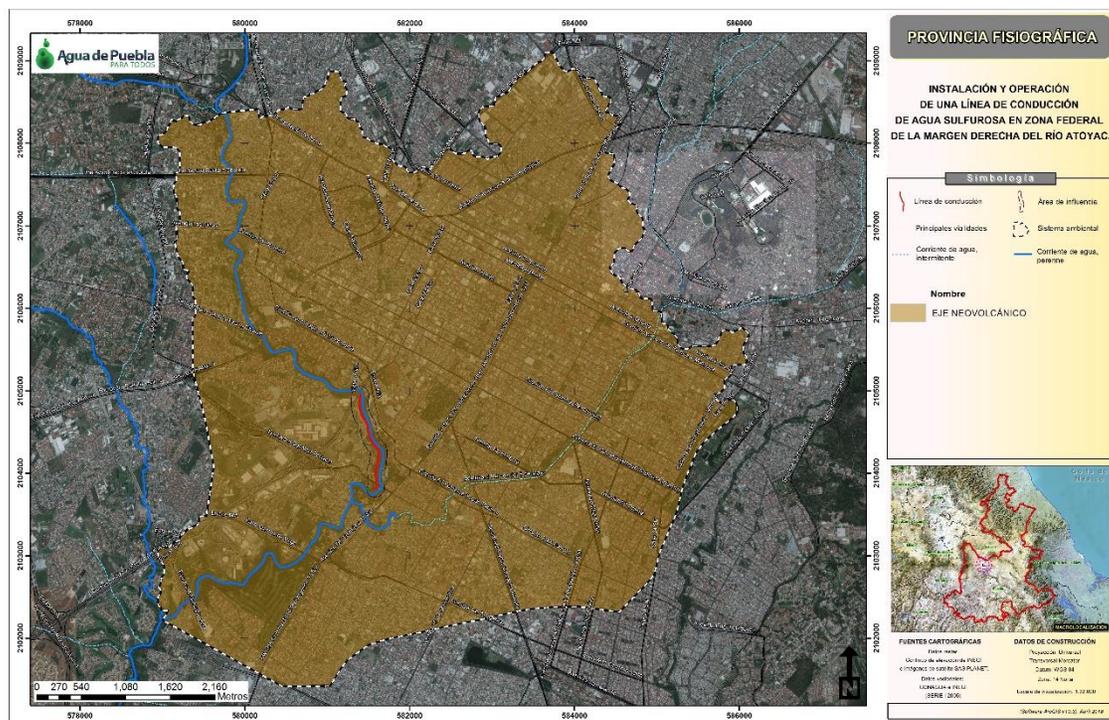


Mapa 2. Geología

Fuente: Geología. CONAGUA é INEGI, 2005 ArcGIS.10.3.

Se ubica dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico y Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac (**X57P2L**), con los lomeríos de aluvión antiguo y llanuras aluviales con lomeríos.

Dentro de la geomorfología que caracteriza al municipio se encuentran lomeríos de aluvión antiguo y llanuras aluviales con lomeríos correspondientes a la Provincia del Eje Neovolcánico y Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Esta región se caracteriza por una serie de sierras, lomeríos y cuencas formadas por la acumulación de lavas, brechas y cenizas volcánicas, a lo largo de innumerables y sucesivos episodios volcánicos, iniciados desde el Terciario Superior y continuados hasta el presente.



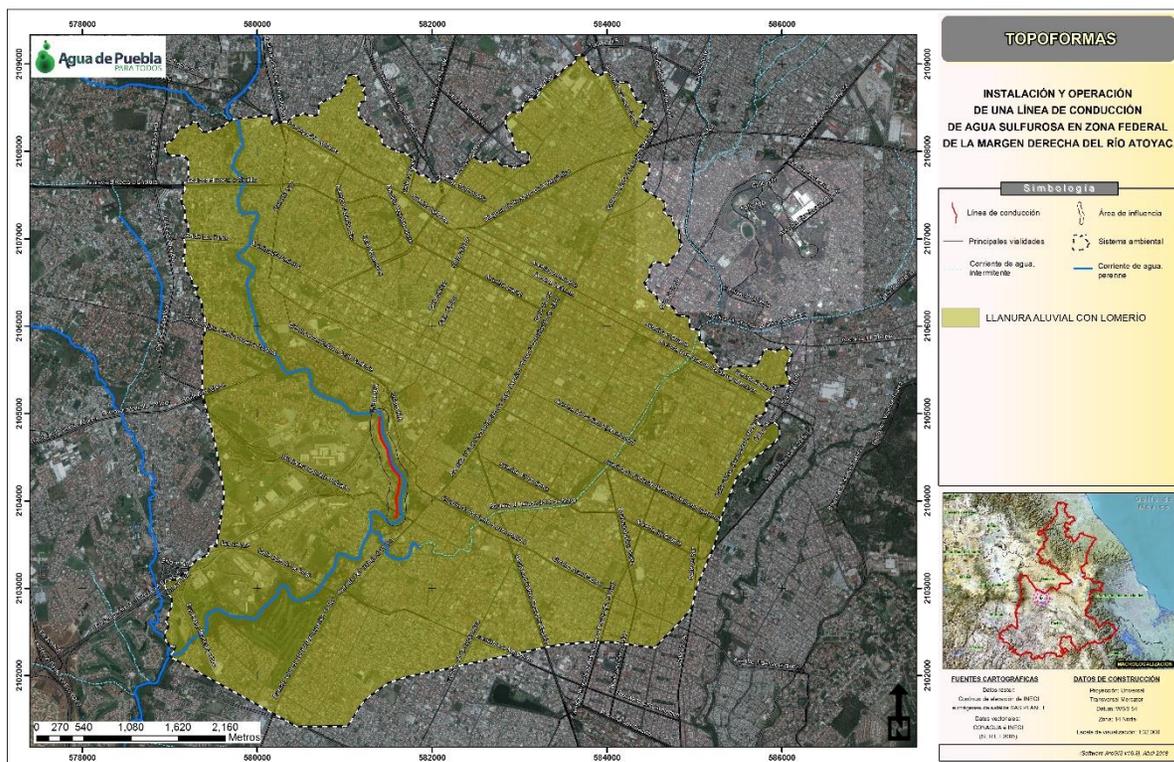
Mapa 3. Fisiografía en la zona de estudio.
Fuente: CONAGUA e INEGI, 2005 ArcGIS.10.3

Características del relieve

El municipio se localiza dentro del Valle de Puebla, representada por una superficie relativamente plana a una altitud promedio de 2100 msnm, al suroeste atraviesa la depresión de Valsequillo, que sirve de fondo al cauce del río Atoyac que no pasa de 100 m. El relieve del municipio representa una topografía francamente plana, donde se identifican lomeríos que no sobrepasan los 60 m de altura, como el que se ubica en San Francisco Acatepec o San Bernabe Temoxtitla. La formación del Valle data del

Plioceno; la parte oriental del Valle cubre el noroeste y centro del municipio de Puebla, en donde se encuentra la mayor parte de la zona urbana la que se caracteriza por su topografía plana con un ligero declive en dirección noreste-sur con pendientes menores de 2°; esta uniformidad es interrumpida por elevaciones de diversas alturas.

La superficie donde se ubica el colector B, presente una pequeña pendiente que no se percibe la cual tiene del inicio al final de proyecto un rango de los 2210 -2180 msnm, lo que permite que exista un desplazamiento del agua residual sin necesidad de su operación con maquinaria.



Mapa 4. Topomorfias del sitio de estudio
Fuente: CONAGUA e INEGI, 2005 ArcGIS.10.3.

Presencia de fallas y fracturamientos

Estructuralmente, según información histórica del INEGI, se presentan fallas geológicas importantes a nivel regional y municipal: primaria, en un sistema en direcciones E-O y NE-SO, denominadas Zacamboxo, Clarión, Popocatépetl y

Malinche y, secundarias, una en dirección E-O, que une entre si los cerros de Loreto y Guadalupe, San Juan (La Paz) y Amalucan y, otra, en dirección prácticamente normal, que corre aproximadamente de los balnearios "Agua Azul" a "Rancho Colorado".

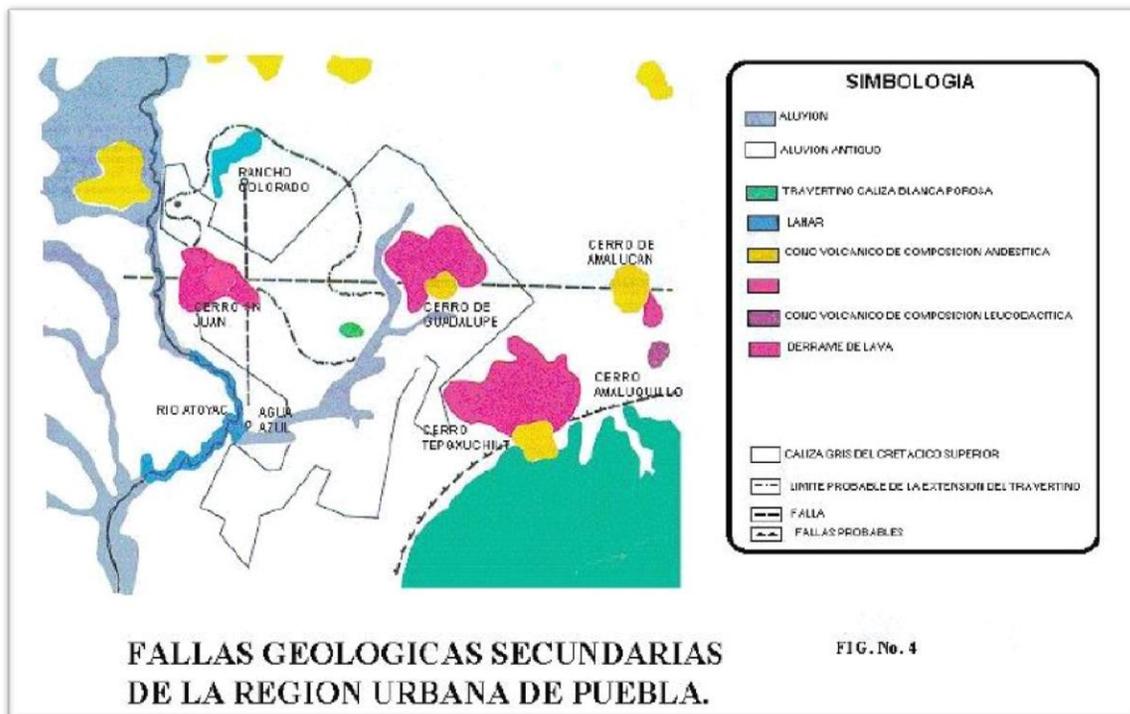


Imagen 21. Falla geológica del municipio de Puebla.
Fuente: Atlas de Riesgo del Municipio de Puebla. 2010

En el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de San Andrés Cholula, caracteriza al arroyo Zapatero, como una Falla geológica estructural, a la que le asigna un grado bajo de riesgo. El arroyo es utilizado para descargas de aguas residuales de San Andrés Cholula.

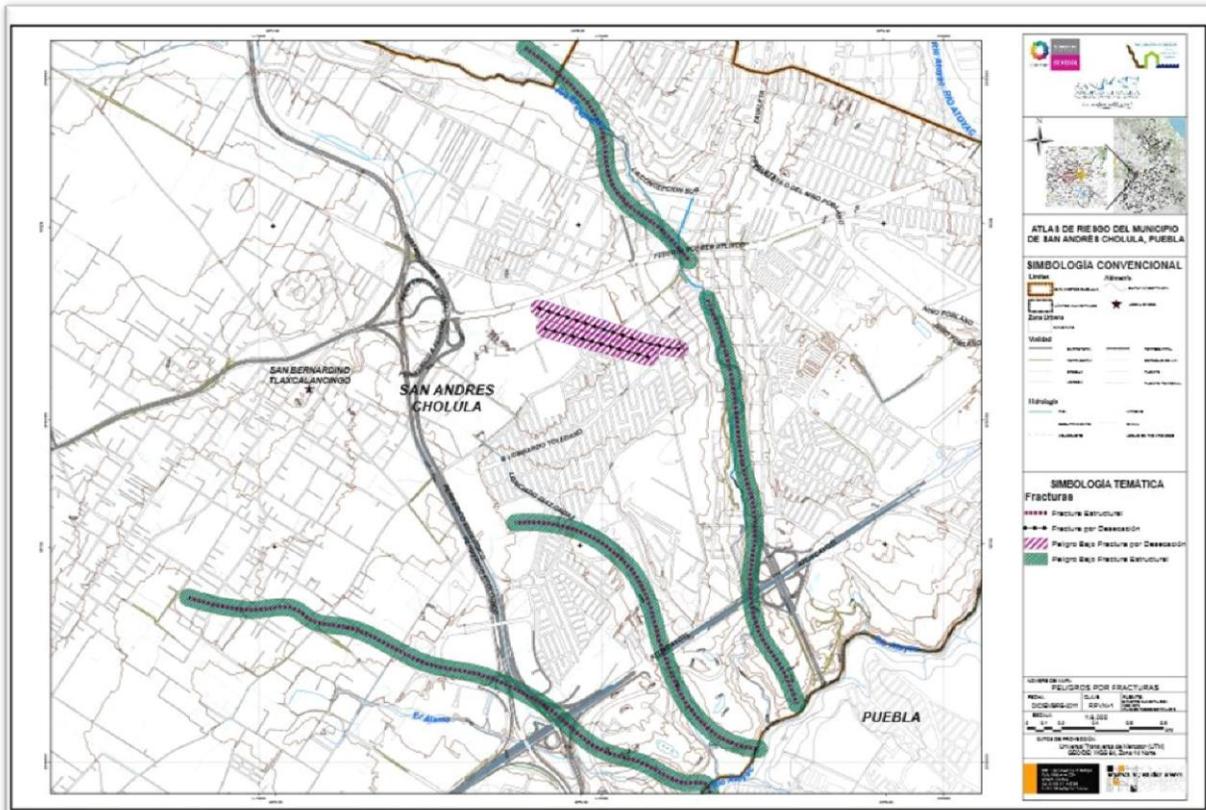


Imagen 22. Falla geológica en el municipio de San Andrés Cholula.
Fuente: Atlas de Riesgo del Municipio de San Andrés Cholula. 2011.

No se presenta fallas o fracturas en el trazo donde se instalará la infraestructura de la línea de conducción.

Sismos

El Centro Universitario para la Prevención de Desastres Regionales (CUPREDER) ha realizado un estudio de la sismicidad del Municipio de Puebla, donde se analizaron las intensidades sísmicas registradas para eventos sísmicos históricos y con base en dicho análisis propone tres zonas de peligro sísmico:

Zona I. Se distribuye principalmente en la parte sur del municipio. En la parte norte se le encuentra en la cima de La Malinche y en la parte media del municipio se observa al NW de la ciudad de Puebla. Se le asignó un nivel de peligro bajo, debido al tipo de suelo que en esta se localiza. Las intensidades

sísmicas más frecuentes son del orden de III a IV grados en la escala de Mercalli.

Zona II. Tiene su máxima distribución en la parte NE del municipio, que corresponde a la ladera suroeste de La Malinche, aunque también se observa de manera aislada en la parte Sur y Centro del municipio. El nivel de peligro asignado para esta zona es de moderado, las intensidades sísmicas esperadas son del orden de V a VI grados en la escala de Mercalli.

Zona III. Su mayor distribución se observa en la parte central del municipio correspondiendo principalmente a la zona urbana de la Ciudad de Puebla; aunque también, se observa de manera aislada en la parte sur y un poco más consistente en la parte NE. El nivel de peligro para esta zona es alto y las intensidades que podrían presentarse son iguales o superiores a los VII grados.

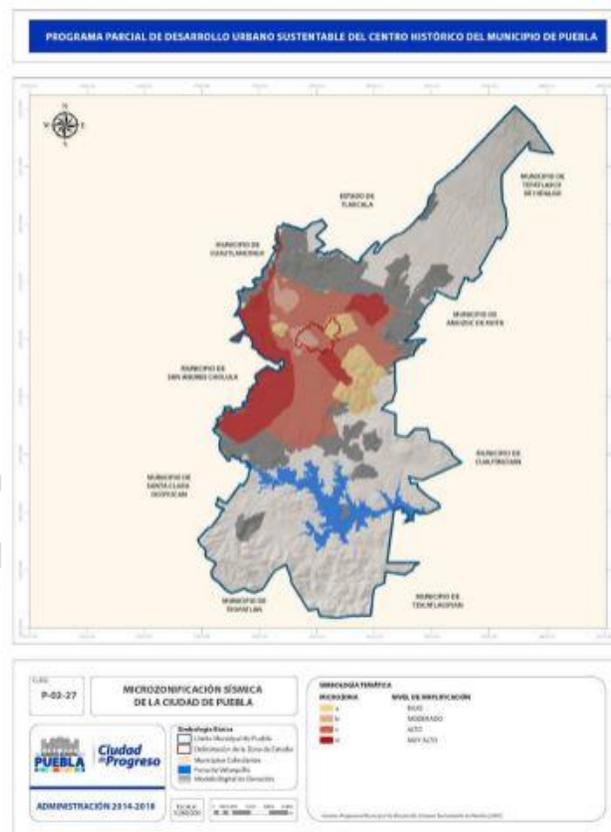


Imagen 23. Distribución de zonas sísmicas en el municipio de Puebla
Fuente: Programa parcial de Desarrollo Urbano Sustentable del Centro Histórico del Municipio de Puebla. (2016)

Actividad volcánica

El volcán Popocatepetl se localiza a 43 km de la ciudad de Puebla, debido a la distancia que existe y los obstáculos naturales del terreno, la ciudad no corre el riesgo de ser afectada por lava ni material incandescente, solo presencia de ceniza en grandes cantidades.

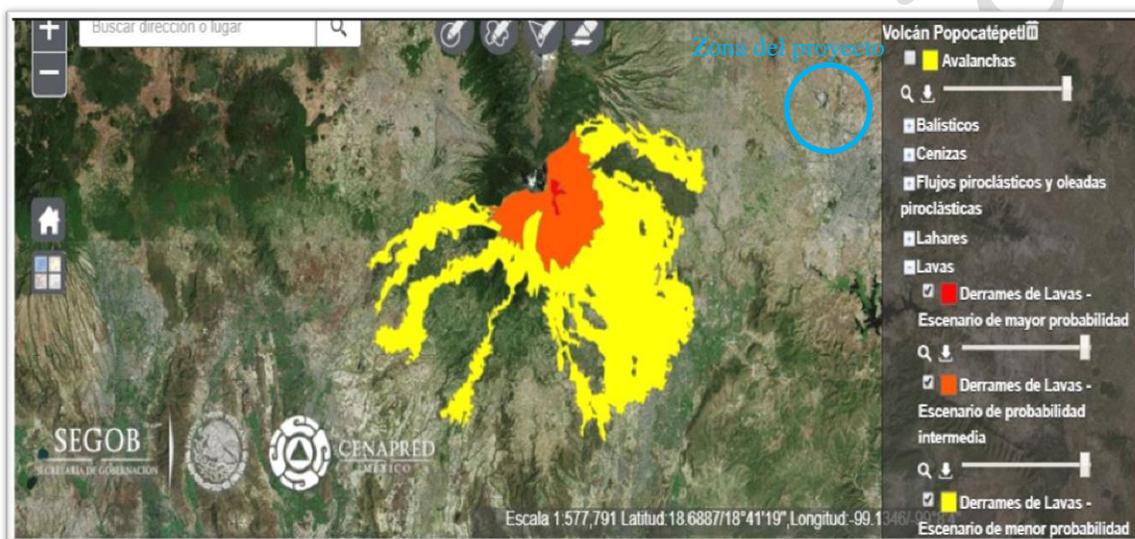


Imagen 24. Zonas de riesgo volcánico del Popocatepetl.

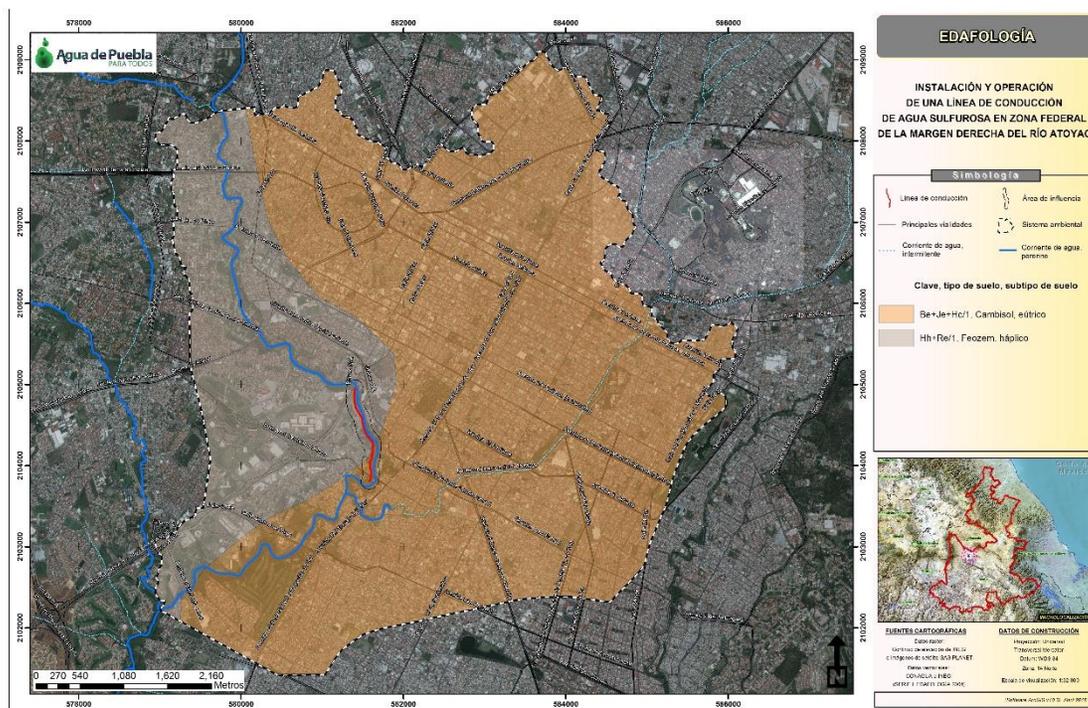
Fuente: <http://www.atlasmacionalderiesgos.gob.mx/archivo/mapa-peligros-popo.html>. 2018.

c) Edafología

El tipo de suelo presenta en el SA del proyecto es Be+Je+Hc/1, el cual está compuesto principalmente por el suelo principal de Cambisol Eútrico y el segundo tipo de suelo I+h+Re/1 feozem, háplico.

Cambisol eútrico asociado con fluviosol eútrico de textura gruesa (Be+Je/1). Se localizan gran parte de la ladera inferior de La Malinche entre el Cerro de Amalucan y Santa María Xonacatepec. Estos suelos contienen alrededor de 30% de arcilla en la parte superior, además de que cuando no se presenta la

capa aluvial es común la aparición de grietas durante la temporada de sequías.



Mapa 5. Edafología. ArcGIS.10.3. Cartografía de INEGI, 2005.

Para el proyecto de la construcción de la línea de conducción de agua sulfurosa, se realizó la mecánica de suelos.

d) Hidrología superficial y subterránea

Hidrología superficial

El municipio se encuentra en la Región Hidrológica No. 18, pertenece a la Cuenca del Río Alto del Atoyac, una de las más importantes del estado, esta recorre el poniente del municipio de norte a sur, y a las sub cuencas de la Presa Miguel A. Camacho, del Río Atoyac-San Martín Texmelucan y del Río Alse seca.

Región: RH18 Río Balsas

Cuencas: (18A) Río Atoyac

Subcuenca: D-Río Atoyac – San Martín Texmelucan

El SA se ubica en la porción sur de la cuenca alta del río Atoyac, una de las más importantes del Estado. El único río permanente que lo recorre es el Atoyac, que lo baña con un corto tramo al sureste.

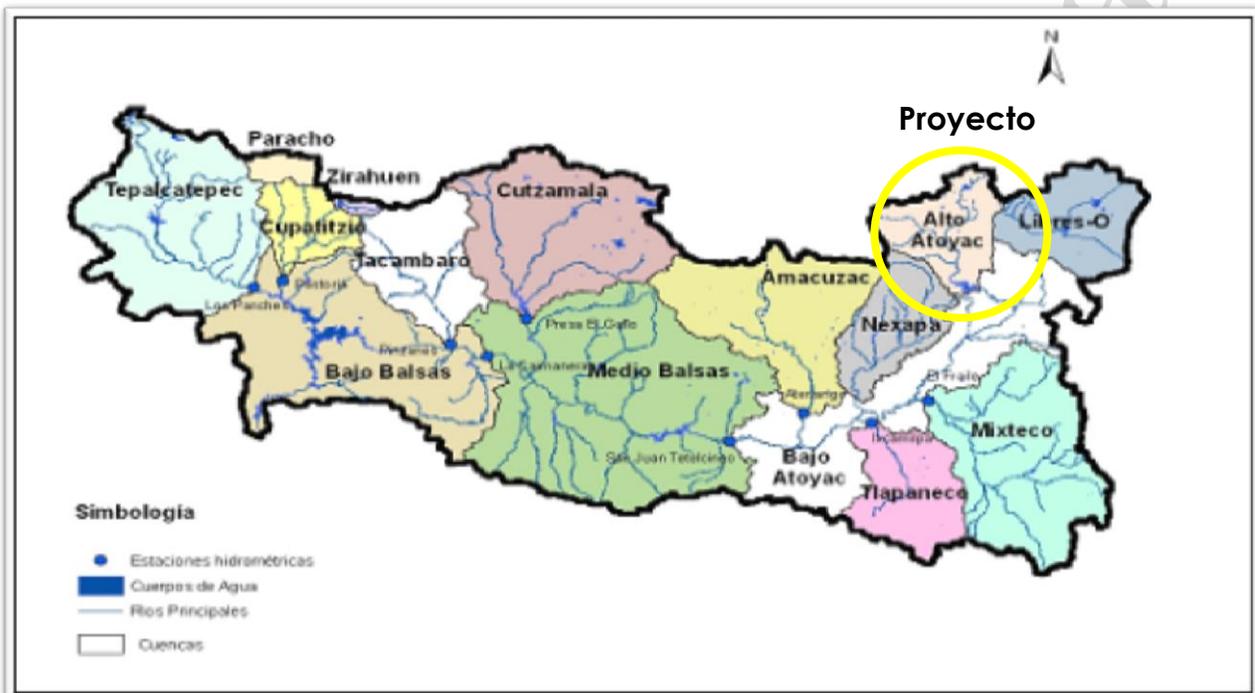
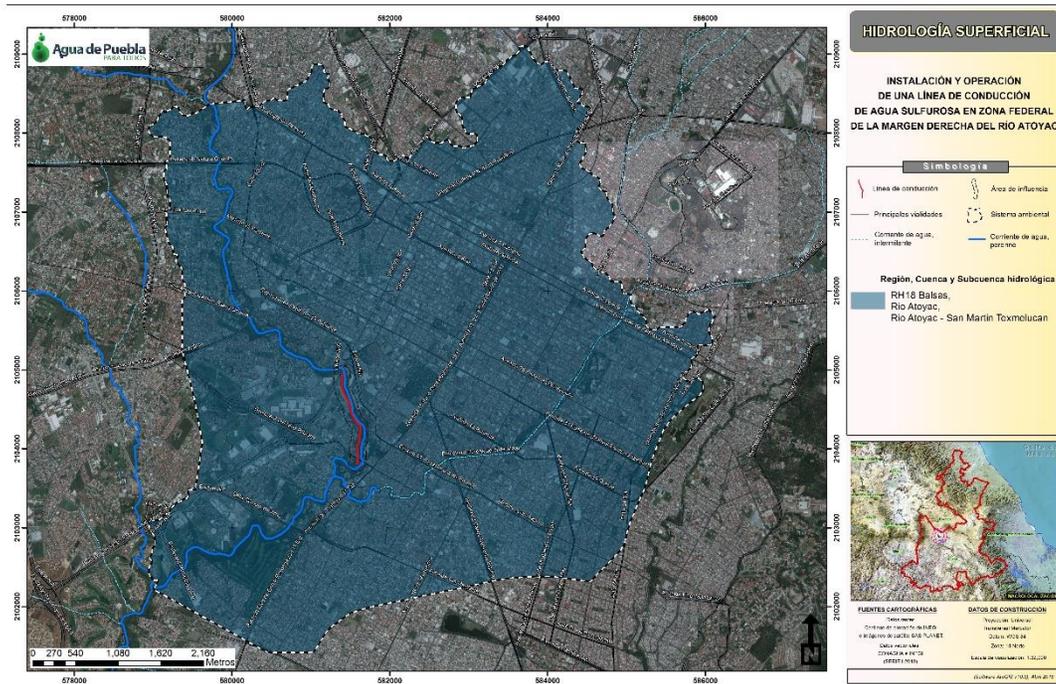


Imagen 25. Subregiones y cuencas hidrológicas de la Región Hidrológica 18 Balsas. Fuente: Acuerdo porque se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Región Hidrológica Numero 18 Balsas.



Mapa 6. Hidrología superficial.

Fuente: Cartografía de INEGI y CONAGUA,2005. ArcGIS.10.3.

El cuerpo de agua que se encuentra dentro del SA, es el Río Atoyac, siendo uno de los más importantes.

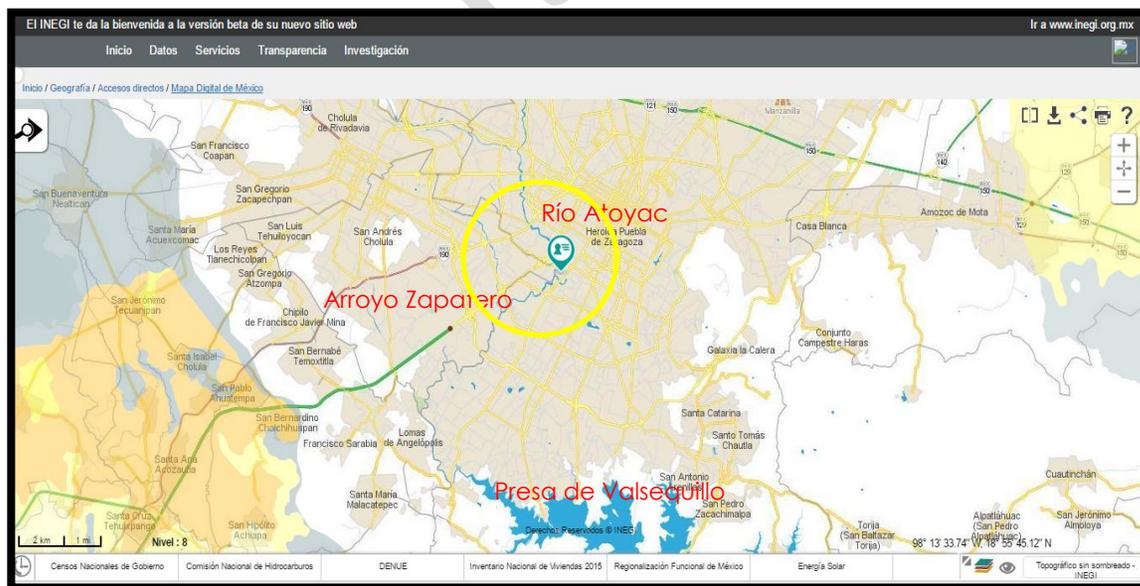


Imagen 26. Ríos que se encuentran en el SA. Fuente: Mapa Digital. INEGI.

<http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF00jE5LjAwMTQ0LGlxbjotOTgumjE3MTesejo4LGw6YzExMXNlcnZpY2lvc3x0YzExMXNlcnZpY2lvc3xjY29udGludW9fY3VlcnBvc19hZ3VhfGMONTA=>



Imagen 27. Río Atoyac,

El proyecto de la línea de conducción se encuentra en la margen derecha del río Atoyac, ocupando tramos de la zona federal, debido a ello se está realizando este documento para su evaluación de impacto ambiental, por ocupación y construcción en la zona federal.

El río Atoyac se encuentra con un alto grado de contaminación, y diferentes dependencias y ONGS están haciendo acciones para su saneamiento. El proyecto no afectara este cuerpo de agua.

- Estudio de la hidrología del sitio para el proyecto

Con el fin de conocer la interacción del Río Atoyac y la hidrología superficial que se presenta en el SA, se realizó un estudio hidrológico (revisión hidráulica) en el área de intervención del proyecto, dentro de la Cuenca Alta del Río Atoyac; el área de estudio hidrológico del proyecto fue de 500 metros aguas arriba y 500 metros abajo a partir del punto de ejecución del proyecto,

realizando medidas seccionales por cada 20 metros lineales de recorrido, midiendo profundidades y niveles de altura de las láminas de agua.

En este estudio se presenta el periodo de inundación en diferentes tiempos de retorno (Tr) considerando la construcción y operación del sistema de conducción, cárcamo de bombeo y sistema de alimentación del agua sulfurosa a tratar, obteniendo los siguientes resultados:

- (máximos de inundación) Tr= 50 años es 2,085.36 metros
- (máximos de inundación) Tr= 100 años es 2085.55 metros
- (máximos de inundación) Tr=1000 años es 2,086.13 metros

Tabla 16. Escenarios de inundación.

| Escenarios de inundación del proyecto considerando el SA y periodos máximos de retorno en tiempos de retorno de 50, 100 y 1000 años. | | | |
|--|--------------|-------------------|--------------|
| Nombre de infraestructura | Tr= 50 años | Tr= 100 años | Tr=1000 años |
| Línea de conducción | Inundable | | |
| Planta potabilizadora | No inundable | Ligera afectación | |



Imágenes 28. Escenarios de inundación del proyecto considerando el SA.

- **Hidrología del sitio**

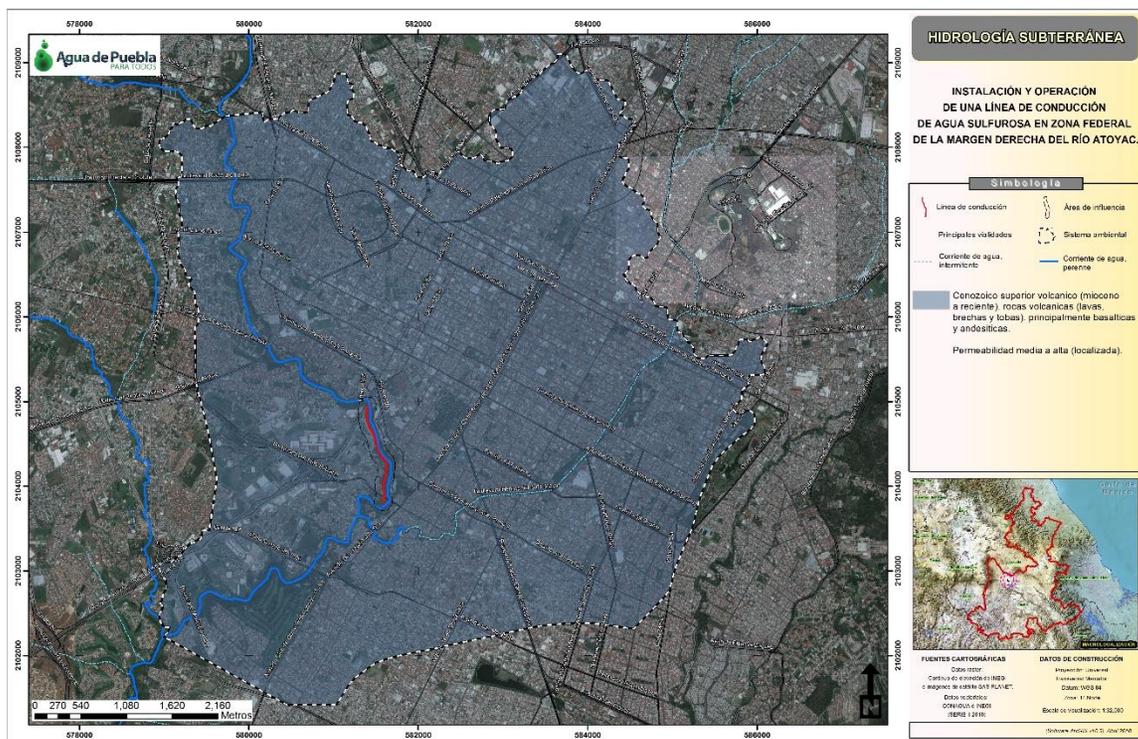
El proyecto consiste en la conducción de agua sulfurosa para su potabilización; dicha agua encuentra su aprovechamiento inicial en las coordenadas UTM en el siguiente punto **X= 582953.91 Y= 2106361.13**, por las características de este aprovechamiento, estas aguas se consideran aguas superficiales. De manera previa, se tiene la autorización por parte de Comisión Nacional del Agua para el aprovechamiento de este recurso natural, la cual se expide mediante el Título de Asignación 04PUE115747/18HSDL15, otorgado a Municipio de Puebla, el cual tiene un volumen autorizado de 16,411,667.07 m³/año (630 lps) que autoriza el aprovechamiento de agua superficial mismo que, mediante un convenio de colaboración con el Sistema Operador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Puebla (SOAPAP) quien a su vez, tiene concesionados los servicios a Concesiones Integrales, S.A. de C.V., se acuerda el aprovechamiento de un volumen de 8,514,720 m³/año (270 lps), para su captación y posterior potabilización, de este volumen, sólo se conducirá mediante el presente proyecto 150 lps, los cuales, como antes se mencionó, serán destinados para su potabilización mediante la operación de la planta potabilizadora “Paseo del Río”;

Debido a la necesidad de inversión económica para la ejecución del proyecto y al contexto en el que se encuentra la prestación de estos servicios, la empresa Concesiones Integrales, S.A. de C.V., será la encargada de gestionar permisos para el desarrollo del proyecto, así como de realizar la inversión para el mismo.

Hidrología subterránea

La hidrología subterránea que se presenta en la zona tiene una permeabilidad media alta en materiales no consolidados, la dirección del flujo es al suroeste. Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero en general de tipo libre heterogéneo y anisótropo, que presenta condiciones locales de semiconfinamiento debido a la presencia de depósitos lacustres; constituido, en su porción superior, por sedimentos aluviales, fluviales y brechas de

granulometría variada; la porción inferior se aloja en una secuencia de rocas volcánicas (tobas y andesitas) y sedimentarias marinas (calizas y areniscas), que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento y disolución en el caso de las rocas calcáreas. Estas rocas pueden presentar condiciones de confinamiento y semiconfinamiento debido a que están sobreyacidas por lutitas, limolitas y depósitos lacustres.



Mapa 7. Hidrología subterránea

Fuente: Elaborado a partir de la información del INEGI, 2014 ArcGIS.10.3.

IV.2.2 Aspectos bióticos

a) Vegetación terrestre

La vegetación natural del municipio ha sufrido una grave y constante degradación, principalmente por los cambios de uso de suelo, siendo estas afectaciones derivadas en su mayoría por las actividades económicas.

- **Determinación de las especies potencialmente presentes en el SA:**

De manera previa a los muestreos en campo se realizó un trabajo de investigación bibliográfica y visita al herbario y Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), con la finalidad de elaborar una lista de especies que potencialmente pueden estar presentes en el espacio geográfico que ocupa el Sistema Ambiental (SA) jerarquizada por: familia, género y especie a través de la recopilación bibliográfica de fuentes especializadas. El resultado alcanzado se basó en la siguiente tabla:

Tabla 17. Flora que se encuentra en el SA¹¹

Nota: Introducido (I): Nativo (N), Región (R).

| Estrato | Orden | Familia | Género y Especie | Nombre común | NOM-059 | Estatus |
|-----------|------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|
| Herbáceo | Poales | Poaceae | <i>Festuca sp</i> | pasto | - | - |
| | | Poaceae | <i>Bouteloua sp.</i> | zacate | - | - |
| | Solanales | Solanaceae | <i>Solanum rostratum</i> | mala mujer | - | R |
| | Asterales | Asteraceae | <i>Bidens odorata</i> | acahual lanco/ aceitilla | - | R |
| | | | <i>Tithonia tubiformis</i> | girasol falso o polocote | - | R |
| | | | <i>Sonchus oleraceus</i> | lechuguilla | - | I |
| | | | <i>Cirsium vulgare</i> | cardo | - | I |
| Poales | Poaceae | <i>Phragmites australis</i> | carrizo | - | I | |
| Acuáticos | Cyperales | Poaceae | <i>Mulhenbergia capillaris</i> | pasto zacatón | - | I |
| | | | <i>Scirpus californicus</i> | junco triangular | - | R |
| Epífita | Santalales | Loranthaceae | <i>Phoradendrom galeotti</i> | muérdago | - | R |
| | Poales | Bromeliaceae | <i>Tillandsia sp</i> | bromelia | - | R |

¹¹ Vegetación. 2013. En: Biodiversidad del municipio de Puebla. BUAP, CONABIO, Gobierno de Estado de Puebla, Escuela de Biología, UPAPEP y Jardín botánico.

| | | | | | | |
|------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|---|---|
| Arbustivo | Solanales | Solanaceae | <i>Nicotiana glauca</i> | tabaco cimarrón | - | I |
| | Malvales | Malvaceae | <i>Anoda cristata</i> | voleta silvestre | - | I |
| | Rosales | Rosacea | <i>Pyracantha coccinea</i> | piracanto | - | I |
| | Caryophyllales | Cactaceae | <i>Opuntia sp</i> | nopal | - | R |
| | | Nyctaginaceae | <i>Boungainvillea sp</i> | bugambilia | - | I |
| | Asparagales | Agavacea | <i>Agave americana</i> | agave | - | N |
| <i>Agavia salmania</i> | | | agave pulquero | - | N | |
| Euphorbiales | Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | higuerilla | - | I | |
| Arbóreo | Asterales | Astereacea | <i>Acacia saligna</i> | Acacia azul | - | I |
| | Fabales | Mimosaceae | <i>Acacia farnesiana</i> | Huizache | - | R |
| | Asparagales | Agavaceae | <i>Yucca brevifolia</i> | Yuca | - | I |
| | Lamiales | Bignoniaceae | <i>Jacaranda mimosifolia</i> | Jacaranda | - | I |
| | | Scrophulariaceae | <i>Buddleja cordata</i> | Tepozán | - | N |
| | Malpighiales | Salicaceae | <i>Populus nigra</i> | Álamo o chopos | - | I |
| | | | <i>Populus alba</i> | Álamo plateado | - | I |
| | | | <i>Salix babylonica</i> | Sauce llorón | - | I |
| | | | <i>Salix bonplandiana</i> | Ahuejote | - | N |
| | Myrtales | Myrtaceae | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | Eucalipto | - | I |
| | | | <i>Eucalyptus globulus</i> | Eucalipto | - | I |
| | | | <i>Eucalyptus cinerea</i> | Eucalipto | - | I |
| | Sapindales | Anacardiaceae | <i>Schinus molle</i> | Pirul | - | I |
| | Fabales | Fabaceae | <i>Erythrina americana</i> | Colorín o zompantle | - | N |
| | Lamiales | Oleaceae | <i>Fraxinus uhdei</i> | Fresno | - | R |
| | | | <i>Ligustrum lucidum</i> | Trueno | - | I |
| Rosales | Moraceae | <i>Ficus retusa</i> | Laurel de a India | - | I | |
| | | <i>Ficus benjamina</i> | Ficus enano | - | I | |
| Fagales | Fagaceae | <i>Quercus crassifolia</i> | Encino | - | N | |
| Casuarinales | Casuarinaceae | <i>Casurina equisetifolia</i> | Casuarina | - | I | |
| Proteales | Proteacea | <i>Grevillea robusta</i> | Grevillea | - | I | |
| Hamamelidales | Hamamelidaceae | <i>Liquidambar styraciflua</i> | Liquidambar | - | I | |

| | | | | | | |
|--|----------|--------------|-------------------------------|------------------|---|---|
| | Arecales | Arecaceae | <i>Phoenix canariensis</i> | Palmera datilera | - | I |
| | Pinales | Cupressaceae | <i>Cupressus sempervirens</i> | Ciprés italiano | - | I |
| | | | <i>Pinus patula</i> | Pino patula | - | N |
| | | Pinaceae | <i>Pinus teocote</i> | Pino rosillo | - | N |

En la zona urbana, se pueden observar con frecuencia ejemplares que dan colorido y vitalidad a la ciudad, presentándose una gran cantidad de especies introducidas y exóticas, mismas que superan ampliamente a las especies nativas. Un ejemplo es el eucalipto que aún se puede ver en los parques y jardines de las colonias, sin embargo, en los últimos años se han estado haciendo reforestaciones con ficus (*Ficus sp*), sin considerar que es un árbol que también destruye pavimentos, muros, drenajes, el cual no es recomendable sembrarlos en las banquetas.

- **Muestreo de vegetación.**

Con el fin de identificar la vegetación presente en el SA donde se localiza el proyecto, se realizó la identificación y reconocimiento de la misma mediante el siguiente proceso:

1. **Metodología:** Para el muestreo de la vegetación en el sitio se eligió el **método por transectos; se realizaron cuatro transectos lineales sobre el trazo de la línea de conducción de agua sulfurosa considerando un ancho de afectación o superficie a ocupar para la instalación de la tubería de 1 metro**, para hacer registro de los arboles presentes en el sitio y los que se afectarán por proyecto. Este método fue propuesto por Foster y colaboradores (1995), para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. Este método tiene como base muestrear un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de los datos. El método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método, se pueden muestrear todas las plantas o clases de plantas, separadas por formas de vida (árboles, arbustos, bejucos, hierbas, epífitas), familias (por ejemplo; palmeras), o individuos de una sola especie. También, se puede hacer agrupaciones por estratos (plantas del dosel, del estrato alto, del estrato medio, del sotobosque). Para considerar el número de plantas a muestrear, se debe tomar en

cuenta que usualmente es mejor hacer muchos muestreos pequeños que pocos muestreos grandes.

El recorrido a estos tramos, se realizó con apoyo de guías especializadas para la identificación de la vegetación presente.



Imagen 30. Tramos donde se realizó el muestreo de vegetación.

2. Resultados:

La zona federal que se encuentra a la margen derecha del Río Atoyac, es un sitio el cual ha presentado diferentes cambios a su estructura, para la construcción de diferentes infraestructuras como el Centro Integral de Servicios (CIS), el Parque Metropolitano, fraccionamientos, museo interactivo del río Atoyac (MIRA) y crecimiento urbano (suministro de servicios).

Por lo que la vegetación se encuentra en un grado de perturbación alto, caracterizándose por la presencia de numerosos árboles introducidos por actividades de mejora en la arquitectura de paisaje y reforestaciones con especies como el eucalipto y fresno, siendo los más predominantes en la zona.

Como producto de los recorridos y metodología implementada, se registró la siguiente vegetación en el SA:

Tabla 18. Vegetación en el sitio del proyecto

| Orden | Familia | Género y especie | Nombre común |
|---------------------|---------------|---------------------------------|-------------------|
| Myrtales | Myrtaceae | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | Eucalipto |
| | | <i>Eucalyptus globulus</i> | Eucalipto |
| Lamiales | Oleaceae | <i>Fraxinus uhdei.</i> | Fresno |
| Fabales | Fabaceae | <i>Acacia saligna</i> | Acacia azul |
| Euphorbiales | Euphorbiaceae | <i>Ricinus communis</i> | higuerilla |
| Poales | Poaceae | <i>Phragmites australis</i> | carrizo |
| Malpighiales | Salicaceae | <i>Salix bonplandiana</i> | Ahuejote |
| | | <i>Populus alba</i> | Álamo o chopos |
| Sapindales | Anacardiaceae | <i>Schunis molle</i> | Pirul |
| Rosales | Moraceae | <i>Ficus retusa</i> | laurel de a India |
| Pinales | Cupressaceae | <i>Cupressus sempervirens</i> | Ciprés italiano |

A continuación, se muestran las imágenes de los árboles predominantes en el sitio:

Imagen 31. Árboles del sitio



Una vez analizado la trayectoria del proyecto, los árboles presentes, así como el proceso constructivo del proyecto y sus dimensiones, se obtiene la vegetación que será removida para la instalación de la tubería de conducción, siendo la siguiente:

Tabla 19. Listado de árboles que se retiraran del sitio

| No. | Especie | Coordenadas UTM | | Estado fitosanitario | Altura (metros) | Diámetro de tronco (DAP en m) |
|----------------|---------------------------------|--|------------|----------------------|-----------------|-------------------------------|
| | | X | Y | | | |
| TRAMO 1 | | | | | | |
| 1 | <i>Ricinus communis</i> | No se encuentra ningún árbol, debido a que existe un lavadero para la caída de agua sulfurosa, proveniente del colector ya existente, sólo existiendo vegetación secundaria. | | | | |
| TRAMO 2 | | | | | | |
| 1 | <i>Schunis molle</i> | 581400.41 | 2104935.57 | Bueno | 7 | 0.96 |
| TRAMO 3 | | | | | | |
| 1 | <i>Fraxinus uhdei.</i> | 581414.34 | 2104713.65 | Bueno | 12 | 2.10 |
| 2 | <i>Fraxinus uhdei.</i> | 581412.96 | 2104714.75 | Bueno | 6 | 0.64 |
| 3 | <i>Acacia saligna</i> | 581469.60 | 2104614.52 | Bueno | 2.2 | 0.05 |
| 4 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 581427.82 | 2104687.59 | Regular | 5 | 0.30 |
| 5 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 581488.81 | 2104577.42 | Malo | 10 | 0.85 |
| 6 | <i>Fraxinus uhdei</i> | 581488.31 | 2104572.22 | Regular | 10 | 1.10 |
| 7 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581409.22 | 2104568.80 | Regular | 12 | 1.15 |
| TRAMO 4 | | | | | | |
| 1 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 581496.13 | 2104541.82 | Bueno | 14 | 2.50 |
| 2 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581498.02 | 2104541.39 | Regular | 2 | 0.20 |
| 3 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581498.72 | 2104527.23 | Regular | 5 | 0.41 |
| 4 | <i>Eucaliptus camaldulensis</i> | 581499.70 | 2104518.16 | Malo | 15 | 1.51 |
| 5 | <i>Eucaliptus camaldulensis</i> | 581499.08 | 2104515.94 | Malo | 7 | 0.90 |
| 6 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581519.54 | 2104434.26 | Regular | 2.5 | 0.25 |
| 7 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 581523.12 | 2104435.49 | Regular | 7 | 0.30 |
| 8 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581538.58 | 2104389.19 | Regular | 3.5 | 0.67 |
| 9 | <i>Fraxinus udhei</i> | 581544.51 | 2104481.30 | Regular | 6 | 0.65 |

| | | | | | | |
|----|---------------------------------|-----------|------------|-------|----|------|
| 10 | <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 581543.36 | 2104379.25 | Bueno | 10 | 0.52 |
|----|---------------------------------|-----------|------------|-------|----|------|

De la tabla anterior, se encuentran 18 árboles registrados en el sitio del proyecto, los cuales pertenecen a 4 especies, siendo la más representativa con 9 individuos la *Fraxinus uhdei* (fresno) y 7 individuos la *Eucalyptus camaldulensis* (eucalipto), uno de la especie *Schunis molle* (Pirul) y el último de la especie *Acacia saligna* (acacia), dichas especies en su mayoría son introducidas.



Gráfica 3. Especies de árboles registradas en el sitio del proyecto

De los 18 árboles localizados en los tramos del proyecto, debido a sus características, se considerará la realización del trasplante o derribo, lo anterior, con base en su talla, estado fitosanitario y si es una especie introducida; en relación con el bosque urbano que se localiza en el SA, son pocos los árboles que se verán afectados por la ejecución del proyecto, esto se debe principalmente por el diseño del trazo, ubicándolo sobre áreas que no presentaran vegetación, así mismo algunas partes del trazo se encuentran paralelas a la ciclopista.



Imagen 32.. El trazo de la línea se diseñó, para que se ubicara en su mayoría en áreas sin vegetación

Para los individuos de eucaliptos, será mejor el derribo, ya que en su mayoría se encuentran en muy mal estado sanitario, estos como la mayoría de plantas, no se libra del ataque de algunas plagas, en este caso vamos a hablar del Psilido del eucalipto. Los síntomas iniciales de esta plaga es la aparición de elementos blanquecinos sobre las hojas del árbol. A continuación, se muestra una imagen donde se observa la plaga:



Imagen 33. Hojas infestadas por plagas.

Orden: Homoptera

Familia: Psyllidae

Nombre científico: *Glycaspis brimblecobei*

Nombre común: psilido del eucalipto rojo

Daños:

1. Hojas infestadas de escudos blanquecinos, donde se refugian las ninfas.
2. Producen un debilitamiento generalizado por succión de savia que favorece el ataque de otras plagas como *Gonipterus*, *Phoracantha*, u hongos.
3. Amarilleo y caída de hojas.
4. Fuerte secreción de melaza, a la que se puede unir el hongo negrilla.
5. Y no existe un control químico, biología que combata esta plaga.

Por consiguiente, se recomienda que los árboles que permanecerán en el sitio posteriormente sean sustituidos por especies de la región y por especies de la región.

3. Compensación por derribo de árboles

Para compensar el derribo de los árboles, se propone:

1. Aplicación de programa de reforestación en sitios aledaños al proyecto como el parque Eco Metropolitano, camellones, parques urbanos y áreas verdes dentro del área del proyecto y sitios verdes colindantes. Para dicha medida de compensación se proponen especies como:

Cupressus lusitánica (cedro blanco)
Fraxinus sp. (fresno)
Populus alba (álamo)
Prunus virginiana (capulín)
Prunus pérsica (durazno)

Así mismo se dará seguimiento a las especies reforestadas durante la ejecución del proyecto, para garantizar su sobrevivencia.

4. Cambio de uso de suelo

Considerando lo que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en su definición.

Artículo 7. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

.....

V. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales;

....

XLIX. Vegetación forestal: El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales;

Con base en los supuestos anteriores, y considerando que las características del proyecto solamente demandan el retiro de 18 árboles, respetando la vegetación presente en el sistema ambiental, así como no se realizará el

derribo de árboles como son Ahuejote y toda vez que no existe una convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales debiéndose principalmente por presión urbana del Sistema Ambiental así como el estado de contaminación grave en el que se encuentra el Río Atoyac, se determina que con la ejecución del proyecto no se afectará el desarrollo natural de las especies aquí localizadas, teniendo en consecuencia que no es necesario un cambio de uso de suelo.

b) Fauna

En el SA del proyecto hay escasez de fauna silvestre originaria, al tiempo que su lugar ha sido tomado por el incremento de la fauna urbana menor como algunos pequeños mamíferos, adaptados con la convivencia humana. Y el incremento de la presencia de animales domésticos como perros y gatos. Sin embargo, aún es posible identificar la presencia de aves que se han adaptado a la dinámica urbana predominando los gorriones, zanates, y palomas, entre otras especies, que solo se posan durante algunas horas del día en búsqueda de alimento.

La zona del proyecto está ubicada en un punto donde existe la presencia de personas realizando actividades recreativas, por lo cual la aplicación del método de colecta por trapeo no es conveniente. En este sentido, se aplicó el método directo de observación en 1 Transecto lineal sobre el trazo, para obtener los registros de fauna, como se describe a continuación.

1. **Muestreo por Transecto lineal**¹²: Para el proyecto se consideró el trazo como eje del transecto tomando un punto de inicio y final, mostradas en la tabla a continuación, con un recorrido de 1,271.36 metros lineales, debido al relieve del parque. El método consiste en caminar lentamente sobre el transecto a través de uno o varios hábitats realizando la observación detenida de la fauna encontrada, durante tres días en horario matutino, iniciando a las 06:00 am y concluyendo a las 12:00 am.

¹² Manual de Técnicas para el estudio de la fauna. 2011. Sonia Gallina Tessaro y Carlos López González. INECOL.

Tabla 20. Coordenadas UTM del transecto:

| Transecto | Coordenadas | | | |
|-----------|---------------|------------|-------------|------------|
| | Punto inicial | | Punto final | |
| | X | Y | X | Y |
| | 581421.26 | 2104989.57 | 581619.61 | 2104289.21 |

Los recorridos se realizaron en forma silenciosa y con el equipo que incluía: binoculares, cámaras digitales, GPS, guías para la determinación de las especies de reptiles (Reyna et. al., 2007; Gracia y Ceballos 1994, etc.) mamíferos (Aranda, 2000; Ceballos y Oliva, 2005; etc.) y aves Sibley 2000; Howell & Webb 1995, etc.). paralelo a esta actividad se hizo la remoción de rocas y restos vegetales, tales como troncos, hojas y ramas, con el fin de encontrar especies de reptiles y anfibios, que eventualmente utilizan esos sitios para resguardarse. Se empleó la técnica de observación indirecta, con la finalidad de hallar evidencia de presencia de organismos en el sitio (huellas, excretas, marcas, mudas de piel, plumas, etc.). En la siguiente imagen se muestra la trayectoria del transecto muestreado



Imagen 34. Trayectoria del transecto para muestreo de fauna.

Los registros obtenidos durante los tres días de muestreo se presentan en las siguientes tablas:

Tablas 21,22 y 23. Registros de fauna en el SA

Día 1

Fecha: 22 de enero de 2018

| Clase | Género y Especie | Nombre común | No. De individuos |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Aves | <i>Columba livia</i> | Paloma domestica | 2 |
| | <i>Columbina passerina</i> | Coquita | 5 |
| | <i>Zenaida asiática</i> | Tórtola de alas blancas | 1 |
| | <i>Melanerpes formicivorus</i> | Carpintero bellotero | 1 |
| | <i>Toxostoma curvirostris</i> | Huitlacoche | 1 |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | 3 |

| | | | |
|-----------------|-------------------------------|-----------------|-----------|
| | <i>Tynannus vociferans</i> | Mosquero | 1 |
| | <i>Aphelocoma californica</i> | Chara | 2 |
| | <i>Psaltrparus minimus</i> | Satrecillo | 1 |
| | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | 12 |
| | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Gorrión común | 4 |
| | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión europeo | 10 |
| | | TOTAL | 43 |
| Mammalia | <i>Canis familiaris</i> | Perro | 2 |

Día 2

Fecha: 24 de enero de 2018

| Clase | Género y Especie | Nombre común | No. De individuos |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------|-------------------|
| Aves | <i>Columbina passerina</i> | Coquita | 2 |
| | <i>Cynanthus sp</i> | Colibrí | 1 |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | 2 |
| | <i>Tynannus vociferans</i> | Mosquero | 1 |
| | <i>Tryomanes bewickii</i> | Chivirrin cola oscura | 3 |
| | <i>Turdus rufopalliatus</i> | Mirlo | 1 |
| | <i>Melozone fuscas</i> | Rascador | 1 |
| | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | 18 |
| | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Gorrión común | 4 |
| | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión europeo | 12 |
| | | TOTAL | 45 |
| Reptilia | <i>Sceloporus spinosus</i> | Lagartija común | 3 |

Día 3

Fecha: 26 de enero de 2018

| Clase | Género y Especie | Nombre común | No. De individuos |
|-------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| Aves | <i>Columbina passerina</i> | Coquita | 4 |
| | <i>Zenaida asiática</i> | Tórtola de alas blancas | 1 |
| | <i>Hylocharis leucotis</i> | colibrí | 1 |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | 2 |
| | <i>Tynannus vociferans</i> | Mosquero | 1 |
| | <i>Tryomanes bewickii</i> | Chivirrin cola oscura | 2 |
| | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión ceja blanca | 7 |
| | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | 10 |

| | | |
|------------------------------|-------------------|-----------|
| <i>Haemorrhous mexicanus</i> | Gorrión común | 2 |
| <i>Carduelis psaltria</i> | Jilguero dominico | 1 |
| <i>Passer domesticus</i> | Gorrión europeo | 6 |
| | TOTAL | 37 |

No se obtuvieron registros indirectos como huellas, excretas, nidos de aves, debido a que es una zona concurrida para diferentes recreativas y a su vez se hacen actividades de mantenimiento del mismo parque. En el caso de las aves no se registró nidos porque no es época reproductiva.

2. Resultados

Posteriormente se hizo el análisis del estatus de conservación de las especies encontradas en la zona, empleando la Norma Oficial NOM-059-SEMARNAT-2010, así como los Apéndices I, II y III de la CITES (Convención Internacional sobre el Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora).

Tabla 24. Registro total de individuos.

| Clase | Género y Especie | Nombre común | No. De individuos | NOM-059-SEMARNAT-2010 | CITES 4/4/2017 |
|-------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
| Aves | <i>Columba livia</i> | Paloma domestica | 2 | - | - |
| | <i>Columbina passerina</i> | Coquita | 11 | - | - |
| | <i>Zenaida asiática</i> | Tórtola de alas blancas | 1 | - | - |
| | <i>Hylocharis luecotis</i> | Zafiro oreja blanca | 1 | - | - |
| | <i>Cynanthus sp</i> | Colibrí | 1 | - | - |
| | <i>Melanerpes formicivorus</i> | Carpintero bellotero | 1 | - | - |
| | <i>Toxostoma curvirostris</i> | Huitlacoche | 1 | - | - |
| | <i>Pyrocephalus rubinus</i> | Mosquero cardenal | 9 | - | - |
| | <i>Tynannus vociferans</i> | Mosquero | 3 | - | - |
| | <i>Aphelocoma californica</i> | Chara | 2 | - | - |
| | <i>Psaltrparus minimus</i> | Satrecillo | 1 | - | - |
| | <i>Tryomanes bewickii</i> | Chivirrin cola oscura | 5 | - | - |

| | | | | | |
|-----------------|-----------------------------|---------------------|----|---|---|
| | <i>Turdus rufopalliatus</i> | Mirlo dorso canela | 1 | - | - |
| | <i>Melospiza fusca</i> | Rascador | 1 | - | - |
| | <i>Spizella passerina</i> | Gorrión ceja blanca | 7 | - | - |
| | <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate | 40 | - | - |
| | <i>Haemorhous mexicanus</i> | Gorrión común | 10 | - | - |
| | <i>Carduelis psaltria</i> | Jilguero dominico | 1 | - | - |
| | <i>Passer domesticus</i> | Gorrión europeo | 28 | - | - |
| Mammalia | <i>Canis familiaris</i> | Perro | 1 | - | - |
| Reptilia | <i>Sceloporus spinosus</i> | Lagartija común | 3 | - | - |

Como resultado, se tiene que ninguna de las especies registradas recae en las categorías especificadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010¹³ y CIITES.

3. Composición de poblaciones y comunidades

Con respecto a la fauna presente en el sitio, se observó un gran número de aves, por su plasticidad de adaptación a ecosistemas alterados, sin embargo, dentro del área, se registraron 129 individuos, por método directo de observación (transecto lineal).

Tabla 25. Fauna presente en el sitio de estudio.

| Clase | No. de Registros |
|-----------------|------------------|
| Mammalia | 1 |
| Aves | 125 |
| Reptilia | 3 |
| Total | 129 |

4. Análisis de datos

Aplicación del Índice de Margalef: Utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las

¹³ SEMARNAT. 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. D. O.F. 6 de marzo de 2002, última modificación 30/12/2010.

diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, siendo la fórmula la siguiente:

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

Donde:

- S= número de especies
- N= número total de individuos
- Ln= Logaritmo natural

Este índice establece que cuando existen valores por debajo de 2, se hace referencia a ecosistemas con poca biodiversidad (antropizados), y también se obtienen valores superiores a 5, los cuales hacen referencia a ecosistemas con mucha biodiversidad. Respecto a los valores intermedios (entre 2 y 5) se considera que mediante la aplicación de las correctas medidas ambientales se puede prevenir algún tipo de afectación.

Como resultado de la aplicación de la anterior expresión algebraica se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26. Aplicación de la cerrada.

| Clase | No. | Ecuación | Índice |
|-----------------|-----------------|--------------------------------------|--------|
| Mammalia | S= 1 N= 1 | $D_{Mg} = \frac{(1 - 1)}{\ln(1)}$ | 0.00 |
| Aves | S= 19 N= 125 | $D_{Mg} = \frac{(19 - 1)}{\ln(125)}$ | 3.72 |
| Reptilia | S= 1 N= 3 | $D_{Mg} = \frac{(1 - 1)}{\ln(3)}$ | 0.00 |

Por lo anterior se concluye que no existe biodiversidad significativa en la zona de influencia del proyecto, ya que existen un alto registro de individuos, pero no así diversidad de especies.

Cabe mencionar que, en relación a la Biodiversidad, esta no se verá afectada por corresponder a especies adaptadas a la vida y presencia humana, así

mismo, no se verán afectados en el sentido biológico de las diversidades alfa, beta y gamma de acuerdo a su posición en las escalas de espacio y tiempo. En relación con la riqueza de especies, el grupo de aves es el representativo en cantidad de individuos, ya que se registraron cuatro órdenes Columbiformes, Apodiformes, Piciformes y Passeriformes; 14 familias: Columbidae, Trochilidae, Picidae, Mimidae, Tyrannidae, Corvidae, Hirundinidae, Aegithalidae, Troglodytidae, Emberizidae, Turdidae, Icteridae, Fringillidae, Passeridae, 19 géneros y 19 especies.



Imagen 35. *Tynannus vociferans* y *Columbina passerina*.

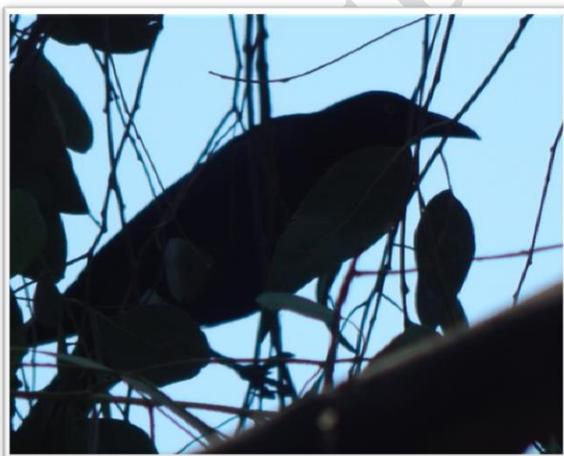


Imagen 36. *Quscalus mexicanus* y *Pyrocephalus mexicanus*.



Imagen 37. *Turdus rufopalliatu* y *Passer domesticus*.

IV.2.3 Paisaje

El estilo arquitectónico de las edificaciones en la zona es diverso, siendo su clasificación general medio moderno. En general el perfil urbano de la zona de proyecto presenta mayoritariamente edificaciones de 1 a 2 niveles y en menor número de 3 ó más niveles alternando el suelo residencial con el de servicios y recreación. El escenario ambiental general de la traza urbana en la zona se caracteriza principalmente por ser una estructura de alta intervención humana cuya presión sobre el medio ha eliminado todo vestigio de sus características naturales de suelo, flora, fauna y escorrentía superficial, convirtiéndola en espacios de ocupación para residencia, comercio y servicios, además de redes de infraestructura urbana que propicia la dinámica social.

Conforme a la observación de los elementos mencionados, se puede hacer el siguiente análisis: que los elementos de la visibilidad, calidad paisajística y calidad visual del SA, no se verá afectado por el proyecto de la línea de conducción de agua, y ya que su instalación es subterránea, no creará ningún obstáculo que quite la visibilidad al parque lineal, o que distorsione la imagen de este. Es una zona completamente urbana con todos sus elementos.

IV.2.4 Medio socioeconómico

El municipio de Puebla y San Andrés Cholula son importantes en el número de su población ya que tienen un gran desarrollo y crecimiento urbano, creando nuevas colonias. La población de estos dos municipios se muestra en la siguiente tabla:

a) Demografía

Tabla 27. Crecimiento de la población del municipio de Puebla y San Andrés Cholula del Periodo 1990 al 2010, del Instituto Federal para el Federalismo y el Desarrollo Municipal.

| Municipio | Periodo de 1990-2010 | | | | |
|--------------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Puebla | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 |
| Hombres | 506,766 | 587,326 | 644,480 | 734,352 | 734,352 |
| Mujeres | 550,688 | 635,243 | 702,436 | 775,585 | 805,467 |
| Total | 1,057,454 | 1,222,569 | 1,346,916 | 1,485,941 | 1,539,819 |
| San Andrés Cholula | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 |
| Hombres | 18,568 | 22,371 | 27,298 | 38,738 | 48,650 |
| Mujeres | 19,220 | 23,501 | 28,768 | 41,380 | 51,789 |
| Total | 37,788 | 45,872 | 56,066 | 80,118 | 100,439 |

Fuente:

INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

INEGI. II Censo de Población y Vivienda de 2005.

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

INEGI. Censo de Población y Vivienda de 1995.

INEGI. XI Censo General de Población y Vivienda de 1990.

La población que se encuentra dentro del SA es la siguiente:

Tabla 28. Población de la zona por AGEB año 2010

| AGEB | Población Total | Población Masculina | Población Femenina |
|----------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| 211140001079A | 2,676 | 1,219 | 1,457 |
| 2111400015305 | 2,102 | 990 | 1,112 |
| 2111400010732 | 3,549 | 1,589 | 1,958 |
| Población Total en la zona | 8,327 | 3,798 | 4,527 |

Fuente: Sistema para la Consulta de Información Censal 2010. (SCINCE). Versión 05/2012

Como impacto ambiental trasladado positivo se tiene que el presente proyecto coadyuvará al suministro de agua potable a 38 colonias, con una población de 77,096 personas, lo anterior se ilustra en la siguiente tabla:

Tabla 30. Relación de colonias beneficiadas en la zona de cobertura 9.

| Colonias Beneficiadas | Colonias Beneficiadas | Colonias Beneficiadas |
|------------------------------------|---|-------------------------------------|
| 16 de Septiembre Sur | Conj Hab Torres de Mayorazgo | Infonavit El Carmen (Gastronómicos) |
| Ampliación Arboledas de Loma Bella | Conj Hab Torres Mayorazgo Floresta | Infonavit La Carmelita |
| Arboledas Loma Bella | Conjunto Habitacional Versalles | Infonavit Loma Bella |
| Campestre Mayorazgo | Conjunto Habitacional Villas del Carmen | Infonavit Mateo de Regil Rodríguez |
| Carmen Castillotla | Ex-Hacienda Mayorazgo | Infonavit San Bartolo |
| Club de Golf Puebla | Fovissste San Roque | Infonavit San Miguel Mayorazgo |
| Conj Hab Damisar | Fraccionamiento Cipreses de Mayorazgo | Lomas Club de Golf |
| Conj Hab Eclipse | Fraccionamiento El Saucedal | Popular Castillotla |
| Conj Hab El Carruaje | Fraccionamiento Ex hacienda de Chapulco | Popular Coatepec |
| Conj Hab El Molino | Fraccionamiento Tres Cerritos | Popular Emiliano Zapata |
| Conj Hab Las Mercedes | Granjas Mayorazgo | San Diego Castillotla |
| Conj Hab Las Mercedes 2 | Habitat Para La Humanidad de México | San Francisco Mayorazgo |
| Conj Hab Lomas de Mayorazgo | | San José Mayorazgo |

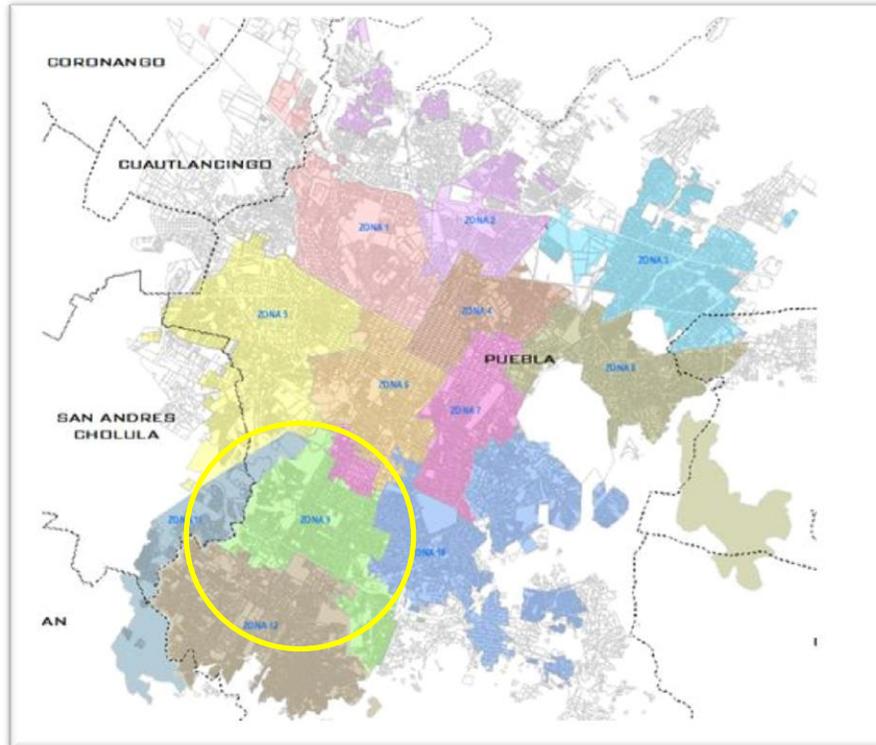


Imagen 39. Zona de beneficio de agua potable.
Fuente: Balance Hídrico, del municipio de Puebla. 2016.

b) Población económicamente

Los municipios de San Andrés Cholula y Puebla, son de un nivel económico de medio a alto, debido al desarrollo que ha tenido la zona con la construcción de la vía Atlixcayotl y todos los centros comerciales y fraccionamientos de nivel económico alto.

La población económicamente activa de estos municipios se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 31. Población Económicamente activa

| Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010 | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|--------------------|---------|---------|
| Indicadores de participación económica | Puebla | | | San Andrés Cholula | | |
| | Total | Hombres | Mujeres | Total | Hombres | Mujeres |
| Población económicamente activa (PEA) ⁽¹⁾ | 652,756 | 399,853 | 252,903 | 41,829 | 26,594 | 15,235 |
| Ocupada | 623,789 | 379,756 | 244,033 | 40,679 | 25,791 | 14,888 |
| Desocupada | 28,967 | 20,097 | 8,870 | 1,150 | 803 | 347 |
| Población no económicamente activa ⁽²⁾ | 523,999 | 150,228 | 373,771 | 33,336 | 9,191 | 24,145 |

Notas:

(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia.

(2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Estos son los datos de INEGI 2010, sin embargo, en los últimos años el municipio de San Andrés Cholula, tiene un crecimiento económico importante debido a que es una zona que está considerada de plusvalía alta, encontrándose inmuebles de valor económico alto, así como comercio (plazas comerciales, agencias de autos, escuelas privadas, etc.).

Clasificación de la población por clase socioeconómica para el suministro de agua:

En términos del efecto del nivel del ingreso de los hogares, se espera que al aumentar éste se incremente el consumo de agua, debido a que es posible costear usos más allá de las necesidades básicas. Encontrar niveles de consumo muy bajos para hogares con menores ingresos puede ser una señal del efecto negativo en su calidad de vida, incluyendo aspectos de salud, con frecuencia asociados a enfermedades y mortalidad infantil.

A continuación, se presenta una gráfica de cómo se encuentra el nivel económico en la zona de cobertura.

CLASES SOCIECONOMICAS

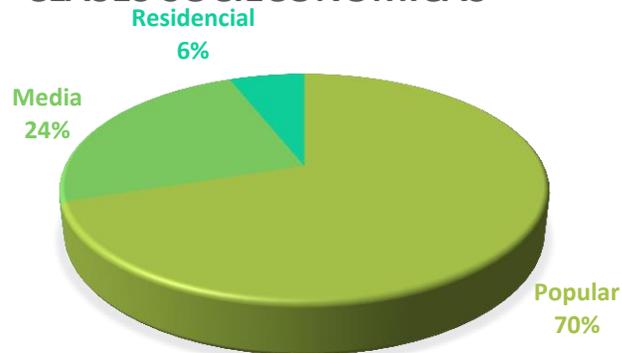


Gráfico 4. Clases socioeconómicas

En el área de influencia del proyecto existen viviendas particulares habitadas, con promedio de ocupación entre los 3 y 5 ocupantes por vivienda, independientemente si es casa independiente, departamento en edificio, cuartos en vecindad, cuartos en la azotea, locales no construidos para casa habitación, etc. Según estudios de campo, el 70% de la infraestructura corresponde a viviendas, con características que radican de usos ligeros a multifamiliares principalmente.

Por otra parte, se destaca que aproximadamente el 91% de las viviendas particulares habitadas disponen de agua entubada de la red pública; el 80% de drenaje y el 93.54% de servicio de energía eléctrica. Sin embargo. En áreas de nivel socioeconómico bajo y medio/bajo algunas calles y privadas carecen de revestimiento.

Vialidad y Transporte. Por ser una ciudad se cuenta con todo un sistema de vialidades, así como el servicio de transporte (autobuses, taxis, micros y RUTA).

c) Factores socioculturales.

La ciudad de Puebla y San Andrés Cholula, son denominadas Patrimonio de la Humanidad (UNESCO), debido a su gran arquitectura que se tienen en los centros de las ciudades, así mismo en los últimos años, se ha dado un impulso al sector turístico y se han creado nuevos centros de entretenimiento como son: Centros de espectáculos, parques urbanos, museos, remodelación de inmuebles, etc.

IV.2.5 Diagnóstico ambiental

a) Integración e interpretación del inventario ambiental

Los problemas del ambiente y los recursos naturales generan una preocupación creciente en las sociedades modernas. Todo proyecto trae consigo impactos inherentes a su desarrollo y en la búsqueda del mismo se debe alcanzar su sustentabilidad y equilibrio con el medio, por ello, la preservación del ambiente es un fin favorable en sí mismo, porque afecta la supervivencia y la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras.

El área en donde se pretende instalar el proyecto históricamente por desarrollo de la mancha urbana este ha quedado inmerso dentro de esta por lo cual la vegetación nativa ha sido afectada por las actividades antropogénicas que se presentan en el sitio, así como la sustitución de vegetación nativa por exótica, lo cual es un indicador del disturbio tomando en cuenta que actualmente el sitio se encuentra totalmente impactado y que se viene desarrollando actividad humana desde tiempo atrás, podemos considerar que al igual que la flora, la fauna propia del sitio también sufrió alteraciones y que en su momento se presentaron migraciones hacia lugares que se encuentran menos alterados para hacerlos como refugios.

El impacto que generará el proyecto será mínimo debido a que existe ya una alteración al ecosistema por la construcción del CIS y el MIRA, y se tomarán todas las medidas preventivas y de mitigación, para evitar el deterioro del medio ambiente y restaurando lo más que se pueda; con respecto a la fauna se ahuyentará hacia zonas que no se intervendrán y la vegetación existente a los alrededores del proyecto no se afectará.

Como se describe en los apartados precedentes, el sistema ambiental asociado al proyecto de la construcción de la línea de conducción, en la zona federal de la margen derecha del río Atoyac, estado de Puebla, no incluye algún asentamiento de población que se viera afectado por la operación de la línea y la planta potabilizadora. La caracterización de los componentes analizados da cuenta de ello, por lo que la escala de análisis

del potencial de impacto ambiental del proyecto se reduce al entorno directo de la zona de intervención.

Los impactos comunes procedentes de factores externos al sistema, pueden aún ser asimilados por el sistema ambiental, considerando entre ellos la realización del proyecto. Dentro de la zona existen ecosistemas que se encuentran modificados y con diferentes grados de perturbación. En este escenario se han desarrollado sistemas ambientales que gradualmente modifican sus dinámicas internas ante la presencia de perturbaciones externas que van determinando su adaptación. Sin embargo, deberán de observarse todas las previsiones normativas en materia ambiental para evitar una afectación mayor de la que presentan actualmente los sistemas, para no reducir aún más los recursos bióticos y no bióticos presentes, como pueden ser:

Normativos. Dentro de las actividades que se pretenden hacer para la línea de conducción, se están tomando en cuenta todas las leyes y reglamentos, así como las Normas Oficiales Mexicanas; necesarios para evitar un mayor impacto al ambiente, conociendo así cuáles serán los alcances del proyecto.

Diversidad. Aun considerando el alto grado de perturbación de los ecosistemas originales de la zona, las especies faunísticas identificadas en el área, principalmente aves típicas de las asociaciones biológicas del entorno, pueden ser protegidas. No se invadirá otra superficie del predio, por lo que no afectara madrigueras o hábitat que ocupan actualmente la fauna presente en la zona.

Rareza: No se encontraron especies que pudieran ser raras al hábitat que se presenta. La flora y fauna no están en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Naturalidad: Las condiciones que presenta la zona, es que existe una perturbación o influencia humana, en los recursos naturales, se ha modificado para la agricultura, comercio y vivienda. No se puede decir que sea un lugar sin perturbación o bien conservado.

Grado de asilamiento: No se construirán estructuras que creen barreras para la fauna presente en la zona, los organismos que se presenten serán desplazados de manera natural a las zonas menos alteradas.

Calidad: Se puede decir que la zona presenta una calidad baja ya que existe una tendencia de presión antropogénica que mantiene condiciones de perturbación sobre los ecosistemas presentes, principalmente en materia de suelo (ocupación). El río Atoyac, que se encuentra paralelo al trazo de este proyecto, se encuentra con un alto grado de contaminación, debido a que en él son vertidas aguas residuales del municipio de Ciudad Sahagún y empresas.

b) Síntesis del inventario

En la zona y sitios donde se pretende realizar el proyecto no existen especies con valor comercial, ni de interés cinegético, ni enlistadas en el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Ninguna de las especies reportadas, están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que estén sujetas a algún régimen de protección especial.

En cuanto a modificaciones sólo se consideran modificaciones temporales al paisaje en la etapa de construcción, toda vez que la instalación de la línea o tubería de agua es subterránea, no presentando un elemento estructural ajeno al sitio, así mismo, es necesario exponer que el sitio donde se realizará el proyecto no se considera para desarrollo habitaciones, conservación o desarrollo turístico, actividades sobre las que pudiese representar un impacto considerable.

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

Una vez que se logra explicar la dinámica del sistema ambiental de la zona de estudio, en sus diferentes áreas y estructuras, se ha mantenido la hipótesis que las actividades en las etapas del proyecto “Instalación y operación de una línea de conducción de agua sulfurosa en zona federal de la margen derecha del río Atoyac”, (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), constituidos como un factor externo a las estructuras y procesos del sistema socio ambiental existente, no tienen capacidad para alterarlos significativamente los recursos naturales, en el caso del recurso natural del agua sulfurosa, será a través del volumen disponible en el Título de Asignación del municipio de Puebla.

En este capítulo se realiza la identificación, estimación, calificación y evaluación de los impactos ambientales que pudieran presentar por el desarrollo de este proyecto, considerando como impacto ambiental como aquella alteración significativa de las acciones humanas.

En este apartado se considera para la identificación de impactos el empleo de metodologías que permitan realizarlo, las cuales considere:

- Área o actividad que lo genera.
- Su consideración positiva o negativa con respecto al estado previo al sitio o los sitios donde se desarrollará el proyecto (vulnerabilidad).
- La magnitud del impacto, así como su intensidad.
- La importancia del impacto y si su efecto es directo, sinérgico o indirecto.
- Su duración y persistencia

El método que se utilizó para la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, es un método combinado, el cual aplica una **Lista de control simple** (Domínguez, 1999 y Canter,1998), la cual tiene por propósito identificar los impactos clave y factores ambientales pertinentes que han de ser considerados en los estudios de impacto y por otro lado la **Matriz de importancia**, los cuales en conjunto determinan y evalúan la interacción de los factores o parámetros de cada componente ambiental en relación a las distintas acciones del proyecto en sus diferentes fases, mediante la selección de factores que pueden suponer modificaciones positivas o negativas que se expresan en el impacto específico que cada factor es capaz de presentar, Conesa Fdez-Vitora (2003). A continuación, se detalla el orden de desarrollo empleada para la evaluación de impacto ambiental.

Imagen 40. Proceso aplicado para la evaluación de los impactos ambientales del proyecto



V.1.1 Indicadores de impacto

Los indicadores ambientales son aquellos que evalúan el estado y la evolución de determinados factores medioambientales como pueden ser el agua, aire, suelo entre otros, estableciéndose este como un elemento del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio. Los indicadores son índices cuantitativos o cualitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como

consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Para el caso de la evaluación de los impactos que serán provocados por el proyecto “Instalación y Operación de línea de conducción de agua sulfurosa en zona federal de la margen derecha del río Atoyac”, dentro de un Sistema Ambiental de dos municipios Puebla y San Andres Cholula, se tomaron como indicadores ambientales para la evaluación los componentes del inventario ambiental, considerando sus características de relevancia (como componentes ambientales) y fácil identificación.

Observando las características tanto del sitio como del proyecto, los componentes ambientales que se tomaron en cuenta para observar las afectaciones del proyecto fueron los siguientes:

Tabla 32. Indicadores ambientales considerados para el proyecto

| MEDIO | COMPONENTES | |
|-----------------------------|------------------------|---|
| ABIÓTICO | Calidad del Aire | Componentes, presencia de polvos en etapa de construcción y emisiones en la etapa de operación. |
| | Geología | Litología, riesgos geológico, estabilidad a la ribera del río. |
| | Geomorfología | Unidades morfológicas, pendientes |
| | Hidrología superficial | Régimen de los cursos, calidad agua superficial |
| | Hidrología subterránea | Régimen hídrico subsuelo, calidad agua subterránea |
| BIÓTICO | Edafología | Calidad de los suelos, erosionabilidad. |
| | Vegetación | Especies de interés, formaciones |
| | Fauna | Especies de interés, hábitat |
| | Ecosistemas | Tipos de sistemas, áreas de interés |
| PAISAJE | Paisaje | Unidades paisajísticas, calidad, visibilidad |
| MEDIO SOCIOECONÓMICO | Calidad de vida | Condiciones ambientales de la calidad de vida, contribuyendo al suministro de agua potable. |
| | Socioeconomía | Demografía, especialización y mejora económica de la región, generación de empleos, demanda |

| | | |
|--|-----------------------------|----------------------------|
| | | de servicios. |
| | Aprovechamiento de recursos | Usos productivos del suelo |

V.2 Criterios

Una vez identificados los indicadores ambientales que serán tomados en cuenta para la evaluación del proyecto, se desglosa el factor del componente ambiental sobre el cual se presentará el principal efecto. Los impactos ambientales que generará el proyecto durante sus distintas etapas se enlistan a continuación indicando el tipo de actividad y el factor ambiental sobre el que causarán el mayor impacto.

Dicha lista se desarrolló con factores que se podrían ver afectados bióticos-abióticos en una zona urbana. Los criterios o atributos por los que se llega a establecer la importancia del impacto y por lo tanto su evaluación, son los siguientes:

Tabla 33. Criterios o atributos

| Impactos | Criterios |
|-------------------|--|
| 1. Naturaleza | Está definido por el carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Se contempla a su vez una tercera clasificación (X), la cual podría ser utilizada en el caso de que existieran impactos de difícil calificación o sin estudios o información suficiente. |
| 2. Intensidad (I) | Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. El intervalo de valoración está comprendido entre 1 (afectación mínima) y 12 (destrucción total), teniendo valores comprendidos entre éstos dos que expresan situaciones intermedias. |
| 3. Extensión (EX) | Expresa el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Los valores dados van de 1 (puntual o efecto muy localizado) a 8 (total o influencia generalizada en todo el entorno), presentando |

| | |
|-------------------------|---|
| | también valores intermedios. En el caso de que el efecto se produzca en lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta. |
| 4. Momento (MO) | El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Los valores asignados son los siguientes: 4 para cuando el tiempo transcurrido sea nulo (momento inmediato) o cuando sea menor de 1 año (corto plazo); 2 cuando el período de tiempo va de 1 a 5 años (medio plazo), y 1 cuando el efecto tarde más de 5 años en manifestarse (largo plazo). Si, como en el caso anterior, concurrese alguna circunstancia que hiciese crítico el momento del impacto se le atribuirá un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas. |
| 5. Persistencia (PE) | Se refiere al tiempo que supuestamente, permanecería el efecto desde su aparición y a partir del cual, el factor afectado retomaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales, o mediante la introducción de medidas correctoras. Teniendo valores como 1 (duración menor de un año, efecto fugaz); 2 (para una duración entre 1 y 10 años, efecto temporal), y 4 (si dura más de 10 años, efecto permanente). |
| 6. Reversibilidad (RV) | Quiere decir la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto; es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales una vez que deja actuar sobre el medio. Toma valores de 1 (duración menor de un año, corto plazo); 2 (para una duración entre 1 y 10 años, medio plazo), y 4 (si dura más de 10 años, efecto irreversible). |
| 7. Recuperabilidad (MC) | Este atributo se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctoras). |

| | |
|-----------------------|--|
| 8. Sinergia (SI) | Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor 1, si presenta un sinergismo moderado 2 y si es altamente sinérgico 4 |
| 9. Acumulación (AC) | Da idea del incremento progresivo de la presencia del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos se conoce como acumulación simple, se valora como 1; si el efecto producido es acumulativo, el valor se incrementa a 4. |
| 10. Efecto (EF) | Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. El efecto puede ser directo o primario, tomando el valor de 4, e indirecto o secundario con un valor de 1. |
| 11. Periodicidad (PR) | Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico) se le asigna un valor de 2, de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) toma valor de 1, o constante en el tiempo (efecto continuo) se les da valor de 4. |

V. 3 Metodologías de evaluación de impactos ambientales y justificación de la metodología seleccionada

Una vez definidos los criterios, se considera la importancia del impacto, la cual se mide cualitativamente en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo (11 atributos), a través de los cuales se llega a establecer la importancia de impacto.

Importancia del Impacto (I) o importancia del efecto de una acción sobre un factor ambiental viene representada por un número que se deduce mediante el modelo propuesto por Conesa Fernández, V. (2003), en función del valor asignado a los atributos considerados.

$$I = + [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

En este sentido, la importancia del impacto toma valores entre 13 y 100. Los impactos con valores de importancia inferiores a 25 son determinados como irrelevantes o compatibles. A su vez, los impactos moderados presentan una importancia entre 25 y 50. Siendo, los impactos severos cuando la importancia se encuentre entre los rangos de 50 y 75; terminando con los impactos críticos los cuales son aquellos que tengan un valor ponderado superior a 75. Con el fin de esquematizar la descripción anterior, se presenta a continuación una tabla de valores.

Tabla 34. Importancia de impactos

| SIGNO | | INTENSIDAD (I) (Grado de Afectación) | |
|---|------|--|------|
| - Impacto benéfico | + | - Baja | 1 |
| - Impacto perjudicial | - | - Media | 2 |
| - Indefinido | X | - Alta | 4 |
| | | - Muy alta | 8 |
| | | - Total | 12 |
| EXTENSIÓN (EX) (Área de influencia) | | MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) | |
| - Puntual | 1 | - Largo plazo | 1 |
| - Parcial | 2 | - Medio plazo | 2 |
| - Extenso | 4 | - Inmediato o Corto plazo | 4 |
| - Total | 8 | - Crítico | (+4) |
| - Crítica | (+4) | | |
| PERSISTENCIA (PE) (Permanencia del efecto) | | REVERSIBILIDAD (RV) | |
| - Fugaz | 1 | - Corto plazo | 1 |
| - Temporal | 2 | - Medio plazo | 2 |
| - Permanente | 4 | - Irreversible | 4 |
| RECUPERABILIDAD (MC) (Reconstrucción por medios humanos) | | SINERGÍA (SI) (Regularidad de la manifestación) | |
| - Recuperable de manera inmediata | 1 | - Sin sinergismo (simple) | 1 |
| - Recuperable a mediano plazo | 2 | - Sinérgico | 2 |
| - Mitigable | 4 | - Muy sinérgico | 4 |

| | | | |
|--|---|--|---|
| - Irrecuperable | 8 | | |
| ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo) | | EFECTO (EF) (Relación causa-efecto) | |
| - Simple | 1 | - Indirecto (secundario) | 1 |
| - Acumulativo | 4 | - Directo | 4 |
| PERIODICIDAD (PR) (Regularidad de la manifestación) | | IMPORTANCIA (I) | |
| - Irregular o aperiódico y discontinuo | 1 | $I = \pm [3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$ | |
| - Periódico | 2 | | |
| - Continuo | 4 | | |

Tabla 35. Lista de control

| ¿El proyecto producirá? | | | |
|--|-----------|--|-----------|
| Etapas de preparación y construcción. | | Etapas de operación y mantenimiento | |
| Aire | | | |
| ➤ ¿Aumento en las emisiones a la atmósfera que provocan deterioro de la calidad del aire? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| ➤ ¿Olores desagradables? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Ruido | | | |
| ➤ ¿Aumento de los niveles sonoros previos? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| ➤ ¿Mayor exposición de la gente a ruidos elevados? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Vibración | | | |
| ➤ ¿Generación de vibración en áreas de trabajo? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Geología y Geomorfología | | | |
| ➤ ¿Alterará los procesos exógenos (erosión, transporte, sedimentación y movimientos en masa) encargados de modelar el paisaje? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Producirá inestabilidad en las laderas, aumentando la probabilidad de | | | |

| | | | |
|---|----|----|----|
| deslizamientos, desgajamientos y flujos de lodo? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Suelo y subsuelo | | | |
| ➤ ¿Generará un mayor grado de erosión del suelo?. | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Producirá inestabilidad edafológica?. | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ Causará contaminación por posibles derrames accidentales y almacenamiento inadecuado de combustibles y aceites?. | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Bancos de material y de tiro | | | |
| ➤ ¿Aumentará las emisiones de gases y polvos a la atmósfera?. | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Residuos sólidos urbanos | | | |
| ➤ ¿Residuos sólidos urbanos en volumen significativo? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Residuos de manejo especial | | | |
| ➤ ¿Residuos de manejo especial en volumen significativo? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Agua | | | |
| ➤ ¿Modificará los volúmenes de infiltración y escorrentía? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Afectará los valores de porosidad y permeabilidad del suelo disminuyendo la recarga vertical de acuíferos? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Cambios en el escurrimiento laminar de agua pluvial, en la concentración de sólidos disueltos en suspensión y nutrientes que transportan? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Contaminación de las reservas públicas de agua? | | | |
| | X | | X |
| Flora | | | |
| ➤ ¿Cambios en la diversidad o productividad o en el número de alguna especie de planta (incluyendo árboles, arbustos, herbáceas, cultivos, microflora y plantas acuáticas)? | | | |

| SI | NO | SI | NO |
|---|----|----|----|
| | X | | X |
| ➤ ¿Reducción del número de individuos o afectará el hábitat de alguna especie vegetal considerada como amenazada, en peligro de extinción o rara? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ Retiro de vegetación para la instalación del proyecto? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Fauna | | | |
| ➤ ¿Reducirá el hábitat o número de individuos de alguna especie animal considerada como rara, amenazada o en peligro de extinción? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ Creará una barrera a las migraciones o movimientos de los animales terrestres? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ Afectará áreas de anidación y madrigueras? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Ecosistema y micro ecosistema | | | |
| ➤ ¿Modificará la diversidad dentro del hábitat? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Modificará la diversidad entre hábitat? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Afectará al micro ecosistema? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Paisaje | | | |
| ➤ ¿Cambiará una vista escénica o un panorama con cualidades únicas, excepcionales o con atractivo turístico? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Producirá infraestructura con pocos elementos armónicos diferente al natural? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Arqueología, cultura e historia | | | |
| ➤ ¿Alterará sitios, construcciones, objetos o edificios de interés arqueológico, cultural o histórico? | | | |
| SI | NO | SI | NO |

| | | | |
|---|----|----|----|
| | X | | X |
| Población | | | |
| ➤ ¿Alterará la ubicación o la distribución de la población humana en el área? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Provocará rechazo social a la operación del proyecto | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Cultura local | | | |
| ➤ ¿Modificará las actividades culturales de la población, al enfrentarse a dinámicas laborales diferentes? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Salud humana | | | |
| ➤ ¿Crearé algún riesgo real o potencial para la salud de la población en general y/o trabajadores? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ Expondrá a los trabajadores a riesgos potenciales para la salud? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| Transporte y flujos de tráfico | | | |
| ➤ ¿Un movimiento adicional de vehículos? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| X | | | X |
| ➤ ¿Modificaciones sobre las instalaciones actuales de aparcamiento o requerirá nuevos aparcamientos? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Modificación de las pautas de circulación de gente y bienes? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿La construcción de nuevas carreteras y caminos? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Riesgos ambientales | | | |
| ➤ ¿Podría provocar un aumento real o probable de los riesgos ambientales? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Implicará el uso, almacenamiento, transporte, escape o eliminación de alguna sustancia potencialmente peligrosa? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Residuos peligrosos | | | |

| | | | |
|---|----|----|----|
| ➤ ¿Implicará la generación almacenamiento, transporte, disposición, tratamiento de algún residuo peligroso? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| Economía | | | |
| ➤ ¿Afectará el nivel de empleo local? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |
| ➤ ¿Afectará la economía local y la regional? | | | |
| SI | NO | SI | NO |
| | X | | X |

Una vez aplicada la **lista de control simple** se identificaron los siguientes impactos ambientales que se presentarán por acciones inherentes del proyecto, mismos que se resume a continuación:

- i. **Calidad del Aire:**
 - Aumento en las emisiones a la atmósfera que provocan deterioro de la calidad del aire.
- ii. **Ruido:**
 - Aumento de los niveles sonoros previos.
- iii. **Vibración:**
 - ¿Generación de vibración en áreas de trabajo?
- iv. **Suelo y subsuelo:**
 - Contaminación por posibles derrames accidentales y almacenamiento inadecuado de combustibles y aceites.
- v. **Bancos de materiales y de tiro:**
 - Aumentará las emisiones de gases y polvos a la atmósfera.
- vi. **Residuos Sólidos Urbanos:**
 - Residuos sólidos urbanos en volumen significativo
- vii. **Residuos de manejo especial:**
 - Residuos de manejo especial en volumen significativo
- viii. **Flora:**
 - Retiro de vegetación para la instalación del proyecto
- ix. **Salud humana:**
 - Expondrá a los trabajadores a algún riesgo de salud.
- x. **Transporte y flujos de tráfico:**
 - Movimiento adicional de vehículos
- xi. **Residuos Sólidos Urbanos:**

- En volumen significativo.

A continuación, se aplicará sólo la Matriz de importancia de la etapa de preparación y construcción del proyecto, debido a que en la etapa de operación y conducción no se presentaron impactos ambientales.

Tabla 36. Matriz de importancia

| Impactos Identificados en la etapa de preparación y construcción. | Atributos | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-------------------|------------------|---------|--------------|----------------|-----------------|----------|-------------|--------|--------------|-------------|
| | Signo | Intensidad (3 x) | Extensión (2 x) | Momento | Persistencia | Reversibilidad | Recuperabilidad | Sinergia | Acumulación | Efecto | Periodicidad | IMPORTANCIA |
| Aire | | | | | | | | | | | | |
| Aumento en las emisiones a la atmósfera que provocan deterioro de la calidad del aire. | - | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | -17 |
| Ruido | | | | | | | | | | | | |
| Aumento de los niveles sonoros previos | - | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -17 |
| Vibración | | | | | | | | | | | | |
| Generación de vibraciones en áreas de trabajo. | - | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | -21 |
| Suelo y subsuelo | | | | | | | | | | | | |
| Causará contaminación por posibles derrames accidentales y almacenamiento inadecuado de combustibles y aceites | - | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | -19 |
| Bancos de material y de tiro | | | | | | | | | | | | |
| Aumentará las emisiones de gases y polvos a la atmósfera | - | 6 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | -27 |
| Residuos sólidos urbanos | | | | | | | | | | | | |
| Residuos sólidos en volumen significativo | - | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | -23 |
| Residuos de manejo especial | | | | | | | | | | | | |
| Residuos de manejo especial en volumen significativo | - | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 2 | -23 |
| Flora | | | | | | | | | | | | |
| Retiro de vegetación para la instalación del proyecto | - | 6 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 4 | 1 | -28 |

| Salud humana | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| Expondrá a los trabajadores a algún riesgo de salud. | - | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | -19 |
| Transporte y flujo de tráfico | | | | | | | | | | | | |
| Un movimiento adicional de vehículos | - | 3 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | -20 |

Simbología:

| | |
|---|---|
| | Impacto irrelevante o compatible (I < 25) |
| | Impacto moderado (I = 25 a 50) |
| | Impacto severo (I = 50 a 75) |
| | Impacto crítico (I > 75) |
| - | Impacto negativo. |
| + | Impacto positivo. |
| X | Impacto indefinido. |

Se identificaron en total 10 impactos ambientales en la etapa de preparación del sitio y construcción, y ninguno en la operación o mantenimiento. Todos los impactos fueron negativos (8 compatibles y 2 moderados), puntuales y de menor impacto, los cuales pueden minimizarse con las medidas de mitigación, compensación y prevención.

El beneficio principal de este proyecto será proporcionar el agua potable a las colonias del sur, ya que en la actualidad es escaso el servicio que se le da a esta zona de cobertura.

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.

Tabla 37. Medidas ambientales descritas por las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

| Impactos ambientales | Actividad | Medida de Mitigación |
|---|-------------------------------|--|
| Emisión de contaminantes aéreos. Liberación de partículas de suelo, gases y humos. | Excavación y relleno de zanja | Considerando el método descrito en los apartados precedentes, los valores resultantes de la estimación de emisiones serán de baja intensidad en razón del período en que se manifiestan y de efecto fugaz dadas las condiciones orográficas de la zona. Sin embargo, como medida de prevención y reducción de estos impactos se debe estimar el cumplimiento |

| | | |
|-------------------------|-------------------------------|---|
| | | <p>de los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-EM-167-SEMARNAT-2016) que limitarán los índices de aportación de emisiones a la atmosfera. El parque vehicular que se empleará en obra deberá contar con las verificaciones correspondientes para evitar la emisión de gases y contaminantes a la atmosfera. La generación de polvos y partículas por el movimiento de suelo, serán de corta temporalidad y baja intensidad; sin embargo, para reducir su liberación se procurará humedecer con agua a través de carros tanque el suelo antes de iniciar las actividades. Durante el transporte de materiales pétreos y material excedente producto de excavación, los vehículos empleados deberán cubrirse con lona para evitar la dispersión de partículas en el trayecto.</p> |
| <p>Ruido</p> | <p>Compactación de suelo.</p> | <p>No se generan ruidos por la excavación la cual será de forma manual, por el ancho y espacio que se tienen en el trazo. El ruido que se generará será principalmente por el uso de la máquina de compactación (bailarina). El uso de esta maquinaria, no será continuo, por lo que el ruido solo será cuando se compacte el suelo. Deberá cuidar los niveles de decibeles respetando los límites máximos permisibles establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas como la NOM-011-SEMARNAT-2001, y así evitar daños a los trabajadores, así como disminuir el desplazamiento de la fauna presente en algunos sitios de proyecto.</p> |
| <p>Vibración</p> | <p>Compactación de suelo.</p> | <p>Se generaran vibraciones con la maquinaria para compactar el suelo después de que se instale la tubería, por lo que se deberán considera la norma oficial mexicana NOM-24-STPS-2001.</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Residuos de manejo especial (residuos de obra).</p> | <p>Excavación y nivel del Trazo para la línea de conducción.</p> | <p>Los residuos de manejo especial que se generen, deberán ser depositados en bancos autorizados por la (SDRSOT). El transportista que trasladará estos residuos, deberá contar con el permiso para realizar esta actividad por parte de la SDRSOT, para definir de acuerdo a la ubicación, volumen y al tipo de residuo, y banco de tiro autorizado. Referente a los residuos de alambre, varillas, madera, etc. será entregado a un centro de acopio para su destino final o reciclaje. Evitando una inadecuada disposición de estos así como minimizar el impacto visual que se pudiese presentar en el proyecto (NOM-161-SEMARNAT-2011).</p> |
| <p>Residuos sólidos urbanos</p> | <p>Consumo de alimentos</p> | <p>Los residuos sólidos urbanos serán dispuestos temporalmente en recipientes con tapa resistentes a la intemperie, debidamente rotulados por tipo de residuo y entregados para su disposición final en el (los) sitio(s) que la autoridad municipal disponga. Los residuos que se pueden reciclar (cartón, PET, aluminio, etc.) deberán ser separados y almacenados para su posterior disposición final.</p> |
| <p>Flora</p> | <p>Excavación de zanja para línea de conducción</p> | <p>Se aprovechará el inventario de especies arbóreas y arbustivas susceptibles de incorporar Ecoparque Metropolitano como parte de la arquitectura del paisaje. El manejo de derribo, poda y reubicación será reportado en el Programa de Vigilancia ambiental. Para compensar el derribo de 18 árboles se aplicará un programa de Reforestación, con las especies antes mencionadas en este documento.</p> |
| <p>Aguas residuales</p> | <p>Baños portátiles</p> | <p>Se instalarán baños portátiles para el servicio de los trabajadores reubicándose conforme los frentes de trabajo avancen, se deberá colocar un baño portátil por cada 10 empleados. El manejo de estos residuos será reportado en una bitácora de operación y limpieza. El aseo y disposición final de los residuos será llevado a cabo por una empresa autorizada para el manejo, recolección</p> |

| | | |
|--|---|--|
| | | y disposición final. |
| Residuos peligrosos | Nivel del trazo de la línea sulfurosa y construcción de infraestructura | Los residuos peligrosos que se puedan generar serán responsabilidad del contratista ejecutor de la obra y se relacionan directamente con los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo que interviene; es decir: aceites, grasas, estopas, trapos, partes, recipientes, etc. de conformidad con lo establecido por la NOM-052-SEMARNAT-2005, NOM-054-SEMARNAT-1993 y Ley General para la Preservación y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). La empresa constructora deberá darles un manejo de acuerdo al Reglamento de la LGPGIR y a las Normas Oficiales Mexicanas en la materia. |
| Expondrá a los trabajadores a algún riesgo de trabajo | Todas las actividades que se lleven a cabo para la construcción de la línea de conducción | <p>Cumplimiento de la Ley Federal del Trabajo, el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo y de las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-001-STPS-2008, NOM-002-STPS-2010, NOM-004-STPS-1999, NOM-006-STPS-2014, NOM-009-STPS-2011, NOM-011-STPS-2001, NOM-017-STPS-2008, NOM-024-STPS-201, NOM-026-STPS-2008, NOM-027-STPS-2008, NOM-030-STPS-2009, NOM-031-STPS-2011.</p> <p>Además de cumplir con la normatividad, se realizará las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se darán capacitación al personal para sus actividades asignadas. • Se les dará una inducción de 5 minutos a los trabajadores antes de iniciar sus actividades. • Se establecerá una campaña sanitaria y de higiene que evite las enfermedades gastrointestinales a los empleados de la obra. • Se les proporcionara el equipo de protección personal y en su casa de actividades con un grado de especialidad. |

| | | |
|--|--|--|
| | | Debe contar con supervisión en Seguridad, Higiene y Ambiental. |
|--|--|--|

VI.2 Impactos residuales

Está reconocido que, con la simple aplicación de medidas de prevención y mitigación de los efectos adversos de una obra o actividad, es posible que no resulte suficiente para atenuar un impacto adverso sobre el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del Sistema Ambiental. Se reconoce que existen impactos adversos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales, para el caso de este proyecto, se tendrán los impactos residuales de explotación de recursos naturales (arcillas, pétreos, agua). Sin embargo, esto se encuentra regulado por las autoridades. Estos impactos residuales son:

- Eliminación de la capa vegetal. La residualidad del impacto consiste en el sellado del suelo a ocupar por la obra. La superficie cumple con una función ambiental de permitir la infiltración de la precipitación pluvial local, cuya escorrentía en lo sucesivo será conducida al cuerpo de agua denominado Río Atoyac, sin embargo, la tubería sólo tendrá 16 pulgadas de diámetro y por su forma, permite el escurrimiento de agua a su alrededor, más no la absorción de la misma al interior de esta línea.

El proceso que se propone para la operación de la línea de conducción y la planta potabilizadora no creara ningún impacto residual.

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

VII.1 Pronósticos del escenario

Un pronóstico ambiental dentro del SA, es que este proyecto colectara las aguas sulfurosas que se vierten directamente al Río Atoyac, el cual se encuentra con un alto grado de contaminación. El agua captada será tratada para su potabilización y distribuida a la población, lo que permite su aprovechamiento y a su vez mejorará las condiciones de vida diaria a la población que se le suministrará este líquido.

Otro beneficio que se genera por la línea de conducción, es evitar las inundaciones que se generan en la calle 17 sur, debido a que el colector existente ya no es suficiente.

Con las medidas ambientales aplicar en el proyecto, se evitará un mayor impacto al sitio, el cual se encuentra completamente perturbado. Como es una infraestructura subterránea, no creara impacto visual, ni al paisaje.

El derribo de 18 árboles, será compensado por la reforestación que se aplique dentro del mismo Parque Metropolitano, donde se reforestará con especies de la región, para el incremento de masa forestal y sustitución de árboles maduros y de especies introducidas, así como los que se encuentran en mal estado sanitario, siendo principalmente eucaliptos. Y si existe vegetación se creará nuevos hábitats para la fauna de la zona.

Tabla 38. Escenario del proyecto.

| SISTEMA AMBIENTAL | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| Subsistema | Sin proyecto | Con proyecto |
| FISICO NATURAL | No se modifica el sistema ambiental | El impacto ambiental que se generará en el sitio será mínimo y se podrá mitigar. Al concluir la etapa de construcción de la línea. No modificará el sistema ambiental. Se incrementará el número de árboles, con las actividades de reforestación. |
| SOCIO | La emergencia de proyectos | Aumento de suministro de |

| | | |
|------------------|---|---|
| ECONOMICO | constructivos en los límites urbanos viene generando demandas de infraestructura, equipamiento y servicios urbanos, como es el caso de que existe una gran demanda por el suministro de agua potable a la población y crea problemas sociales por este recurso. | agua a colonias que escasea el vital líquido. |
| CULTURAL | Permanencia de edificaciones y sin alteración del Parque Metropolitano. | Tecnología aplicada para optimizar el servicio de agua. |

La tabla que antecede pronostica que el proyecto interactúa de manera adecuada con las demandas de servicios que existen a su alrededor, así mismo, su construcción y operación no afectarán de manera significativa al ambiente, considerando un desarrollo apegado a instrumentos de ordenamiento del territorio por parte de las autoridades.

VII.2 Programa de Vigilancia Ambiental

Aunque las estimaciones presentadas acerca de la caracterización y atributos de los impactos ambientales asociados al proyecto otorgan confianza por su bajo valor significativo, existe una lógica de incertidumbre inherente a todo estudio prospectivo y a la relación actividad-medio una vez iniciados los trabajos. Para controlar este espacio de indeterminación se propone la ejecución de un mecanismo de seguimiento o supervisión en campo [**Programa de Vigilancia Ambiental**] para confirmar el comportamiento previsto de las medidas preventivas y correctivas a los mencionados impactos ambientales.

Las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, que tienen por objeto evitar o reducir los impactos ambientales, que pudieran ocurrir en cualquier etapa de desarrollo de una obra o actividad. La gestión de estas medidas incluye la implementación o aplicación de cualquier política, estrategia, obra o acción tendiente a

eliminar o minimizar los impactos adversos, que pueden presentarse durante las diversas etapas de un proyecto (diseño, construcción, operación y terminación).

El Programa de Vigilancia Ambiental deberá estructurarse a manera de contemplar:

- Todas y cada una de las previsiones contenidas en el Manifestación de Impacto Ambiental y en el resolutivo emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, aunque podrán incluirse aquellas que el promovente considere de su interés en términos de la responsabilidad ambiental de terceros incorporados directa o indirectamente al proyecto.
- Grado de eficacia en aplicación de las medidas preventivas, de control y/o compensatorias.
- Medición de los impactos residuales comparados con los previstos en la Manifestación de impacto Ambiental.
- Caracterización y medida de otros impactos ambientales no previstos y de posterior aparición a la ejecución del proyecto.
- Respaldo fotográfico y/o documental del reporte periódico.

VII.3 Conclusiones

1. El presente proyecto consiste en la instalación y operación de una línea de conducción de agua sulfurosa en zona federal de la margen derecha del río Atoyac.
2. Su desarrollo no causará impactos ambientales significativos, siendo el impacto más relevante el derribo de 18 árboles los cuales se localizan sobre el trazo de la línea de conducción.
3. Su desarrollo representa infraestructura complementaria para el suministro de agua potable.

4. La trayectoria de esta tubería comprende el conectarse con tubería con las mismas características a cargo de operación de Concesiones Integrales, S.A. de C.V.
5. La duración del proceso constructivo se tiene proyectada a 3 meses a partir del inicio de los trabajos de preparación del sitio y hasta la entrega física de la obra y la vida útil de este proyecto se considera de 30 años.
6. Los impactos ambientales adversos identificados en la construcción del proyecto tienen instrumentos de gestión que permiten su control de manera que su presencia no habrá de superar los parámetros expresados en las normas oficiales mexicanas y las disposiciones reglamentarias vigentes.
7. Los beneficios económicos locales asociados a la etapa de construcción de este proyecto tienen su relevancia positiva en lo siguiente:
 - Creación de fuentes de empleo locales en especialidades de obra civil, plomería, soldadura, electricidad, mecánica e hidráulica.
 - Demanda de alimentos para los trabajadores del proyecto.
8. Los procesos de construcción de esta obra se encuentran en un contexto de desempeño ambiental aceptable y con instrumentos administrativos y normativos que permiten reducir los impactos ambientales generados por el proyecto.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Formatos de presentación

Se presentan 1 original (impreso) y 1 copias en CD.

VIII.1.1 Planos definitivos

Se integran los planos del predio en los anexos

VIII.1.2 Fotografías

VIII.1.3 Videos

VIII.1.4 Listas de flora y fauna

VIII.2 Otros anexos

VIII.3 Glosario de términos

Ambiente.-Es el espacio que nos rodea, donde se desarrolla la vida y que abarca también seres vivíos, objetos, agua, suelo, aire, las relacionadas entre ellos y los elementos tan intangibles como la cultura.

Biodiversidad.- La variabilidad de organismos vivíos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marítimos y acuáticos y complejos ecológicos de los que forman parte; y si mismo la diversidad entre las especies y los ecosistemas.

Conservación.- La acción de conservar la biodiversidad y los elementos ambientales con el propósito de permitir y asegurar la continuidad de los procesos evolutivos.

Contaminante.- Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Ecosistemas.- La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivíos entre si de estos con el ambiente, en un espacio y tiempos determinados.

Emisión.- Es la descarga directa o indirecta a la atmósfera o al medio ambiente de toda sustancia, en cualesquiera de sus estados físicos, químicos, biológicos o de energía.

Estudio de Impacto Ambiental.- El documento atreves el cual la Secretaria da a conocer, con base en estudios de investigación, el impacto ambiental, significado y potencial que genera o generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo, en caso que sea negativo.

Equilibrio Ecológico.- La relación de interdependencias entre los elementos naturales que conforman el ambiente y hacen posible la existencia, transformación y desarrollo del ser humano y demás seres vivos.

Impacto Ambiental.- La modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o la naturaleza.

Medidas de mitigación.- conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Medidas de compensación.- conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

Medida de prevención.- son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin.

Residuo.- Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo genero.

ANEXO. MÉTODOS PARA IDENTIFICACIÓN, PREDICCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMACTOS AMBIENTALES

BIBLIOGRAFÍA

Legislación ambiental

- Periódico Oficial del Estado de Puebla, 2016. Código Reglamentario para el Municipio de Puebla (COREMUN).
- Diario Oficial de la Federación. (DOF.19-06-2007). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicado 08 de octubre de 2003.
- Diario Oficial de la Federación. (DOF. 31-10-2014). Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Publicado el día 30 de noviembre de 2006
- Diario Oficial de la Federación. (30 diciembre 2010). NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Publicada el miércoles 6 de marzo del 2002.
- Periódico Oficial, Congreso del estado de Puebla. (PO.12-08-2016). Ley para la Protección del Ambiente Natural y Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla. Publicado 18 de septiembre de 2002.
- Periódico Oficial, Congreso del estado de Puebla. (PO.18-08-2008). Reglamento de la Ley para la Protección y gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo especial para el Estado de Puebla.
- Plan Municipal de Desarrollo de Puebla 2014-2018. Ayuntamiento de Puebla.
- Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable de Puebla. Carta Urbana del municipio de Puebla, 2007

Flora y Fauna

- Howell, S. N. G. & S. Webb. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern central America. Oxford University Press. Oxford, USA.
- Peterson, R.T y E. L. Chalif. 1994. Aves de México Guías de Campo. Segunda Edición. Editorial Diana. México D.F. 1-473 p.
- SEMARNAT. 2014. Inventario Estatal Forestal y de Suelo –Puebla, 2013. CONAFOR-INEGI.

- Rzedowski, J., 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México

Evaluación de impacto ambiental

- Braun y Blanquet. Citado en Mostacedo, B. y. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia.: BOLFOR. Ed. El País.
- Conesa Fernández – Victoria, V. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, 2º edición, 390 pp.
- Canter, L. W. 1999. Manual de Evaluación del Impacto Ambiental. 2ª. Edición. Edit. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- Fernández, C, V. 1995. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Mundi prensa. España.

Cartografía y Socioeconómico

- Atlas de Riesgo del Municipio de Puebla. (2012).
- Consejo Nacional de Población. 2010. Proyecciones de la población de los municipios, edad y sexo.
- Enciclopedia de los Municipios de México. 2010. Puebla. Centro Nacional de Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Puebla.
- Gobierno del Estado de Puebla. 2015. Los Municipios de Puebla. Secretaría de Gobernación. Puebla, Puebla.
- INEGI. 2010. Síntesis Geográfica, Nomenclátor y Anexo Cartográfico del estado de Puebla. Editorial Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. D.F. México.
- INEGI, XI y XII Censo de Población y Vivienda, 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010.
- INEGI, I y II Conteo de Población y Vivienda, 2005 y 2015.
- INEGI. 2010. Anuario Estadístico del Estado de Puebla.
- INEGI, Sistema para la Consulta de Información Censal (SCINCE), 2010.
- Secretaría de Gobernación. 2010. Centro Nacional de Desarrollo Municipal, Sistema Nacional de Información Municipal, disco compacto.

- INEGI. 2010. Síntesis Geográfica del Estado de Puebla. Hidrología subterránea
- Diccionario de Datos Edafológicos escala 1:250 000 (versión 2). Marzo 2009
- Atlas de Riesgo del Estado de Puebla. 2010. Gobierno del Estado de Puebla, FOPREDEN, Secretaría de Economía, SEPROCI, CGMINERÍA Y SGM.

Consulta Pública