MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

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

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 1
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 2
I.1 Nombre del Proyecto 2
I.2. Datos generales del promovente 2
I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental 2
I.4 Ubicación de proyecto 3
Ubicación física 3
I.5 Descripción específica de las obras y actividades, incluyendo obras complementarias 5
I.5.1 Información general del Proyecto 5
I.5.2 Inversión requerida 18
I.5.3 Duración estimada del proyecto (cronograma de trabajo) 19
I.6 Características del Proyecto 20
I.6.1 Requerimientos de energía e insumos 20
I.6.2 Generación de residuos 20
I.6.3 Superficies generales del Proyecto 29
Bibliografía 39

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

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Construcción del Puente "El Durazno", ubicado en la carretera Los Álamos - Alpatláhuac, localidad de Santa Cruz Alpuyeca, municipio de Cuautinchán, Estado de Puebla.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

Tabla 1. Datos generales del promovente

Concepto	Descripción
Nombre o razón social	
RFC	
Representante legal:	
Contacto:	

I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Tabla 2. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

Concepto	Descripción
Nombre o razón social:	
RFC:	
Nombre del responsable técnico del estudio de impacto ambiental:	
Contacto:	

Declaro bajo protesta de decir verdad que los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales (Artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental).

Nombre y firma electrónica digital del responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

_____

I.4 UBICACIÓN DE PROYECTO

Tabla 3. Ubicación del proyecto.

Concepto	Descripción
Entidad federativa	Puebla
Municipio	Cuautinchán
Calle y número, código postal y localidad, en caso aplicable.	Localidad de Santa Cruz Alpuyeca, Municipio de Cuautinchán, Puebla

Ubicación física

El proyecto se ubica en el municipio de Cuautinchán, en el estado de Puebla.

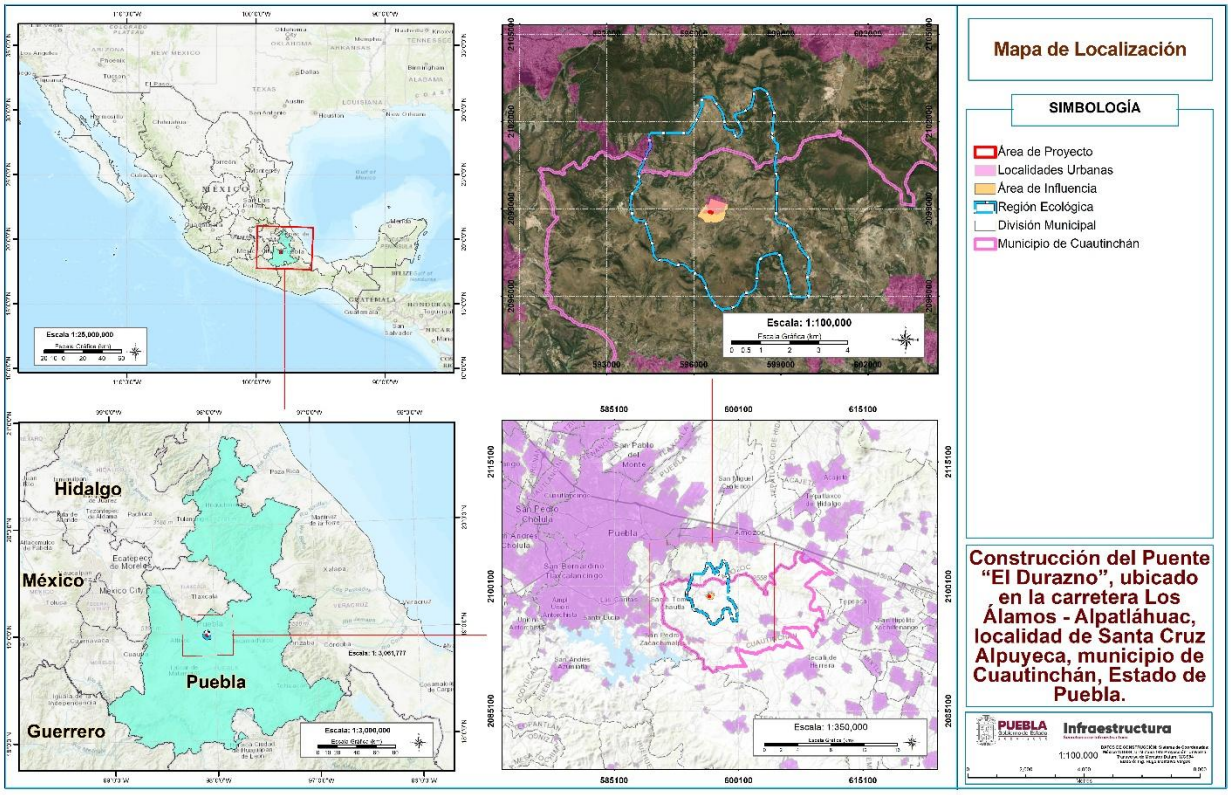


Imagen 1. Ubicación física del proyecto

Específicamente el puente se construirá en las siguientes coordenadas:

Tabla 4. Ubicación del puente

Vértices	UTM X	UTM Y
1	596545.8679	2098905.053
2	596545.185	2098901.833

Vértices	UTM X	UTM Y
3	596559.374	2098900.787
4	596559.5932	2098901.501
5	596560.7404	2098901.149
6	596560.6014	2098900.696
7	596579.0643	2098899.335
8	596581.4497	2098898.586
9	596580.9129	2098890.37
10	596594.7545	2098886.029
11	596604.3938	2098889.129
12	596605.3901	2098886.836
13	596608.6203	2098885.264
14	596608.8634	2098885.988
15	596610.001	2098885.606
16	596609.7083	2098884.734
17	596632.9724	2098873.412
18	596630.638	2098865.97
19	596589.1298	2098869.976
20	596586.7444	2098870.725
21	596587.2812	2098878.941
22	596573.4396	2098883.282
23	596563.8002	2098880.182
24	596562.804	2098882.475
25	596559.5613	2098883.934
26	596559.3497	2098883.289
27	596558.2095	2098883.663
28	596558.4608	2098884.429
29	596545.8745	2098890.089
30	596545.2551	2098887.924
31	596544.1013	2098888.254
32	596544.7687	2098890.587
33	596535.4592	2098894.774
34	596536.8296	2098902.449
35	596543.9772	2098901.922
36	596544.694	2098905.302

El desglose de coordenadas UTM de los polígonos que delimitan cada uno de los espacios que ocupará el puente se presentan a manera de Anexo digital carpeta Coordenadas (Coordenadas distribución área de proyecto) de esta Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Partícular.

I.5 DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES, INCLUYENDO OBRAS COMPLEMENTARIAS

I.5.1 Información general del Proyecto

Un puente vehicular es una obra de infraestructura que se construye para librar obstáculos naturales o artificiales con el fin de unir caminos, y así permitir la continuidad de la comunicación vial.

El presente proyecto se fundamenta con los artículos 28 fracción X y 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; así como por el artículo 5 inciso R) fracción I del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental que especifica que cualquier tipo de obra civil que se encuentre asentada en zonas federales deberá presentar una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular.

El proyecto que se presenta a evaluación consta de la construcción de un puente vehicular que permitirá librar el cruce con un escurrimiento de condición intermitente; considera esta obra asociada a la construcción de la carretera que va de los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac), en las Localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac) y Los Álamos; en los Municipios de Cuautinchán y Amozoc, en el Estado de Puebla, el cual se ubicará en el km 1+825.29 y tendrá una longitud aproximada de 100 metros incluyendo sus accesos (40 metros de cada acceso).

Objetivos y justificación

Objetivos

- Como estructura el principal objetivo de la construcción del puente es unir el trazo carretero en donde se interrumpe el paso por el cruce del escurrimiento intermitente y permitir la continuidad vial que requerirá la carretera, así como mantener el libre flujo del escurrimiento mencionado.
- En conjunto con la carretera, el proyecto (Puente El Durazno) adquiere mayor importancia al formar parte de una vialidad que está contemplada dentro de los proyectos que promueve el Gobierno del Estado de Puebla para el año fiscal 2026.

Justificación

Como se mencionó anteriormente el puente "El Durazno" adquiere importancia ya que formará parte de la carretera que va de los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac), en las Localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac) y los Álamos; en los Municipios de Cuautinchán y Amozoc, en el Estado de Puebla; pues se trata de una carretera que permitirá un rápido y fácil acceso en la región dedicada a la agricultura temporal de maíz y frijol, además de una vialidad de mayor seguridad para los habitantes de las localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, y Alpatláhuac, ya que la modernización de la carretera beneficiará a todas las personas que se mueven entre los municipios de Amozoc y Cuautinchán, y de manera directa a las comunidades por donde la carretera cruzará; ya que impulsará a la mejora de las actividades agrícolas, y ganaderas de la zona. Se tendrá como sinergia el desarrollo de un mejor nivel de servicio de transporte tanto comercial como para los traslados hacía sus zonas de empleo, siendo que se generarán ahorros en los costos de operación vehicular, así mismo, se disminuirá el tiempo de recorrido y se incrementará la seguridad de los usuarios, coadyuvando al desarrollo de la región que tiene un desarrollo básicamente agrícola como actividad económica principal.

El proyecto como ya se ha dicho formará parte de un camino que conectará la localidad de Álamos y Alpatláhuac, la cual cuenta ya con oficio resolutivo No. SMADSOT.SGTDU-0427/2026 de fecha 03 de junio de 2026. Ambientalmente la construcción del puente "El Durazno", no requiere la remoción de vegetación forestal, la situación actual de la ribera del escurrimiento en la superficie que se solicita (0.142701 hectáreas) para la cimentación de las pilas y los accesos del mismo, presenta cierto grado de perturbación en el que únicamente se encuentra vegetación de agricultura de temporal con elementos aislados de matorral xerófilo (Opuntias y Huizaches), dicha condición puede estar derivada de la creación de terrenos agrícolas y la construcción de viviendas cercanas a los mismos. En las riberas más allá de la superficie que requiere el proyecto se encuentra relictos de vegetación de bosque de encino y terrenos agrícolas en la región ecológica en la que se encuentra inmerso el proyecto, los cuales NO se afectarán por el desarrollo del mismo,

únicamente será afectada infraestructura urbana (Casas habitación) por el acceso del puente en su lindero Este del proyecto.

I.5.1.1 Preparación del sitio y construcción

Preparación del sitio

Limpieza. - Deberá limpiarse el lugar de escombros y vegetación para seguir con el trazo y nivelación del sitio, ya sea manual o con equipo mecánico evitando apoyar la cimentación en rellenos heterogéneos sueltos, con materia orgánica.

Armado. - Una vez concluida la limpieza de la zona se continuará con el armado del acero de refuerzo para la construcción de pilas, cabe mencionar que se realizará el armado como lo indiquen los planos estructurales. Una vez terminado de habilitar el acero de refuerzo es necesario revisar que los zunchos estén debidamente amarrados para evitar que se desprendan durante la maniobra del izaje.

Excavaciones. - La cimentación deberá desplantarse en estratos resistentes, para el proyecto en el estrato de fragmentos de roca empacados en limo.

Deberá tenerse mucha atención que durante la excavación profunda para la cimentación mediante pilas de concreto reforzado por ningún motivo se interrumpa la perforación debido a que pueden haber caídos o se sature de agua el barreno debido a la presencia del nivel freático.

Al concluir la perforación se tendrá que realizar limpieza total del barreno para evitar que se contamine el concreto de residuos que hayan quedado en el fondo del barreno.

Desmonte
Esta actividad consistirá en la remoción de la vegetación existente (Agricultura de temporal con individuos aislados de Matorral Xerófilo) en la superficie de afectación del proyecto, con el objetivo de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad (N-CTR-CAR-1-01-001/11).

Esta actividad comprende:

* Tala: Cortar árboles y arbustos
* Roza: Cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
* Desenraice: Sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
* Limpieza y disposición final: En caso de que el material vaya a ser aprovechado posteriormente en actividades de rehabilitación, almacenar para realizar composta para nutrir y proteger el suelo. En caso, de no utilizarlo se deberá transportar hasta el banco de desperdicios que indique la SCT.

El equipo que se utilice para el desmonte deberá ser el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, y se debe mantener en óptimas condiciones durante el tiempo que dure la obra. Los trabajos se realizarán evitando dañar vegetación fuera del área destinada para esta actividad.

Construcción

Pilas de Cimentación. - Previo a la construcción de las pilas de cimentación deberá definirse el nivel de la rasante del proyecto.

A continuación, se tendrán que seguir los siguientes pasos para el proceso constructivo de la perforación de las pilas:

1.- Primero se deberá de localizar topográficamente el sitio donde se construiría cada pila, posteriormente se instalará el equipo de perforación en uno de los puntos indicados por el ingeniero topógrafo.

2.- Una vez instalado el equipo de perforación en el lugar indicado se comenzara a realizar la excavación con broca de tipo espiral cónica, cabe mencionar que este tipo de herramienta se utiliza en suelos blandos y duros y así sucesivamente se llevara a cabo el mismo proceso de perforación hasta llegar a la profundidad como lo indique el proyecto, cabe mencionar que en caso de encontrar roca se deberá de cambiar el tipo

de broca por una broca de tipo bote de corona con cilindros abiertos que tienen en su borde inferior dientes de acero de alta resistencia o insertos de carburos de tungsteno, estos botes se emplean en suelos duros, boleos o rocas extrayendo el material cortado con un dispositivo cónico situado en el interior del bote, y así sucesivamente se tendrá que seguir el mismo procedimiento de perforación dependiendo de los materiales que vaya uno encontrando hasta llegar a la profundidad como lo indique el proyecto.

3.- La perforación no debe quedar abierta por más de doce horas, por ello, una vez terminada la perforación, se procederá a realizar la limpieza del fondo de la misma. Cabe mencionar que durante el proceso de perforación los fierreros tendrán que tener habilitado el armado del acero de refuerzo.

4.- Una vez que la perforación está limpia y sin material suelto en el fondo, se procede a la colocación o izaje del armado del acero de refuerzo en el interior del barreno en forma vertical. El recubrimiento se garantiza mediante la colocación de separadores de concreto en forma de roles, donas o piezas comerciales de PVC, cuyos ejes deberán ser los estribos o zunchos del armado. Introducido el armado, se deberá verificar su posición vertical y su sección transversal en forma circular.

5.- Instalado el acero de refuerzo se procede al colado de la pila, mismo que se efectúa mediante el uso de tubería tremie, la tubería debe de ser perfectamente hermética y lisa por dentro, acoplada en toda su longitud, a fin de facilitar el flujo continuo y uniforme del colado, y así evitar que dicha tubería se atore en el armado previamente instalado. Una vez instalada la tubería dentro de la perforación y antes de iniciar el colado, se coloca en el fondo de la tubería, un tapón deslizante o diablo (pelota de hule inflada), cuya función es evitar la segregación del concreto al iniciarse el colado. Al empezar el colado, el extremo inferior de la tubería deberá quedar arriba del fondo de la perforación una distancia no mayor del diámetro de la tubería para que permita la salida del tapón y del primer volumen de concreto. Durante el colado, el extremo inferior de la tubería se mantendrá embebido dentro del concreto fresco como mínimo 150 cm; además, la operación del colado deberá realizarse en forma continua para evitar taponamiento y juntas frías, llevándose para ello un registro continuo de los niveles reales de concreto alcanzados, especialmente en el momento de acortar la tubería.

El colado de la pila será hasta 40 cm por arriba del nivel de proyecto, con el fin de demoler posteriormente esta altura adicional de concreto contaminado o hasta encontrar el concreto sano y ligar el acero de refuerzo con el del cabezal, tal como lo indican los planos estructurales correspondientes. El colado se suspenderá en el momento en que se garantice que la superficie de concreto sano se encuentre al nivel superior de proyecto de la pila.

Cabe mencionar que se tendrá que seguir el mismo procedimiento constructivo para todas las pilas. Para cada pila, se llevará un registro con detalles relevantes durante la construcción, incluyendo por lo menos información relativa a lo siguiente:

Fabricación. - Se llevará un registro detallado de las pilas, que incluya la fecha de fabricación y visto bueno de la supervisión; las tolerancias de +- 5 cm con respecto a la longitud total de las pilas y de +- 1 cm en las dimensiones de la sección transversal y colocación del acero de refuerzo. El colado de tramos de pila se realizará a tope en un solo molde, numerando los tramos para garantizar su verticalidad durante el colado.

Control topográfico. - Es indispensable contar con un equipo topográfico para referenciar los ejes y niveles de colocación de las pilas antes y después del colado, es decir, los de proyecto y los reales.

Equipo de perforación. - Deberá utilizarse un equipo de perforación con la herramienta adecuada para garantizar la verticalidad del barreno, minimizar la alteración del suelo, boleo o roca adyacente a la excavación, obtener una perforación limpia y conservar las dimensiones del proyecto en toda la profundidad, evitando la sobre excavación lateral y vertical del terreno. A continuación, se presenta una relación de equipo de piloteadoras de perforación que más comúnmente se emplean en México para excavar pilas, queda a criterio de la constructora el equipo a utilizarse.

Una vez seleccionado el equipo de perforación se comenzará a realizar las excavaciones en los puntos indicados por el ingeniero topógrafo o como lo indique el proyecto.

Instalado el equipo de perforación en el lugar indicado se comenzara a realizar la excavación con broca de tipo espiral cónica, en caso de encontrar roca se deberá de cambiar el tipo de broca por una broca de tipo

bote de corona con cilindros abiertos que tienen en su borde inferior dientes de acero de alta resistencia o insertos de carburos de tungsteno y así sucesivamente se tendrá que seguir el mismo procedimiento de perforación dependiendo de los materiales que vaya uno encontrando hasta llegar a la profundidad como lo indique el proyecto.

Cabe mencionar que en caso de que no se detengan las paredes de la perforación con bentonita o polímero esta protección debe de ser con ademe metálico recuperable debido a la inestabilidad durante el proceso de la perforación.

Perforación. - La perforación, ejecutada con o sin ademe, se hará con los métodos constructivos que garanticen su verticalidad, que el suelo adyacente a la excavación no se altere mayormente y que se obtenga una cavidad limpia, que tenga y conserve las dimensiones especificadas en toda su profundidad, conforme a lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Perforación sin ademe. - En el caso de suelos firmes o compactos, sobre o bajo el nivel freático, que puedan mantener estables sus paredes en cortes verticales aun en presencia de agua y que no presenten derrumbes o socavaciones durante la perforación, ésta se podrá realizar sin ademe, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Se evitarán tiempos de construcción excesivos que puedan dar lugar al relajamiento de esfuerzos en el suelo, lo cual permitirá cierto desplazamiento del suelo hacia el pozo abierto, con la consiguiente disminución de la resistencia al corte y mal comportamiento posterior del pilote.

Perforación con ademe o lodos estabilizadores. - En el caso de suelos inestables que presenten problemas de derrumbes, ya sea por presencia del agua freática o por sus desfavorables propiedades mecánicas, la perforación se realizará utilizando ademes metálicos o lodos estabilizadores, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

Ademes metálicos.

Son tubos de diámetro acorde al de la perforación requerida para el pilote. El espesor de la pared del tubo estará en función de los esfuerzos debidos a su hincado y extracción. Su longitud dependerá de las condiciones particulares de cada obra.

a) Podrán hincarse a una profundidad somera para proteger el inicio de la perforación o bien en toda la longitud de la misma. El hincado del ademe puede hacerse por presión y rotación o efectuarse mediante el empleo de un martillo golpeador o un vibrohincador.

b) Los ademes metálicos empleados en la perforación de pilotes podrán ser recuperados extrayéndolos al finalizar el colado del pilote, o bien quedarán integrados a este último, según lo establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.

Ademes con lodo

a) A menos que el proyecto indique otra cosa, el lodo estabilizador consistirá en una mezcla de agua con bentonita, que tenga una densidad de uno coma cero dos (1,02) a uno coma cero cuatro (1,04) gramos por centímetro cúbico, una viscosidad plástica de uno (1) a dos coma cinco (2,5) centipascales segundo, un potencial de hidrógeno (pH) de siete (7) a diez (10) y no más de tres (3) por ciento de arena.

b) El lodo estabilizador sustituirá progresivamente el material extraído de la perforación, teniendo especial cuidado de mantener el nivel del lodo muy cercano al brocal, para garantizar que se aplique la máxima carga hidrostática sobre las paredes.

c) El lodo de perforación se podrá reutilizar como lodo estabilizador, siempre que se someta a un proceso que permita regenerar sus propiedades.

Apoyo de las pilas

El material suelto que se acumule en el fondo de la perforación se retirará en su totalidad empleando herramienta de limpieza adecuada (cuchara o air lift) para garantizar el apoyo adecuado de las pilas.

Acero de refuerzo

Una vez terminada la perforación y ademado el barreno se procederá de inmediato a la colocación del acero de refuerzo previamente habilitado con separadores para garantizar un recubrimiento libre mínimo de 5 cm. entre paños de estribos y perforación.

Colado del concreto

Inmediatamente después de instalar el armado se iniciará la colocación del concreto bajo agua o lodo polimérico, utilizando tubo tremie, manteniendo el extremo inferior del tubo embebido en el concreto fresco un mínimo de 1.50 m; el revenimiento del concreto será de 18 +- 3.5 cm.; por ningún motivo se interrumpirá la colocación del concreto hasta completar la pila en construcción. El colado se llevará hasta 40 cm. por arriba del nivel de desplante de cabezales, para eliminar el concreto contaminado y permitir la liga estructural de las pilas.

Pruebas de integridad física

Con el propósito de verificar la calidad de la construcción durante el colado de las primeras pilas se realizarán pruebas para comprobar las dimensiones y homogeneidad en toda la longitud de los elementos de cimentación; estas pruebas son indirectas y se basan en las características de propagación y reflexión de una onda en un medio heterogéneo.

Liga Estructural

Se excavará el área de cimentación hasta la profundidad de desplante de los cabezales; en el fondo se colocará una plantilla de concreto de f´c = 100 kg/cm2 y de 5 cm. de espesor, posteriormente se demolerá el concreto contaminado de la parte superior de la pila o se continuará con la construcción del cabezal, ligando los armados de las pilas a los dados de cimentación.

Zapatas de distribución

Deberá limpiarse el lugar de escombros y vegetación en caso de existir para seguir con el trazo y nivelación del sitio, evitando apoyar la zapata en rellenos heterogéneos sueltos con materia orgánica.

Deberá tenerse mucha atención que durante la excavación superficial para la cimentación no se tengan taludes expuestos por largos periodos de tiempo, para evitar que el material expuesto se intemperise por pérdida de contenido de agua.

Es recomendable colocar en el fondo de la excavación una plantilla de concreto pobre de f´c = 100 kg/cm2 con un espesor mínimo de 5.0 cm a fin de evitar el remoldeo del material de apoyo y evitar contaminar el acero de refuerzo, en la zapata de cimentación.

Se recomienda que los últimos 10 cm de la excavación donde se alojara la Zapata de cimentación se realicen con pico y pala, para evitar que el equipo mecánico rebase la profundidad recomendada de desplante y posteriormente se recurra a realizar rellenos aislados.

Si fuera el caso de que se rebase la profundidad de desplante, se procederá a realizar rellenos estructurados, con suelo-cemento a razón del 2% de cemento con respecto de su peso volumétrico seco suelto del material de relleno mejorado, preferentemente el suelo será una arena limosa (SM) y compactados al 95 % de su peso volumétrico seco máximo.

Si fuera el caso de que la excavación se inundara de agua de lluvia, filtraciones o se encontrase el nivel de aguas freáticas, se procederá a realizar en la esquina de la excavación unos cárcamos de bombeo para retirar el agua del lugar y poder trabajar la cimentación en seco.

Superestructura

Se empleará concreto de f'c = 250 Kg. /cm2, cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 6 a 8 cms. y agregado grueso con tamaño máximo de 2.5 cm. se vibrará al colarlo.

En caso de que el contratista requiera usar aditivo para el concreto, deberá justificar oportunamente la calidad y dosificación de estos productos, presentando al Residente pruebas satisfactorias de su empleo con los agregados y el cemento que vaya a emplear.

Los elementos de acero para el presfuerzo de las trabes estarán formados por torones, los cuales deberán ser fabricados a máquina.

Por ser requisito del proyecto ahogar el acero en el concreto, consecuentemente el acero no deberá estar galvanizado y será necesario que se proteja contra la oxidación o contra agentes exteriores hasta el momento de utilizarlo.

Para este proyecto se requieren las siguientes características en el acero de presfuerzo:

a) Esfuerzo de ruptura: Mínimo diez y nueve mil kilogramos entre centímetro cuadrado (19,000 kg/cm.2)

b) Esfuerzo en el límite de fluencia convencional: resistencia en dos decimos por ciento (0.2%) de deformación permanente, dieciséis mil kilogramos entre centímetro cuadrado (16,000 kg/cm.2)

c) Acero de presfuerzo de baja relajación con 3.5% de alargamiento máximo después de 1000 horas de ser aplicada una carga correspondiente al 80% del límite de ruptura siendo este no menor de 190 kg. /cm2.

Construcción

Los moldes para las trabes podrán ser de madera, metálicos o mixtos.

El contratista someterá a la consideración de la secretaria el proyecto de las formas, para su estudio y aprobación o modificación en su caso.

El Contratista quedará obligado a construir dichos moldes de acuerdo con los planos aprobados y en todo caso será responsable de la correcta construcción de los mismos.

Se observarán las normas de la S.C.T. inciso 3.01.02.026-F.34. Se tendrá especial cuidado en que los cables para presfuerzo queden colocados con toda precisión; la tolerancia máxima en cualquier dirección será de dos milímetros, para asegurar su debida correspondencia en todas las trabes de un mismo tramo.

Los moldes de las paredes de las trabes podrán removerse a las cuarenta y ocho (48) horas de terminado el colado.

Si para el montaje de la superestructura o de una parte de ella el Contratista pretende emplear obra falsa, deberá formular el proyecto de dicha obra falsa, de acuerdo con el inciso 3.01.02.026-F.33 de las Normas y deberá someterlo a la consideración de la secretaria para su estudio y aprobación o modificación en su caso. El Contratista será el único responsable de los resultados que se obtengan del uso de esta obra falsa.

Si el Contratista usare obra falsa, al cesar la función estructural de dicha obra falsa, la retirara totalmente, incluso los pilotes provisionales y bases de concreto o de mampostería o cualquier obstáculo que quedase en el cruce si a juicio de la secretaria es necesario.

El concreto deberá satisfacer en su elaboración, vibrado y curado, las prescripciones relativas del inciso 3.01.02.026 de las Normas.

El colado de cada trabe, así como el de la losa y diafragmas, será continuo, en una sola operación. Todo el concreto será vibrado interior o exteriormente o ambas formas según lo indique el proyecto.

Esta operación se hará en forma cuidadosa evitando cualquier desalojamiento de la posición correcta del refuerzo.

El Contratista deberá obtener, después de terminado el colado, superficies lisas sin vacíos ni poros.

Presfuerzo:

El contratista garantizara a la Secretaría que dispondrá de un técnico especializado en trabajos de concreto presforzado, que conozca el sistema que se pretenda usar, y vigile la fabricación de las trabes de concreto presforzado durante las fases fundamentales; fabricación de los cables, colocación de ellos en las formas y durante todos los procesos de tensado (calibración de los manómetros, comprobación de pérdidas por fricción y operación del propio tensado).

Dicho técnico deberá suministrar asesoría en relación con el uso del equipo para el prestuerzo y de la disposición y manejo de las instalaciones y material de manera de obtener en las operaciones resultados satisfactorios.

Si el Contratista propone usar cables con capacidades diferentes a las indicadas en el proyecto, deberá presentar su proposición, técnicamente justificada a la secretaria, para su estudio y aprobación o modificación en su caso.

Aplicación del presfuerzo: Cuando las pruebas en los cilindros de muestra indiquen que el concreto ha alcanzado la resistencia f'ci que se especifica en el proyecto, se hará la transferencia del presfuerzo.

Maniobras, transporte y montaje:

Las trabes se podrán colar según el proyecto, en un taller de fabricación o bien directamente en la obra.

En cualquier caso, las maniobras necesarias para el transporte o montaje de las trabes deberán someterse a la aprobación de la secretaria.

Si para el montaje se planea transportar una trabe sobre otras, que ya están colocadas en su lugar definitivo, previamente deberá comprobarse si los esfuerzos que se originarían en las trabes de apoyo, de acuerdo con el peso y las características de los elementos auxiliares para el transporte, son admisibles. Las trabes se transportarán invariablemente con el alma vertical y apoyándolas exclusivamente en la zona de sus extremos y sin acuñar, ni introducir apoyo intermedio alguno. Los cables o tirantes para izar las trabes, si se emplean, se conectarán únicamente a los extremos de estas, en los ganchos de izado. Durante el montaje de las trabes y durante el colado de la losa y de los diafragmas se tomarán todas las precauciones del caso, para evitar el pandeo.

Recomendaciones

1. - Cuando el concreto de las trabes haya adquirido la resistencia esperada se transferirá la fuerza de los torones.

2. - Transporte y montaje de las trabes a su posición definitiva sobre sus apoyos definitivos Para el montaje el peso total de la vía dispuesta se limita a 400kg/m y el peso del carro de transporte a 2000 kg.

3. - Construcción, en el lugar, de los diafragmas y de la losa previa colocación de las prelosas y juntas de dilatación.

4. - Construcción de guarniciones, parapetos y superficie de rodamiento.

5. - El paso se podrá abrir al tránsito cuando el concreto de cada una de las partes que lo integran, haya alcanzado la resistencia de proyecto.

Recomendaciones para losas y diafragmas:

La preparación de la obra falsa y de los moldes, la preparación y la colocación del refuerzo, la elaboración y el colado del concreto se sujetarán a lo establecido en capítulos correspondientes de las Normas de Construcción de la SCT

El empleo de adiciónantes o aditivos (acelerantes, fluidizantes y expansores), se justificará debidamente y requerirá autorización por escrito de la Secretaría, para lo cual se presentará la solicitud correspondiente con suficiente anticipación a fin de que los laboratorios puedan realizar las pruebas esos productos.

El colado de la losa y el de los diafragmas, se hará en una sola operación. El colado de las guarniciones podrá iniciarse 24 horas después del colado de la losa. El parapeto se colocará después de haber descimbrado la losa.

El descimbrado de la losa se podrá realizar cuando el concreto haya alcanzado una resistencia de 175 kg/cm2, pero no antes de 7 días posteriores a la fecha de colado.

Rampas de acceso y descenso

Estos elementos son los que propiamente nos permiten acceder al puente vehicular o descender del mismo, para formar estas rampas será necesario realizar los procedimientos que a continuación se describen.

Trazado y excavación del terreno

De acuerdo al proyecto se deberá realizar una excavación del terreno para poder llevar a cabo la construcción de la rampa, para ello es necesario delimitar la zona mediante trazos topográficos y proceder a realizar la excavación con retroexcavadora removiendo todo aquel material que no cumpla con los requerimientos de construcción del terraplén de acceso.

Rellenos y compactaciones

El paso siguiente es el de rellenar la zona para completar niveles. Los primeros rellenos serán acomodados con un "bandeo" de material para lograr que ocupe el material todos los espacios, y se coloca hasta llegar al nivel del terreno natural que se requiera.

A partir del nivel del terreno natural que se requiera, comenzarán los rellenos con material limo-arenoso (tepetate) compactado en capas no mayores de 20 centímetros al 90%, se continúa con los rellenos nuevamente hasta llegar al nivel de proyecto.

El material que se utilice para el relleno deberá ser de un banco de material comercial, que cuente con las autorizaciones respectivas en materia de explotación e impacto ambiental.

Terracerías

En las terracerías se contemplan corte y terraplenes en caja a todo lo largo y ancho del camino existente, para dar la sección especificada en el proyecto geométrico y la construcción de la capa subrasante, para lo cual se aplicará el procedimiento constructivo que a continuación se describe.

Se realizar en primera instancia un corte en caja en toda el área donde se construirán las terracerías, en todo el ancho y considerando una profundidad mínima de 0.55 mts, siendo esta la mínima necesaria retirar la capa de revestimiento y parte del terreno natural hasta la profundidad mínima indicada. Este material deberá ser retirado y almacenado, colocando dicho material desperdiciado en algún banco de tiro.

Una vez ya terminado el corte en caja; se escarificará en un espesor de 0.20 m., el terreno natural, posteriormente se procederá a incrementar humedad, homogenizará y se compactará al 90.0 %, respecto a su peso volumétrico seco máximo AASHTO, en un espesor mínimo de 0.20 m. Quedando listo el terreno natural para construir la capa subrasante.

Construcción de terraplenes

DEL KM. 1+323.68 AL KM. 1+860

DEL KM. 2+060 AL KM. 2+157

DEL KM. 8+430 AL KM. 8+850

Debido a la geometría del camino en algunos cadenamientos en específico se deberán construir terraplenes con la siguiente recomendación de procedimiento constructivo.

Posterior a la compactación del terreno natural la superficie estará lista para recibir las capas de terraplén, estas se construirán con material proveniente del banco "Santa Martha", se acamellonará, incrementará humedad, homogenizará y se compactará por medios mecánicos empleando el equipo adecuado para este trabajo el grado mínimo deberá ser del 95.0 % con respecto al Peso volumétrico Seco Máximo AASHTO.

El espesor compacto de las capas no deberá exceder de los 0.30 m, el número de capas dependerá de lo indicado en el proyecto geométrico de acuerdo al nivel de rasante.

Los terraplenes se construirán hasta la cota 0.55 m, esto con la finalidad de alojar la capa subrasante, base hidráulica y la carpeta asfáltica.

Construcción de capa estabilizadora

Del subtramo Km. 1+500 al Km. 1+800 se notó que anteriormente se encontraba una represa, por lo que es posible que exista presencia de algún escurrimiento a una profundidad mayor de la explorada. Por lo que en caso de que se requiera excavar o llegar a mayor profundidad de la explorada y se encuentre agua se recomienda realizar el siguiente proceso constructivo:

Se realizará un corte en caja en todo el largo ancho de la superficie que se requiera ocupar, este corte se hará en una profundidad mínima de 0.60 m, esto con la finalidad de colocar material de banco con las características de una capa de este material m. 0+000, del tramo en estudio.

Posterior a la construcción de la capa rompedora de permeabilidad se construirá la capa de terraplén hasta la cota de capa subrasante, esta se construirá con material de banco, eliminando los sobre tamaños mayores a 3" para que cumpla con las normas vigentes de construcción. Las capas del terraplén deberán tener un espesor máximo de 40.0 cms, compactos al 95.0 % de compactación respecto a su peso volumétrico seco máximo AASTHO.

Capa Subrasante

La capa subrasante se hará con material del banco señalado anteriormente, este material se acamellonará, se incrementará humedad mezclará tendera y compactará por medios mecánicos, hasta alcanzar el grado de compactación solicitado en proyecto 100.0 % min. Respecto a su PVSM AASHTO, estas capas deberán tener un espesor mínimo de 0.30 m. compactos, esta capa se deberán proporcionar el bombeo, sobrelevaciones y ancho de proyecto.

Base Hidráulica

Como se indicó en el procedimiento constructivo, el espesor de la capa será de 0.20 mts compactos, el porcentaje de compactación, será del 100% del peso volumétrico seco máximo AASHTO estándar y la procedencia del material, será del banco ¨CHILTEPEQUE¨, ubicado a 9700 metros atrás del Km. 0+000, del tramo en estudio.

Riego de Impregnación

Sobre la superficie de la base hidráulica, debidamente terminada, humedecida y barrida, se aplicará un riego de impregnación con emulsión asfáltica ECI-45 catiónica, en cantidad de 1.5 lt/m^2 mínimo o dependiendo de la textura de la superficie a impregnar, los requisitos de calidad de la emulsión serán las del fabricante y las proporcionará la empresa, así como los procedimientos para la verificación de su calidad.

Riego De Liga

Sobre la superficie de la base hidráulica impregnada y barrida, se aplicará un riego de liga con emulsión asfáltica ECR-65 de rompimiento rápido en cantidad de 0.8 lt/m^2 mínimo, los requisitos de calidad de la

emulsión serán las del fabricante y las proporcionará la empresa, así como los procedimientos para la verificación de su calidad, este riego se ejecutará de acuerdo con la norma N.CTR.CAR.1.04.005, riego de liga, la cual debe complementarse en lo que corresponda con las siguientes:

Carpeta Asfáltica

Una vez que el riego de impregnación haya fraguado y antes de que la superficie de la base hidráulica se deteriore, se procederá a construir una carpeta asfáltica, utilizando el concreto asfáltico, tendrá un espesor compacto de 0.05 m al 100 % de su P.V.MAX.

El concreto asfáltico deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

Como se indicó en el procedimiento constructivo, el espesor de la capa será de 0.05 mts. compactos, el porcentaje de compactación, será del 100.0 % del peso volumétrico obtenido por el método Marshall, tamaño nominal de 19.0 mm.

Guarnición y parapetos

Sobre la superficie de rodamiento lista se colará la guarnición, antes se deberá revisar que se hayan dejado colocadas dentro del armado estructural placas de acero ancladas con varillas y estribos, las cuales, servirán posteriormente para soldar el parapeto de protección y señalamientos.

Se colocarán y nivelarán los anclajes para las pilastras del parapeto. Cimbrar y colar con concreto F'c= 250 kg/cm^2.

Una vez que el concreto de las guarniciones tenga la resistencia de proyecto, se colocarán las pilastras y los tubos de los parapetos. Después de colocado todo el parapeto, se le aplicará una capa de pintura anticorrosiva y otra capa final de pintura de aceite color amarillo semáforo.

Defensa metálica y guarnición

En los hombros de los accesos Este y Oeste se colocarán los postes metálicos. Después se armarán, cimbraran y colaran las guarniciones con concreto F'c= 250 kg/cm^2. Y se colocarán las defensas de lámina de acero.

Lavaderos en terraplenes de acceso

Son canales que se construirán en los taludes de los terraplenes de acceso al puente. Servirán para conducir y descargar el agua recolectada por los accesos a través del bombeo y conducidas por los bordillos a lugares donde no causen daño a la estructura del pavimento. Serán de concreto hidráulico. Los materiales que se utilicen en la construcción deberán cumplir con lo establecido en las Normas aplicables salvo que el proyecto geométrico indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

Señalamiento vertical y horizontal

El señalamiento horizontal consistirá en:

- Aplicación de pintura de tráfico color blanca en líneas discontinuas M-2.3 (raya separadora de carriles) de 15 centímetros de ancho, incluye microesfera de vidrio.
- Aplicación de pintura de tráfico color blanco en líneas discontinuas M-3.2 (raya en la orilla derecha) de 15 centímetros de ancho, incluye microesfera de vidrio.
- Aplicación de pintura de tráfico color amarillo en líneas continuas M-3.3 (raya en la orilla izquierda) de 15 centímetros de ancho, incluye microesfera de vidrio.
- Colocación de vialetas STIMSONITE o equivalente en superficie de rodadura de 10x10 cm con un (1) reflejante de cara al tránsito, incluye: pegamento epóxico A y B.
  - Color blanco D.H.-1.9
  - Color blanco D.H.-1.13
  - Color amarillo D.H.-1.14

Se colocará una señal vertical baja (SIG-8 de 239x40 cm "Nombre del Puente"), incluirá la colocación de señal, poste(s), tornillería, excavación y concreto F'c=100 kg/cm² para su cimentación.

I.5.1.2 Operación y mantenimiento

La operación del Puente "El Durazno" se dará de manera conjunta con la carretera que va de los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac), en las Localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac) y Los Álamos; en los Municipios de Cuautinchán y Amozoc, en el Estado de Puebla, pues esta estructura es una obra asociada al camino, que da continuidad al trazo para librar el paso por el escurrimiento intermitente. Por lo tanto, la operación será una actividad continua, que se llevará a cabo por los usuarios del camino.

Mantenimiento

El puente estará sometido a evaluaciones periódicas sobre su funcionamiento y condiciones, de tal manera que la SCT determinará en base a las inspecciones que realice, cuando sea necesario implementar acciones normativas, preventivas o ejecutivas. Definiendo el tipo y periodo de conservación que debe aplicarse.

1. Conservación Rutinaria
2. Conservación Periódica (reparación)
3. Reconstrucción o Reforzamiento

Los trabajos de conservación rutinaria se realizarán cuando la estructura haya sido evaluada en el Grado "C" (nivel 4-5) de acuerdo a los reportes de inspección; y en complemento de la conservación periódica y reforzamiento si así lo amerita.

La conservación periódica (reparación) se realizará cuando se presenten deterioros que todavía no tienen carácter estructural (como la aplicación de pintura a elementos metálicos que aún no presentan corrosión), también se atenderán daños con carácter estructural y se limitaran a recuperar la capacidad original del proyecto (por ejemplo, la reparación de grietas); por lo general, los puentes calificados en el Grado "B" (nivel 2-3) son a las que se aplica este tipo de conservación.

Los trabajos de reconstrucción o reforzamiento, se realizan generalmente a puentes que son calificados en el Grado "A" (nivel 0-1), la reconstrucción ocurre cuando es poco factible reforzarla o repararla y puede darse la reconstrucción total o parcial de la estructura.

Tabla 5. Correlación de la conservación con el nivel de condición

Conservación	Periodo	Nivel de condición
Rutinario	Cada año	Grado C (4-5)
Periódica (reparación)	Periodos establecidos por la dependencia encargada	Grado B (2-3)
Reconstrucción o reforzamiento	Cuando el daño se presente y la dependencia encargada lo indique	Grado A (0-1)

Etapa de abandono del sitio

En esta etapa se considera el retiro de las obras provisionales del proyecto. El contratista deberá retirar cualquier construcción provisional y trasladar los residuos generados por desmantelamiento de las obras a un lugar de disposición final, señalado por el supervisor y SCT, y autorizado por el municipio.

El sitio de obras provisionales deberá quedar totalmente limpio de basura, papeles, trozos de madera, etc. Se procederá a escarificar el suelo y readecuarlo a la morfología existente del área, en lo posible a su estado inicial.

I.5.1.3 Obras temporales previstas

Se entiende por obras provisionales a todas aquellas que el contratista debe diseñar, construir, instalar y retirar, y que son necesarias para la construcción del proyecto.

Cercano al sitio del proyecto se encuentran terrenos sin vegetación natural, dedicados a la agricultura de temporal o como pastizales inducidos, los cuales podrían rentarse para usarlos en la colocación de obras provisionales.

En el Capítulo IV en el apartado de las medidas de mitigación se presentan las recomendaciones necesarias para la colocación de las obras provisionales, así como para el manejo y almacenamiento de residuos peligrosos y no peligrosos (RSU y RME) generados en la obra.

En los párrafos siguientes se presenta una descripción general de las obras provisionales que posiblemente requerirá el proyecto; las especificaciones particulares de construcción de cada una de estas obras quedarán a cargo de la empresa constructora correspondiente.

Almacén o bodega

Consiste en un cuarto comúnmente construido con láminas de aluminio sostenidas sobre una estructura de madera (polines). Las dimensiones estarán en función de la cantidad de materiales a emplear en la obra.

En este lugar se guardarán los insumos y el equipo como son las siguientes: Herramienta menor, combustibles, aceites, lubricantes, aditivos, accesorios y material de poco volumen (clavos, alambre). Además de que también se podrán guardar los repuestos del equipo de seguridad de los trabajadores (cascos, chalecos, googles, guantes, etc.).

Para proteger el suelo donde se ubica la bodega de posibles derrames de sustancias nocivas se deberá de impermeabilizar (colocando un polímero resistente que no permita infiltraciones al suelo). La impermeabilización deberá de estar ubicada en toda el área donde se encuentre la bodega y hasta 3 metros de distancia de la periferia de la misma. La bodega deberá ser retirada al finalizar la construcción del puente y se deberá limpiar el área.

En el caso de los combustibles y residuos se considerará lo siguiente:

* Instalaciones adecuadas para el almacenamiento de sustancias peligrosas, las cuales estarán señalizadas, alejadas de cuerpos de agua y zonas con vegetación al menos a 100 metros de distancia, así como, con sistemas de contención para cualquier derrame.
* Se contará con las hojas de seguridad de cada sustancia almacenada y se considerará lo que determina la NOM-018-STPS-2015, donde se requiere que existan inventarios actualizados de todas las sustancias y mezclas peligrosas que se utilizan.

El inventario debe de contener:

- La identificación de la SQP
- Nombre comercial y sinónimos
- No. CAS (Chemical Abstracts Service)
- Fórmula química
- Cantidad nominal
- Fabricante
- Ubicación del producto
- La identificación de peligros y riesgos (Con base a Sistemas armonizado de identificación y comunicación de los mismos)

Todos los contenedores de combustibles, aceites, lubricantes y aditivos de pintura presentarán la identificación adecuada de peligro y riesgo de la sustancia y deberán contemplar condiciones de seguridad e higiene establecidas en la NOM-005-STPS-1998.

Taller

Es un área donde se reparará la maquinaria de manera emergente que labora durante la obra. La superficie en la que se puede ubicar un taller puede variar, pero en promedio puede ser de 50 m^2. Para proteger el suelo donde se ubicará el taller de posibles derrames de sustancias nocivas (aceite, diésel), se deberá impermeabilizar el suelo (colocando un polímero resistente que no permita infiltraciones al suelo).

Este taller provisional deberá de ser removido al finalizar la construcción del puente.

Patio de maquinaria (estacionamiento)

Será un sitio habilitado para estacionar la maquinaria, al término de la jornada de trabajo diaria. Se deberá utilizar la misma área destinada para el taller.

Campamento (oficina, dormitorios y comedor)

El campamento de ser requerido es otra de las obras provisionales que requerirán principalmente personal como residentes, arquitectos y supervisores. Es muy probable que el campamento se establezca a través de la renta de alguna casa en Santa Cruz Alpuyeca, donde se podrán emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente a los requerimientos especificados. El contratista deberá efectuar todos los pagos por la prestación de los servicios de luz, agua, alimentación, etc., que se requieran.

Instalaciones sanitarias

Debido a que existe un camino, se facilita el transporte de los servicios sanitarios portátiles, recomendándose instalar servicios sanitarios en los frentes de trabajo en cantidad suficiente, para cubrir la demanda del personal que labore en la obra (1 sanitario por cada 12 trabajadores). Estas instalaciones podrán ser portátiles o semi-portátiles. La recolección de los residuos generados por este servicio quedará a cargo de la empresa que prestará el servicio de los sanitarios portátiles, así como, su mantenimiento mientras dure la construcción.

Cualquier impacto negativo ocasionado por el mal manejo durante el retiro de los sanitarios portátiles deberá ser mitigado por la empresa encargada de prestar el servicio de renta de sanitarios.

Caminos de acceso

Para la construcción de puente vehicular **NO** se requiere de la apertura de un camino nuevo, ya que se considera una obra asociada a la construcción de la carretera: Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac), en las Localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac) y Los Álamos; en los Municipios de Cuautinchán y Amozoc, en el Estado de Puebla.

I.5.1.4 Indicar los tipos de obras o actividades del Proyecto conforme al artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Última Reforma DOF 19-01-2026

Artículo 5o.- Son facultades de la Federación:

fracciones

X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes;

XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.

El proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental especificado el artículo 28 de la misma ley en comento. La ejecución del proyecto se desarrollará en apego a las y determinaciones que emitan la autoridad en la resolución ambiental priorizando el aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, de la biodiversidad, de la fauna y demás recursos naturales.

Artículo 28.

Cada actividad que conforma el proyecto se sujeta al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y respeta los límites ambientales para evitar desequilibrios o reducir los impactos ambientales negativos que se puedan producir; especificando que los trabajos propuestos tienen como objeto final crear una infraestructura en zona federal de un escurrimiento superficial.

Vinculación con la LGEEPA:

De acuerdo con sus características, naturaleza y alcance, las obras y actividades que integran el presente proyecto se encuentran sujetas a regulación en materia de impacto ambiental por parte del Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

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

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

Incisos:

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

Articulo 5

El proyecto deberá contar con la autorización de SEMARNAT en materia de evaluación en impacto ambiental y ante CONAGUA el Permiso de obras de infraestructura hidráulica (Clave CNA-02-002) y la Concesión de ocupación de terreno federal (Clave CNA-01-006),

Lo anterior debido a que se construirá obra civil "puente" en la zona federal de un escurrimiento de agua

I.5.2 Inversión requerida

El presupuesto estimado para la ejecución del proyecto es de $10,962,582.42 (Diez millones novecientos sesenta y dos mil quinientos ochenta y dos pesos 42/100 M.N., incluye IVA). El origen del recurso es Estatal.

Por tratarse de una obra asociada a una carretera no se contempla la colocación de casetas para el cobro de servicios, por lo que, la operación del Puente no generara ingresos ni la recuperación del capital invertido, el beneficio económico y social es esencialmente para los habitantes de la región.

CONSTRUCCIÓN DE PUENTE VEHICULAR EL DURAZNO			
PARTIDA			IMPORTE
PRELIMINARES		$	276,498.78
PILOTES		$	1,973,156.11
ESTRIBOS		$	2,865,204.27
TRABE TIPO III		$	850,295.55
LOSA, DIAFRAGMA Y GUARNICION		$	333,554.32
LOSAS DE ACCESO		$	208,626.48
GUARNICIÓN, PARAPETO Y BANQUETA		$	519,350.09
TERRACERIAS		$	719,215.21
SUBTOTAL:		$	7,745,900.81
INDIRECTOS:	12.25%	$	948,872.85
SUBTOTAL:		$	8,694,773.66
FINANCIAMIENTO	0.500%	$	43,473.87
SUBTOTAL:		$	8,738,247.53
UTILIDAD:	8.151%	$	712,254.56
SUBTOTAL:		$	9,450,502.09
IVA	16.000%	$	1,512,080.33
TOTAL		$	10,962,582.42

Página 1

Imagen 2. Desglose por concepto para la construcción del Puente El Durazno.

Concepto	Monto ($)
Costo de inversión del proyecto	10,962,582.42
Costo de medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración	900,000
Total	**11,862,582.42**

I.5.3 Duración estimada del proyecto (cronograma de trabajo)

Para la calendarización de la construcción del puente, se estima un tiempo aproximado de 3 meses, en el cual, se construirá el puente y se conformarán y pavimentarán los accesos al mismo. La cimentación se tiene contemplada realizarla en temporada de estiaje para generar los menores impactos posibles al escurrimiento intermitente.

Concepto	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Preeliminares												
Pilotes												
Estribos												
Trabes tipo III												
Losa, Diafragma y guarnición												
Losas de acceso												

Concepto	Mes 1			Mes 2					Mes 3			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12
Guarnición, parapeto y banqueta												
Terracerías												

I.6 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

I.6.1 Requerimientos de energía e insumos

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Consumo de energía eléctrica	No se requerirá, en dado caso solo si se contemplan campamentos, los cuales se recomienda o sugiere que sea adquirida mejor la renta de una vivienda para el alojamiento de residentes, supervisores y arquitectos encargados de la obra civil. Para el caso de uso de herramienta menor como cortadoras de mano se contemplará en el sitio donde se tendrán los almacenes el resguardo de una planta eléctrica o en su caso la toma de energía a través de tableros eléctricos instalados para el uso exclusivo de las actividades de la obra. Cualquier instalación de toma será gestionada a través de la CFE.	-----
Consumo de agua	Se considera el uso de garrafones de agua de 20 lts (40 a la semana) Se consideran 2 pipas de 10,000 litros a la semana.	-----
Aprovechamiento de otros recursos	------	-----

I.6.2 Generación de residuos

Algunas de las actividades necesarias para ejecutar la construcción del proyecto generarán residuos, para los cuales, la empresa constructora a cargo se encargará del manejo y disposición final. En la siguiente tabla se enlistan los residuos peligrosos y no peligrosos que probablemente se producirán.

Residuos en la etapa de preparación del sitio y construcción

Algunas de las actividades necesarias para ejecutar la construcción del proyecto generarán residuos, para los cuales, la empresa constructora a cargo se encargará del manejo y disposición final. En la siguiente tabla se enlistan los residuos peligrosos y no peligrosos que probablemente se producirán.

Tabla 6. Residuos potencialmente a generarse

Punto de generación	Tipo de residuos	Clasificación del residuo	Manejo y disposición final de los residuos
DESMONTE	Residuos de tipo vegetal (*ramas, hojarasca*)	Residuos Sólidos Orgánicos No Peligrosos	Para reutilizar los residuos vegetales se recolectará y se reducirá el tamaño de las ramas grandes, para proceder a realizar una composta o almacenar y confinar para reutilizarlo en la revegetación o disponerlo en áreas inertes cercanas al proyecto, con el fin de obtener un mejor desarrollo del suelo fértil.
EXCAVACIÓN Y PERFORACIÓN	Material inerte (suelo, residuos de rocas)	Residuos de manejo especial No Peligrosos	Los residuos de manejo especial que no se utilice en los terraplenes, deberá enviarse fuera del área de la obra, para ser destinados a los sitios que designen las autoridades competentes (SCT y municipio).
CIMENTACIÓN, SUBESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA	Pedazos de varilla de acero, trozos de madera, bolsas de plástico y papel, cartones, clavos y alambre, etc.	Residuos Sólidos No peligrosos	Estos residuos se tendrán que recolectar y seleccionar, separando los que se puedan reutilizar, y guardarlos bajo techo, para posteriormente entregarlos a empresas recicladoras. Los residuos que no se puedan reciclar, deberán ser dispuestos en lugares designados por la autoridad municipal.
TERRAPLENES DE ACCESO AL PUENTE	Polvo	Emisiones de partículas No peligrosas	Humedecer el material de construcción de terraplenes para evitar la formación de grandes cantidades de polvo.
SEÑALAMIENTO	Residuos de pintura y solventes	Residuos Líquidos Inorgánicos Peligrosos	Deben ser tratados como residuos peligrosos y ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a una empresa autorizada.
CAMPAMENTO	Restos de alimentos en general, papeles y cartones	Residuos Sólidos Orgánicos No Peligrosos	Sitio autorizado por el municipio para la disposición final de los residuos urbanos (tiradero) o ser entregados al servicio de limpia del municipio.
	Vidrios, Plásticos y Latas, Unicel	Residuos Sólidos Inorgánicos No peligrosos	
	Agua Residual	Residuos Líquidos Orgánicos No peligrosos	Servicios sanitarios portátiles con fosa anaeróbica. Las descargas de los servicios sanitarios tendrán que realizarse en un sitio autorizado por el municipio.
MAQUINARIA	Emisiones a la atmósfera PTS Bióxido de Azufre (SO_2) Monóxido de Carbono (CO) Óxidos de Nitrógeno (NOx) Ozono (O_3) Hidrocarburos	Emisiones atmosféricas No peligrosas	Para el control de emisiones se necesitarán afinaciones y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses.
	Estopas y cartones impregnados de aceite, grasa o algún otro material combustible Botes vacíos de aceite, de grasas, de combustible, de	Residuos Sólidos Peligrosos	Todos estos residuos se colocarán en contenedores con tapa y bajo techo y se procederá a entregar mediante Manifiesto Generador de Residuos Peligrosos, a la empresa transportista y de disposición final; verificando que esta empresa cuente con las autorizaciones respectivas.

Punto de generación	Tipo de residuos	Clasificación del residuo	Manejo y disposición final de los residuos
	solventes y pintura, piezas inservibles de la maquinaria		
	Aceites Usados	Residuos Líquidos Peligrosos	Estos residuos deberán ser almacenados en contenedores que no permitan su contacto con el ambiente, al final de la construcción del puente deberán ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas encargadas de recolectarlos.

El contratista debe tener en cuenta que todos los residuos sólidos y líquidos que por sus propiedades físicas, químicas y biológicas cuenten con las características de peligrosidad que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, deberán ser manejados de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de La Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Residuos en la etapa de operación y mantenimiento del puente

En esta etapa se consideraron dos actividades fundamentales:

- **Tránsito vehicular diario**
- **Mantenimiento**

Durante la operación se estudiaron los impactos que producen la circulación vehicular, tales como contaminación del aire y basura que arrojan en la cercanía del puente, entre otros.

El personal que laborará en el mantenimiento generará basura (residuos no peligrosos), por lo tanto, será necesaria la recolección en contenedores y proceder a clasificarlos en materiales reciclables (cartón, vidrio y plástico), para que se guarden en contenedores o bolsas de plástico, bajo techo para entregarla a empresas recicladoras.

El equipo de construcción para el mantenimiento generará emisiones a la atmósfera de: PTS, bióxido de azufre, óxido de carbono, óxidos de nitrógeno e hidrocarburos, para controlar las emisiones se necesitará emplear equipos afinados.

Los materiales o contenedores impregnados de aceite, así como cartones de grasa, mangueras y llantas se colocarán en los contenedores con tapa y bajo techo para entregar mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a la empresa responsable.

Concepto		Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)	Operación (cantidad y unidades)
Generación de residuos	Sólidos urbanos	120 kilos a la semana	----
	Manejo especial	≤ 400 kilogramos	----
	Peligrosos	≤ 400 kilogramos	----
Descargas de agua residual y/o de proceso, indicando el cuerpo receptor y la ubicación del sitio específico de descarga, georreferenciado en UTM, Datum WGS84		No se tendrá se colocarán sanitarios portátiles (1 por cada 12 trabajadores que se encuentren en obra)	
Otros en su caso (especificar)			

Generará gases efecto invernadero, como es el caso de CO2, CH4, N2O, CFC, O3, entre otros.

Las fuentes móviles que operan en la construcción incluyen vehículos pesados utilizados en las operaciones de excavación, compactación y camiones de transporte de material principalmente. Las emisiones de estas

fuentes dependen del combustible y las condiciones del equipo, y aun cuando estas pueden ser relativamente pequeñas, la cantidad de emisiones a nivel global constituye una gran preocupación.

La maquinaria que se utiliza para la construcción en México en su mayoría utiliza diésel como combustible y generan los siguientes contaminantes:

* **Material particulado (MP)**

Representa una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. Este contaminante se divide en 4 categorías dependiendo del tamaño de las partículas.

1. MP10, partículas tienen un diámetro aerodinámico menor que 10 [mm].
2. MP2,5 partículas finas que tienen un diámetro menor que 2,5 [mm], representan alrededor de 97% del MP10.
3. Partículas ultra finas que tengan un diámetro menor que 0,1 [mm] o 100 [nm].
4. Nano partículas, las cuales son caracterizadas por diámetros menores que 50 [nm].

El principal contribuyente de las emisiones de material particulado, expresado como MP10, es el parque automotor diésel. En este tipo de motores, las partículas se forman debido a la creación de zonas de baja temperatura o de baja disponibilidad de oxígeno en el frente de llama durante la combustión. La calidad de la combustión depende, principalmente, de las características de la inyección del combustible, de las características de mezclado combustible-aire, y de la presencia de combustible y aceite lubricante en las paredes de la cámara de combustión y en los asientos de las válvulas de aire.

Hoy en día, la tecnología ha logrado disminuir los factores de emisión en más de un 80% con respecto a los niveles en 1990. Los principales cambios introducidos han sido el mejoramiento de la inyección de combustible hacia mayores presiones, el rediseño de la cámara de combustión para mayor turbulencia, el turbo cargador con enfriamiento para aire, tiempos de inyección flexibles, introducción de dos válvulas, entre otros. Un vehículo diésel puede incluso emitir menores concentraciones en números de partículas que uno de gasolina o GLP, si este está equipado con una trampa o filtro de partículas (Andersson, 1998-2001).

Cuando se habla del cambio climático y de sus causas, lo más frecuente es dirigir nuestra atención hacia los gases de efecto invernadero (CO_2, $CFC's$, CH_4, N_2O). A menudo se olvida que, además de estas emisiones, existen otros fenómenos de origen antropogénico que juegan un factor decisivo. Entre ellos, destacamos los llamados Contaminantes Climáticos de Vida Corta, esto significa que su permanencia en la atmósfera es relativamente corta, entre los que se encuentra el Black Carbon.

El Black Carbon representa el 80% de las MP2,5 y se compone principalmente de partículas sólidas generadas por la combustión incompleta de combustibles fósiles, principalmente diésel.

* **NOx**

Los óxidos de nitrógeno (NOx), los cuales son un conjunto de óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO_2), son contaminantes primarios de mucha trascendencia en los problemas de contaminación.

El emitido en más cantidad es el monóxido de nitrógeno (NO), pero sufre una rápida oxidación a dióxido de nitrógeno (NO_2), siendo este el que predomina en la atmosfera.

Los óxidos de nitrógeno (NOx) tienen una vida corta y se oxidan rápidamente a nitrato (NO_3) en forma de aerosol o ácido nítrico (HNO_3).

Tienen una gran trascendencia en la formación de smog fotoquímico, del nitrato de peroxiacetilo (PAN) e influye en las reacciones de formación y destrucción de ozono, tanto troposférico como estratosférico, así como en el fenómeno de la lluvia ácida.

En grandes concentraciones produce daños a la salud y a las plantas, además corroe tejidos y materiales diversos.

* **CO**

El monóxido de carbono es el contaminante del aire más abundante en la capa inferior de la atmósfera sobre todo en el entorno de las grandes ciudades. Es un gas incoloro, inodoro e insípido, muy ligero insoluble en agua. Es inflamable y se caracteriza por su gran capacidad de dispersión.

La formación del monóxido de carbono (CO) es generalmente el resultado de la combustión incompleta del carbono en el interior del motor, y es el contaminante emitido en mayor cantidad a la atmosfera (después de CO_2) por causas no naturales debido a que la actividad humana lo genera en grandes cantidades.

Los efectos que se relacionan a la presencia de CO a nivel local se producen, debido a que, es un gas tóxico y la exposición del ser humano en grandes concentraciones puede producirle la muerte. Estos efectos son debido a que al combinarse con la hemoglobina de la sangre disminuye su capacidad de ejercer su función normal de transporte de oxígeno.

* **CO_2**

El dióxido de carbono (CO_2) (también llamado anhídrido carbónico) es un gas cuyas moléculas están compuestas por dos átomos de oxígeno y uno de carbono. Es un gas de efecto invernadero, provocado principalmente por la actividad industrial, el cual actúa de manera similar a un techo de vidrio de un invernadero, atrapando el calor y recalentando el planeta.

En el siguiente apartado se realiza la estimación aproximada de emisiones de efecto invernadero que probablemente generara el uso de maquinaria que se empleara en la construcción del puente.

Para elaborar la estimación total de contaminantes en la etapa de preparación del sitio y construcción, primero es necesario caracterizar la maquinaria. Las emisiones de CO, NOx y MP dependen de la potencia del motor, la antigüedad del equipo y las horas de uso de esta. Para el CO_2 el cálculo se realizó con el consumo de combustible de las maquinarias y las variables mencionadas anteriormente, exceptuando la antigüedad.

Maquinaria

Las maquinas descritas en este apartado serán aquellas que comúnmente son utilizadas en los proyectos de construcción de puentes, las cuales son de varios tipos, potencias y tamaños del motor. La información referida a estos equipos fue extraída de la fuente Ritchiespecs 2007-2017.

Se emplea el término "maquinaria fuera de ruta" que se define como cualquier máquina móvil, equipo industrial portátil o vehículo con o sin carrocería, no destinados al transporte de pasajeros o mercancías por carretera, aptos para desplazarse sobre suelo, con o sin carrocería y que funciona en base a motores de combustión interna, de encendido por compresión con una potencia instalada igual o superior a 19 kW, pero inferior a 560kW.

Retroexcavadora

Es una máquina que se utiliza para excavaciones en terrenos. Consiste en un balde de excavación en el extremo de un brazo, el cual es articulado en 2 partes. El chasis puede estar montado sobre cadenas o ruedas. En este último caso están provistas de gatos hidráulicos para fijar la maquina al suelo para darle estabilidad.



Especificaciones retroexcavadora CAT 420D

* **Potencia Neta: 85hp**
* **Displacement/ Cilindrada: 4L**
* **Modelo: 3054T**
* **Norma emisión: Tier 2**

Rodillo compactador



Son rodillos vibratorios de trabajos pesados que son ampliamente utilizados para compactar la grava, piedra triturada, arena del suelo, rocas y otros materiales de relleno no cohesivos en la capa de base y el sustrato de caminos. Son utilizados para nivelar y compactar la tierra.

Especificaciones rodillo compactador Caterpillar CSC-583

- **Potencia neta: 153hp**
- **Displacement/Cilindrada: 6.6L**

Camiones



Son camiones pequeños ocupados principalmente para acarreo de materiales y personal, poseen potencias bajas inferiores a 500hp. No son considerados maquinaria fuera de ruta; sin embargo, se aceptarán en el presente estudio principalmente porque poseen motores diésel y emiten los mismos contaminantes, aunque en menor medida que los motores fuera de ruta.

Especificaciones Ford Louisville

- **Potencia neta: 294hp**
- **Displacement/Cilindrada: 10L**

Nivel de Actividad (NA)

La maquinaria fuera de ruta suele ser utilizada en extensas jornadas de trabajo. El nivel de actividad (NA) representa las horas anuales típicas de los equipos. En la siguiente tabla se observan los niveles utilizados para el cálculo de emisiones:

Tabla 7. Nivel de actividad utilizada para maquinaria

Maquina	Horas al día	Funcionamiento semanal	Nivel de actividad (h)
Retroexcavadora	8	Lunes a sábado	576
Rodillo compactador	8	Lunes a sábado	576
Camiones	8	Lunes a sábado	576

Para el cálculo del nivel de actividad se multiplicó las horas al día por los días de la semana, asumiendo una utilización de 12 semanas (la estimación de este periodo se realizó considerando que la utilización de la maquinaria será eventualmente en periodos planeados para las actividades de excavación, compactación y acarreo de materiales, dejando el resto del tiempo solicitado para los armados y colados de todas las partes que componen el puente).

Factor de Carga (FC)

Este factor representa el % de potencia al cual trabaja la máquina, siendo este un valor promedio extraído del informe de Geasur[1], 2014.

[1] Geasur es una organización de derecho privado constituida en el año 2009, dedicada a diseño, implementación de soluciones y medidas tecnológicas para el control de emisiones atmosféricas provenientes del sector público y privado.

Tabla 8. Factor de carga

Maquina	Factor de carga
Retroexcavadora	0.21
Rodillo compactador	0.59
Camiones	0.5

Factor de Emisión (FE)

Los factores de emisión utilizados (Tabla 10) son los impartidos en EU, los cuales provienen del documento "EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook" (CORINAIR, 2013), de la Agencia Ambiental de Europa, específicamente en el apartado "Non-road mobile sources and machinery".

EPA

La agencia de Protección Ambiental de EEUU (EPA) ha fijado los valores límites máximos permitidos de los motores fuera de ruta al momento de ser comercializados, es decir cuando están nuevos. Esta normativa se denomina Tier y ha sido desarrollada en fases: Tier 1, Tier 2, Tier 3, Tier 4 y Tier4N. En la siguiente tabla, se muestra cómo se distribuye la normativa según la potencia nominal del motor y el año en que fue fabricada la maquina:

Tabla 9. Variación normativa EPA según tamaño del motor. Fuente (Geasur,2014)

Potencia Neta	Hp < 11	11 ≤ Hp < 25	25 ≤ Hp < 50	50 ≤ Hp < 75	75 ≤ Hp < 100	100 ≤ Hp < 175	175 ≤ Hp < 300	300 ≤ Hp < 600	600 ≤ Hp < 750	750 ≤ Hp < 1207	1207 ≤ Hp
Año	Kw < 8	8 ≤ Kw < 19	19 ≤ Kw < 37	37 ≤ Kw < 56	56 ≤ Kw < 75	75 ≤ Kw < 130	130 ≤ Kw < 225	225 ≤ Kw < 450	450 ≤ Kw < 560	560 ≤ Kw < 900	900 ≤ Kw
2000	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1
2001	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 1	Tier 1	Tier 1
2002	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2003	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2004	Tier 1	Tier 1	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2005	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 1	Tier 1
2006	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2007	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 2	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2008	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2009	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2010	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 3	Tier 2	Tier 2
2011	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 3	Tier 3	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2012	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2013	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4
2014	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4	Tier 4

Donde los valores límites de emisión, en g/Kw-h son los siguientes:

Tabla 10. Factor de emisión para MFR nueva entrega (EPA,2004)

Potencia hp	Norma	CO	NOx	MP
>75 - 100	Tier 0	4,75	9,38	0,98
	Tier 1	3,22	7,61	0,64
	Tier 2	3,22	6,39	0,33
	Tier 3	3,22	4,08	0,41
	Tier 4	0,32	4,08	0,01
	Tier 4N	0,32	0,38	0,01
>100 - 175	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,18	7,68	0,38
	Tier 2	1,18	5,57	0,24
	Tier 3	1,18	3,40	0,30
	Tier 4	0,12	3,40	0,01
	Tier 4N	0,12	0,38	0,01
>175 - 300	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,02	7,58	0,34
	Tier 2	1,02	5,44	0,18
	Tier 3	1,02	3,40	0,20
	Tier 4	0,10	3,40	0,01
	Tier 4N	0,10	0,38	0,01

Potencia hp	Norma	CO	NOx	MP
>300 - 600	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,78	8,18	0,27
	Tier 2	1,15	5,89	0,18
	Tier 3	1,15	3,40	0,20
	Tier 4	0,11	3,40	0,01
	Tier 4N	0,11	0,38	0,01
>600 - 750	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,80	7,92	0,30
	Tier 2	1,80	5,57	0,18
	Tier 3	1,80	3,40	0,20
	Tier 4	0,18	3,40	0,01
	Tier 4N	0,18	0,38	0,01
>750	Tier 0	3,67	11,39	0,55
	Tier 1	1,04	8,37	0,26
	Tier 2	1,04	5,57	0,18
	Tier 4	0,10	3,25	0,09
	Tier 4N	0,10	3,25	0,04

Cálculo de Emisiones CO, NO_X, MP

Para el cálculo de emisiones se revisó la metodología EPA definida en el documento "Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling-Compression-Ingnition (EPA, 2004), donde la metodología se expresa en la siguiente ecuación:

Ecuación (1) $$E_i = N \cdot NA \cdot P \cdot 0{,}7456 \cdot FC \cdot FE$$

Dónde:

- Ei: Emisiones del contaminante i durante el período, en [g]
- N: Población (unidades)
- NA: Nivel de actividad (horas de uso en el periodo) [h]
- P: Potencia nominal promedio [hp]. El factor 0,7456 es para convertir a kW
- FC: Factor de carga típica, representa la fracción de la potencia a la que se opera típicamente la máquina.
- FE: Factor de emisión [g/kWh]

A partir de esta ecuación es posible decir que la potencia es directamente proporcional a la cantidad de emisiones generadas, es decir que a medida que aumenta el tamaño del equipo, sus emisiones a la atmosfera también lo harán. Misma situación ocurre con el factor N, el nivel de actividad y el factor de emisión. Todos factores determinantes a la hora de realizar el cálculo total de emisiones contaminantes.

Cálculo de Emisiones CO_2

Las emisiones de CO_2 se calculan basándose únicamente en el consumo de combustible, suponiendo que el contenido de carbono se oxida completamente en dióxido de carbono. Se considera la siguiente ecuación (Ntziachristos, 2009).

Ecuación (2) $$E_{CO2} = 44.011 \cdot \frac{FC}{12.011+1.008r_{HC}+16.000r_{OC}}$$

Dónde:

- FC: Consumo de combustible en el periodo considerado [Ton/año], valor entregado por la EPA para cada nivel de potencia.
- r_{HC}: Relación entre átomos hidrogeno y carbón
- r_{OC}: Relación entre átomos oxígeno y carbón

En el caso del combustible diésel las ratios r_{HC} y r_{OC} son 2 y 0, respectivamente.

Consumo de combustible

El consumo de combustible está dado por el BSFC (brake specific fuel consumption), la cual es una medida de la eficiencia de combustible de cualquier motor primario de combustión interna que produce la energía por rotación. Los valores dados por la EPA son los siguientes:

Tabla 11. Consumo de combustible (EPA,2004)

Potencia [hp]	BSFC [lb/hp-h]	BSFC [g/hp-h]
75-100	0,408	185,065
100-175	0,367	166,468
175-300	0,367	166,468
300-600	0,367	166,468
600-750	0,367	166,468
>750	0,367	166,468

Reemplazando los siguientes valores en la ecuación (1) de la EPA:

Tabla 12. Valores y factores de emisión utilizados en la ecuación 1

Maquinaria	No. Unidades	NA (hr)	P (hp)	FC	FE (g/kW-h) Tier 3	CO	NOx	MP
Retroexcavadora	1	576	85	0.21	Potencia (hp) >75-100	3.22	4.08	0.41
Rodillo compactador	1	576	153	0.59	Potencia (hp) 100-175	1.18	3.4	0.3
Camiones	2	576	294	0.5	Potencia (hp) 175-300	1.02	3.4	0.2

Para el factor de emisión se utilizó un Tier 3, que pertenece a un motor del año 2010.

Resultados

En la siguiente tabla, se muestra el resultado del cálculo de emisiones por año para los 3 meses de operación de la maquinaria en la construcción del puente.

Emisiones totales en toneladas/año

Concepto	Preparación del sitio y construcción (cantidad y unidades)				Operación (cantidad y unidades)
Emisión de GEI					----
	CO	**NOx**	**MP**	**CO_2**	
	0.0247	0.0313	0.0031	0.3345	
	0.0457	0.1318	0.0116	0.3008	
	0.1288	0.4293	0.0253	0.6017	

Como parte de las medidas ambientales propuestas se propone que para el control de emisiones durante la etapa de preparación del sitio y construcción se haga el mantenimiento constante de la maquinaria a utilizar.

También se recomienda utilizar maquinaria de años más recientes, esto debido a que existe una relación directa entre la potencia y los factores de emisión, es decir a medida que aumenta la potencia los factores aumentan. Además, para el método Tier, se puede notar que mientras más nueva es la máquina, esta se vuelve más limpia debido a que los equipos más recientes adquieren nuevas tecnologías que son más estrictas en la generación de emisiones.

I.6.3 Superficies generales del Proyecto

I.6.3.1 Superficie total del predio o de la trayectoria (en m2)

Para su construcción se solicita la autorización para la afectación de 0.142701 hectáreas (1427m^2), considerando la superficie de los accesos.

El escurrimiento es un cuerpo de agua intermitente. Drena una cuenca de 15.52 km2. En el punto de cruce se estima un caudal máximo de 54.85 m3/seg en un periodo de retorno de 100 años y de 20.50 m3/s para un retorno de 10 años. De los resultados del estudio hidrológico y de los indicadores del nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) y extraordinarias (NAME) se delimitaron las márgenes de cada lado del arroyo (líneas color azul en la siguiente Figura), a partir de las cuales, se trazaron las fajas de zona federal (líneas color rojo) de acuerdo a lo establecido en el artículo 3, fracción XLVII, de la Ley de Aguas Nacionales (LAN).

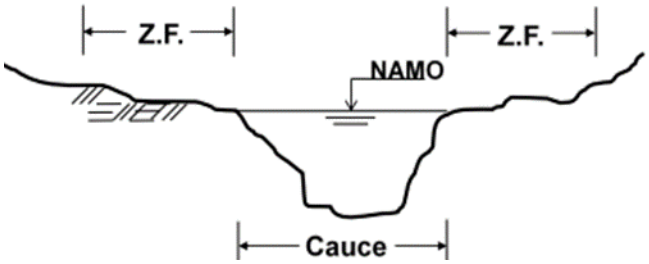


Imagen 3. Esquema de delimitación de cauce y fajas de zona federal

Debido a que el ancho del cauce en la zona de estudio es de 20 metros, el ancho de la faja de zona federal corresponde a 10 metros a partir de los niveles de agua máximos ordinarios, tal como se muestra en la siguiente figura:



Imagen 4. Imagen de la delimitación de la zona federal del cauce intermitente (Verde obscuro) donde se desarrollará el proyecto.

La zona de ocupación del proyecto en la zona federal del cauce será sobre una superficie de 722.1023m2, el cauce ocupa una superficie de 241.2196m2, y el proyecto tendrá una superficie de afectación para la zona federal lindero Este del proyecto es de 245.8094m2 y para la zona federal lindero Oeste es de 235.0732m2.

I.6.3.2 Superficie a afectar (en m^2) con respecto a la cobertura vegetal del Área del Proyecto (AP), por tipo de comunidad vegetal existente en el Predio (selva, manglar, tular, bosque, etc.). Indicar, para cada caso su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total del Proyecto

Dentro de la superficie de incidencia a afectar del Área del Proyecto, se encuentra únicamente un tipo de comunidad vegetal y un solo uso de suelo, tratándose de agricultura temporal con presencia de individuos aislados de matorral xerófilo. Esta cobertura ocupa una superficie de 1,009.00 m^2, equivalente al 70.70 % de la superficie total de construcción del proyecto.

Concepto	Tipo de comunidad existente en el Predio	Superficie (m2)	Porcentaje (%)
Comunidad vegetal existente en el Predio	Agricultura temporal (individuos aislados de Matorral Xerófilo)	1009	70.70

Durante la caracterización de la vegetación se identificaron 18 individuos arbóreos y arbustivos aislados, correspondientes a las especies *Schinus molle, Vachellia farnesiana*, *Opuntia tormentosa, Nicotiana glauca* y *Phoradendron forestierae*. Estos individuos se encuentran distribuidos de manera aislada dentro de la superficie con agricultura de temporal y corresponden a los elementos vegetales que serán retirados como parte de la ejecución del proyecto. A continuación, se muestra la ubicación de cada individuo, algunos se encuentran distribuidos en la misma coordenada.

Tabla 13. Individuos arbóreos y arbustivos que se retiraran para la ejecución del proyecto.

			COORDENADAS UTM	
ID	Estrato	ESPECIE	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	Arbóreo	*Schinus molle*	596614.302	2098872.646
2	Arbóreo	*Schinus molle*	596615.159	2098876.646
3	Arbóreo	*Vachellia farnesiana*	596576.554	2098877.367
4	Arbustivo	*Opuntia tormentosa*	596569.479	2098888.089
5	Arbustivo	*Vachellia farnesiana*	596568.832	2098900.074
6	Arbustivo	*Vachellia farnesiana*	596565.781	2098924.343
7	Arbustivo	*Vachellia farnesiana*	596565.941	2098893.604
8	Arbustivo	*Vachellia farnesiana*	596565.941	2098893.604
9	Arbustivo	*Vachellia farnesiana*	596562.725	2098893.587
10	Arbóreo	*Vachellia farnesiana*	596558.059	2098891.104
11	Arbóreo	*Vachellia farnesiana*	596553.925	2098898.767
12	Arbóreo	*Nicotiana glauca*	596546.008	2098902.722
13	Arbóreo	*Nicotiana glauca*	596546.008	2098902.722
14	Arbóreo	*Vachellia farnesiana*	596543.126	2098894.715
15	Arbóreo	*Phoradendron forestierae*	596541.085	2098893.475
16	Arbóreo	*Phoradendron forestierae*	596541.085	2098893.475
17	Arbóreo	*Nicotiana glauca*	596535.83	2098891.91
18	Arbóreo	*Nicotiana glauca*	596535.83	2098891.91

Para consultar más información acerca de las características de los individuos mencionados, revisar los anexos del capítulo III en la lista: "Base datos Área del Proyecto El Durazno".

I.6.3.3 Superficie (en m^2) para obras permanentes y temporales

La construcción del puente "El Durazno" corresponde a una obra permanente, cuya superficie de construcción son 1,427.01 m^2. Esta superficie corresponde al área ocupada por la infraestructura proyectada y los elementos necesarios para garantizar la continuidad de la vialidad y mejorar la conectividad de la zona.

Para el desarrollo de las actividades constructivas se contempla adicionalmente una superficie de 2,278.72 m^2 destinada a obras temporales o provisionales. Esta área será utilizada para actividades auxiliares de la construcción, tales como almacenamiento de materiales, instalación de taller, patio de maquinaria e instalaciones sanitarias.

Se propone que las instalaciones provisionales se establezcan en un terreno previamente alterado y sin vegetación natural, localizado fuera de la zona federal y alejado de los escurrimientos superficiales, con la finalidad de reducir la posibilidad de afectaciones adicionales a los componentes ambientales durante la etapa de construcción. Esta propuesta se encuentra dentro del área de influencia y cercano a la zona del proyecto.

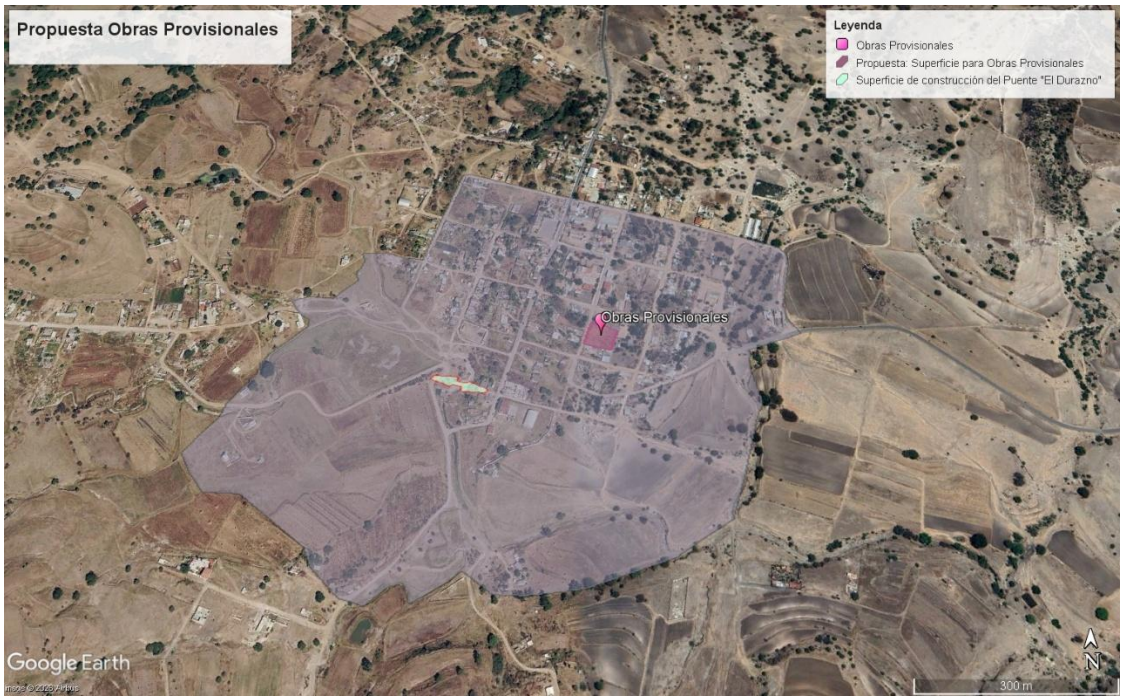


Imagen 5. Propuesta de área para colocación de obras temporales y provisionales durante la construcción del puente "El Durazno".

Concepto	Superficie (m2)
Superficie para obras temporales	2278.72

I.6.3.4 Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del Proyecto y en sus colindancias

El uso actual del suelo en el Área del Proyecto y sus colindancias corresponde principalmente a agricultura de temporal anual, con presencia de zonas urbanizadas e infraestructura vial en los alrededores. Uno de los accesos del puente presenta incidencia sobre una superficie de suelo urbano con infraestructura existente, correspondiente a 131.00 m^2.

En materia hidrológica, dentro del sitio del proyecto se identifica un escurrimiento superficial intermitente, cuyo cauce presenta una superficie de incidencia de 241.21 m^2. La construcción del puente tiene como finalidad permitir la continuidad del trazo carretero sobre dicho escurrimiento, evitando la interrupción de su cauce natural.

Concepto	Superficie (m2)
Superficie de suelo urbano	131
Superficie de cuerpos de agua dentro del sitio del Proyecto	241.21
Superficie de cuerpos de agua en colindancias	11792.46

En las zonas colindantes al proyecto se identifican escurrimientos intermitentes cuya superficie conjunta equivale a 11,792.46 m^2, distribuidos en la periferia del área de influencia. Estos elementos deberán ser considerados durante las diferentes etapas del proyecto, particularmente durante la preparación del sitio y construcción, con el objeto de evitar la obstrucción de los escurrimientos.

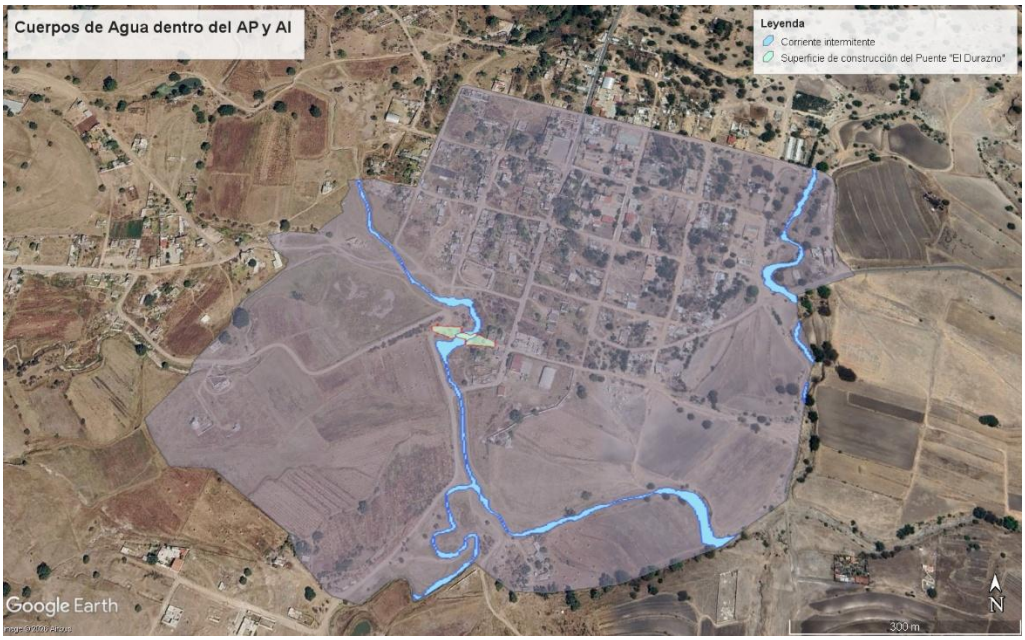


Imagen 6. Cuerpos de agua en el sitio de proyecto y colindancias.

I.6.3.5 Resumen de superficies

I.6.3.5.1 Superficies de construcción

Concepto	Superficie (m2)
Superficie de desplante de construcciones, obras y/o instalaciones	1,427.01
Superficie a intervenir sin construcciones o instalaciones proyectadas	0.00
Superficie del predio o superficie total para el desarrollo del Proyecto	1,427.01
Superficie de infraestructura urbana a afectar	131.0

I.6.3.5.2 Superficies con vegetación a afectar

Concepto	Superficie (m2)
Superficie con vegetación forestal	0.00
Subtotal forestal	0.00
Superficie con vegetación no forestal	
Agricultura temporal	1009.00
Subtotal no forestal	1009.00

La construcción del puente "El Durazno" no requiere la remoción de vegetación forestal. La cobertura vegetal que presenta incidencia corresponde a vegetación no forestal asociada con agricultura de temporal, con presencia de individuos aislados de especies características de ambientes de matorral xerófilo.

La superficie de agricultura de temporal que será intervenida corresponde a 1,009.00 m^2, equivalente al 70.70 % de la superficie total de construcción. Dentro de esta superficie se registraron individuos aislados de especies arbóreas y arbustivas, principalmente huizaches, opuntias y otras especies asociadas a vegetación secundaria o perturbada.

La afectación a la vegetación será de carácter puntual y estará relacionada con las actividades necesarias para la ejecución de las cimentaciones y los accesos del puente, tomando en cuenta la implementación de medidas de manejo y compensación que correspondan para los individuos vegetales y medidas de prevención para evitar afectaciones innecesarias fuera de la superficie autorizada.

I.6.3.5.3 Superficie a afectar en otras zonas de importancia

Dentro de las superficies de importancia ambiental y territorial que presentan incidencia con el proyecto se identifica el cauce de un escurrimiento intermitente y la Zona Federal asociada al mismo.

Concepto	Superficie (m2)
Superficie de incidencia en cuerpos de agua (permanente)	241.21
Superficie de incidencia en Zona Federal Lado oeste (permanente)	235.07
Superficie de incidencia en Zona Federal Lado este (permanente)	245.80
Total de superficie a incidir	722.10

La superficie de incidencia correspondiente a la corriente intermitente es de 241.21 m^2, asociada al cauce que será librado mediante la construcción del puente. Se identifica una superficie de 480.88 m^2 correspondiente a Zona Federal, localizada tanto en el lado este como en el lado oeste de la construcción del puente. De acuerdo con la delimitación presentada, esta superficie se distribuye en aproximadamente 245.80 m^2 en el lado este y 235.07 m^2 en el lado oeste.

Estudios de campo y gabinete

En este apartado se presenta un resumen y conclusiones de los estudios de campo y gabinete que se realizaron para poder determinar el diseño y características del puente El Durazno.

En el Anexo digital del Capítulo 1, se incluyen los estudios completos que se mencionan a continuación.

Informe Topohidráulico - Hidrológico

Puente:	**Puente "El Durazno"**
Carretera:	**Los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac)**
Tramo:	**Los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac)**
km:	**1+825.29**
Origen:	**Los Álamos**

Aspectos Generales

La corriente nace a **6.93 km** del sitio de cruce y desemboca a **8.90 km**, en la **Barranca La Trasquila,** en donde si __ no **X** provoca influencia hidráulica en el cruce. El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de **15.52** km^2 y pertenece a la Región Hidrológica Nº **(18Ab)** según clasificación de la CNA. En la zona de cruce.

El cauce del río en la zona de cruce es:

sinuoso	**X**	estable	**X**	encajonado	**X**
sensiblemente recto		divagante		con llanuras de inundación	

El escurrimiento es de carácter:

torrencial	**X**	perenne		intermitente

Tipo y longitud máxima de los cuerpos flotantes **ramazones y arbustos.**

El período de lluvias en la región comprende los meses de **junio** a **octubre**. La precipitación media anual es de **800** mm.

Información adicional (erosión marginal, caídas, ubicación del cruce en una curva del cauce, curvas cercanas, etc.)

Geología superficial: en el fondo **Arena limosa**

En la margen izquierda **limpio, curvo, algunas irregularidades en el fondo, con hierba**

En la margen derecha **limpio, curvo, algunas irregularidades en el fondo, con hierba**

El eje del trazo respecto a la corriente cruza en dirección:

normal	es viajado	**X**	ángulo de esviajamiento	**Der. = 29.1°**

El paso actual de vehículos en la zona se efectúa **Por la Carretera "Los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac)"**

Análisis Hidrológico

Método aplicado Ven Te Chow.

Información: Se utiliza Registros de Lluvia de la República Mexicana emitido por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de la estación No. 21242 Capulac, de la estación No. 21243 Cemex, y de la estación 21249 Africam Zafari, Estado de Puebla.

Se obtuvo un caudal máximo de 54.85 m^3/s, asociado a un período de retorno de 100 años.

El gasto asociado a un período de retorno de 10 años, que definirá el Nivel de Aguas de Construcción, NAC, resultó de 20.50 m3/s.

Análisis Hidráulico

Método aplicado: **Hec-Ras**

El análisis hidráulico se realizó utilizando el programa Hec-Ras 5.0.7; mediante este método se determinó la velocidad y el área correspondiente a las condiciones hidráulicas de la corriente para los gastos obtenidos para un Tr=10 años, Tr=25 años, Tr=50 años, Tr=100 años, Tr=200 años, Tr=500 años y Tr=1000 años

Secciones Propuestas: Se propuso un eje del cauce y se consideró 6 secciones aguas arriba: 0+690, 0+650, 0+600, 0+550, 0+500 y 0+450 y 10 secciones aguas abajo 0+430, 0+400, 0+350, 0+300, 0+250, 0+200, 0+150, 0+100, 0+050 y 0+000

Tabla de Resultados de Gastos

Para este estudio hidrológico, se tomaron los resultados por el método ven te chow, ya que es el método que más se ajusta a las condiciones de la zona y además es el más confiable para la realización del estudio.

Tabla de resumen de Gastos			
Tr (Años)	Gastos m3 / seg		
	VEN TE CHOW	RACIONAL AMERICANO	HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR
Tr=10 años	20.50 m3/s	34.00 m3/s	50.52 m3/s
Tr=25 años	32.02 m3/s	40.76 m3/s	
Tr=50 años	43.54 m3/s	45.78 m3/s	68.83 m3/s
Tr=100 años	54.85 m3/s	50.77 m3/s	76.67 m3/s
Tr=200 años	67.02 m3/s	55.73 m3/s	84.52 m3/s
Tr=500 años	84.75 m3/s	62.28 m3/s	94.88 m3/s
Tr=1000 años	98.89 m3/s	67.23 m3/s	102.72 m3/s

Conclusiones del Estudio Hidrológico

La longitud del cauce principal es de 6.93 Km y su pendiente media es de 1.7872 %.

El área de la cuenca en estudio se obtuvo con ayuda de las cartas topográficas; E14B43, E14B44, E14B53 Y E14B54 emitidas por el INEGI y con sistemas de información geográfica, el área resulto de 15.524 km^2

- Gasto obtenido para un Tr=10 años
- Método Ven Te Chow= 20.50 m3/s
- Método Racional Americano= 34.00 m3/s
- Método Hidrograma Unitario Triangular= 50.52 m3/s
- Gasto obtenido para un Tr=100 años
- Método Ven Te Chow= 54.85 m3/s
- Método Racional Americano= 50.77 m3/s
- Método Hidrograma Unitario Triangular= 76.67 m3/s

Se recomienda utilizar como gasto hidrológico de diseño el obtenido por el método Ven Te Chow para un Tr=100 años, ya que es el que indica la normatividad de la SCT, de acuerdo a sus características, y es el que mejor se ajusta a las condiciones hidrológicas de la zona de estudio.

Estudio Hidráulico

Cálculos hidráulicos

Para realizar el diseño de la capacidad hidráulica de la obra de cruce, es necesario utilizar la información topográfica.Así se tiene datos de la sección transversal del cauce en la zona de la obra y datos de las pendientes y rugosidad del cauce.

Para la elaboración del proyecto hidráulico de la obra de cruce se realizó un levantamiento topográfico en un tramo de 248.25 m aguas arriba y 441.75 m aguas abajo, obteniendo secciones a cada 50 m. en promedio, así como el levantamiento sobre el camino.

Con la información obtenida a partir del estudio topográfico del camino, del cauce y los datos derivados del análisis hidrológico de la cuenca de aportación se procedió al análisis hidráulico del puente utilizando el gasto de **Q = 54.85 m3 / seg,** un coeficiente de rugosidad de **0.04** ara el centro del cauce y **0.04** para los bordes

- Método Hec - Ras

El análisis hidráulico se realizó utilizando el programa Hec-Ras 5.0.7; mediante este método se determinó la velocidad y el área correspondiente a las condiciones hidráulicas de la corriente para los gastos obtenidos para un Tr=10 años, Tr=25 años, Tr=50 años, Tr=100 años, Tr=200 años, Tr=500 años y Tr=1000 años

Secciones Propuestas: Se propuso un eje del cauce y se consideró 6 secciones aguas arriba: 0+690, 0+650, 0+600, 0+550, 0+500 y 0+450 y 10 secciones aguas abajo 0+430, 0+400, 0+350, 0+300, 0+250, 0+200, 0+150, 0+100, 0+050 y 0+000

Conclusiones del Estudio Hidráulico

Para el estudio hidráulico, se propuso un eje del cauce y se consideró 6 secciones aguas arriba: 0+690, 0+650, 0+600, 0+550, 0+500 y 0+450 y 10 secciones aguas abajo 0+430, 0+400, 0+350, 0+300, 0+250, 0+200, 0+150, 0+100, 0+050 y 0+000.

Aplicando el programa Hec-ras y modelándolo con la propuesta del Puente de Proyecto se obtiene para la sección en el cruce en estudio:

- Sección al cruce utilizada 0+450 y Tr=10 años
- Área hidráulica = 10.44 m2
- Velocidad media = 1.96 m/s
- Nivel de Aguas de Diseño= 2166.11 msnm
- Sección al cruce utilizada 0+450 y Tr=100 años
- Área hidráulica = 21.58 m2
- Velocidad media = 2.54 m/s
- Nivel de Aguas de Diseño= 2166.76 msnm

Recomendaciones

Después de realizados los estudios Hidrológico e Hidráulico se obtuvieron los siguientes resultados en la sección del cruce de estudio.

- Sección al cruce utilizada 0+450 y Tr=10 años
- Área hidráulica = 10.44 m2
- Velocidad media = 1.96 m/s
- Nivel de Aguas de Diseño= 2166.11 msnm
- Altura libre vertical=3.51 m

- Sección al cruce utilizada 0+450 y Tr=100 años
- Área hidráulica = 21.58 m2
- Velocidad media = 2.54 m/s
- Nivel de Aguas de Diseño= 2166.76 msnm
- Altura libre vertical=2.86 m

Se concluye que el gasto que deberá tomarse como de diseño es el obtenido por el Método Ven Te Chow el cual resultó de 54.85 m^3/s, asociado a un período de retorno de 100 años ya que es el que mejor se ajusta a las condiciones hidrológicas de la zona de estudio, además es lo que indica la normatividad de la SCT.

Se recomienda desde el punto de vista hidráulico la construcción de un Puente de 9.00 m de ancho y 20.00 m de longitud, que quede ubicado entre las estaciones 1+820.00 y 1+840.00 de la Carretera Los Álamos hacia Alpatláhuac (San Pedro Alpatláhuac). Para permitir el paso de los cuerpos flotantes deberá dejarse un espacio libre vertical de 1.50 m como mínimo medido desde el NADI a la base inferior de la superestructura de la obra.

Mecánica de suelos

Los trabajos de exploración en campo, así como el muestreo fueron realizados por personal técnico calificado con la finalidad de conocer la estratigrafía del subsuelo, así como las propiedades físicas de los

estratos detectados, por lo cual se llevó a cabo trabajos de exploración con la ejecución de dos sondeos de tipo SPT, realizados a 15.00 m de profundidad.

Tabla 14. Ubicación de sondeos mediante coordenadas.

Sondeo de Penetración Estándar	Longitud	Latitud	Elevación de sondeo	Profundidad de Sondeo	N.A.F.
SPT 01	-98.082552°	18.980061°	2173.2	15.00 m	6.50 m
SPT 02	-98.082368°	18.980172°	2173.0	15.00 m	2.50 m

Este tipo de sondeos consiste en alternar el hincado de la herramienta de muestreo conocida como penetrómetro estándar cuya longitud total es de 60 cm, el cual se hinca en el suelo mediante el golpeo de la herramienta denominada martinete de golpeo que pesa alrededor de 63.5 Kg. dejándola caer de una altura de 73 cm contando el número de golpes necesarios para hincar cada una de las tres partes, la primera de 15 cm., la segunda de 30 cm., y la tercera de 15 cm., con lo anterior se puede determinar el grado de compacidad o consistencia del suelo muestreado pudiéndose obtener algunos parámetros mecánicos mediante correlaciones empíricas con el número de golpes necesarios para hincar los 30 cm centrales de la herramienta mencionada ya que cada una de las partes de 15 cm de cada uno de los extremos se considera alterada.

Los sondeos de Penetración Estándar fueron realizados por el procedimiento descrito en el método ASTM D-1586 y LA NORMA MEXICANA NMX-C-431, trabajando la perforación con lodos bentoníticos para evitar caídos que contaminarán la siguiente recuperación de muestra.

Se concluyó de acuerdo a la mecánica de suelos que la cimentación de los elementos estructurales puede resolverse satisfactoriamente mediante el tipo de contacto directo. A partir de los trabajos de campo y los ensayes de laboratorio, se determinó que el sitio de estudio donde se realizaron los sondeos de tipo penetración estándar, están constituidos por:

Tabla 15. Modelo Geotécnico empleado SPT 01

Estrato	Profundidad		ϕ_{eq}	ϕ_{eq}*	E_s (t/m^2)	γ (t/m^3)	Vs (m/s)
1	0.00	1.80	32.17	22.85	207.06	1.72	305.25
2	1.80	3.00	27.63	19.33	42.84	1.71	179.37
3	3.00	9.00	34.42	24.66	303.13	1.74	345.69
4	9.00	10.20	30.91	30.91	572.22	1.87	720.00
5	10.20	13.80	33.25	23.72	254.66	1.74	323.55
6	13.80	15.00	30.75	30.75	527.34	1.87	720.00

*Se consideran datos ponderados, teniendo los siguientes estratos geotécnicos:

*1,2,3,5 Arena limosa de color café claro.

*4,6 Fragmentos de roca empacados en limo.

Tabla 16. Modelo Geotécnico empleado SPT 02

Estrato	Profundidad		ϕ_{eq}	ϕ_{eq}*	E_s (t/m^2)	γ (t/m^3)	Vs (m/s)
1	0.00	3.00	32.74	23.31	228.5	1.73	316.98
2	3.00	4.80	36.03	25.98	373.7	1.74	373.98
3	4.80	6.00	31.02	31.02	605.9	1.83	720.00
4	6.00	9.60	35.80	25.79	364.1	1.74	370.82
5	9.60	12.00	30.87	30.87	561	1.83	720.00
6	12.00	13.80	35.39	25.45	345.1	1.76	364.26
7	13.80	15.00	30.75	30.75	527.3	1.83	720.00

*Se consideran datos ponderados, teniendo los siguientes estratos geotécnicos:
*1,2, 4, 6 Arena limosa de color café claro.

*3, 5, 7 Fragmentos de roca empacados en limo.

La capacidad de carga admisible se presenta en el capítulo 5 del estudio de mecánica de suelos (Ver anexo digital del capítulo 1 donde se presenta la mecánica de suelos) y será determinada a partir del nivel de proyecto.

Tabla 17. Capacidad de carga por resistencia en pilas apoyo 01.

Empotre de pila a partir del perfil de socavación (m)	Elevación de desplante (msnm)	Diámetro de pila (m)	Capacidad de carga por adherencia (ton)	Capacidad de carga por punta (ton)	Capacidad de carga por resistencia (ton)
5.93	2,155.01	1.0	6.41	63.85	70.27
		1.2	7.70	85.45	93.15
		1.5	9.62	123.36	132.98

* El dimensionamiento de la cimentación se realizará involucrando las descargas y la capacidad de carga; **en ningún caso la presión de contacto deberá rebasar la capacidad de carga admisible.**

Tabla 18. Capacidad de carga por resistencia en pilas apoyo 02.

Empotre de pila a partir del perfil de socavación (m)	Elevación de desplante (msnm)	Diámetro de pila (m)	Capacidad de carga por adherencia (ton)	Capacidad de carga por punta (ton)	Capacidad de carga por resistencia (ton)
6.42	2,156.31	1.0	7.74	82.15	89.89
		1.2	9.29	108.31	117.60
		1.5	11.61	153.62	165.23

* El dimensionamiento de la cimentación se realizará involucrando las descargas y la capacidad de carga; **en ningún caso la presión de contacto deberá rebasar la capacidad de carga admisible.**

El desplante de la estructura quedara sujeto ante cambios según las cargas reales definidos por el ingeniero estructurista, que garanticen la estabilidad de la estructura y su cimentación ante los cortantes básales que obran en la base de la cimentación ante un evento sísmico.

Para fines de diseño sísmico, el terreno se considerará del tipo II o Terreno Intermedio.

Bibliografía

* Guía metodológica para la estimación de emisiones vehiculares (2005). Instituto Nacional de Ecología.
* INAFED. (s.f.). Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Obtenido de http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM26sonora/municipios/26029a.html
* N-CTR-CAR-1-01-001/11. (2011). CTR Construcción. CAR Carreteras. 01 terracerías. 001 desmonte. México: Normativa para la infraestructura del transporte SCT.
* N-CTR-CAR-1-01-002/11. (2011). CTR. Construcción CAR. Carreteras 01. Terracerías 002. Despalme. México: Normativa para la Infraestructura del Transporte SCT.
* Saldaña, N. (2017) "Emisiones de contaminantes provenientes de maquinaria pesada en faenas mineras ubicadas en la Cordillera de los Andes" (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Ingeniería Mecánica. Santiago. Chile.

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

II. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO 1
II.1. INTRODUCCIÓN 3
II.2. LEY FUNDAMENTAL 3
II.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 3
Última reforma publicada DOF 02/06/2026 3
Vinculación del proyecto con CPEUM: 4
II.3. NORMAS JURÍDICAS FEDERALES 5
II.3.1Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 5
Última Reforma DOF 19-01-2026 5
II.3.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental 8
Última reforma publicada 8
DOF 31-10-2014. 8
II.3.3 Ley General de Vida Silvestre 11
Última reforma publicada 11
DOF 20-05-2021. 11
II.3.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre 13
Última reforma publicada 13
DOF 09-05-2014 13
II.3.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 14
Última Reforma 14
DOF 19-01-2026 14
II.3.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 17
Última reforma publicada 17
DOF 31-10-2014. 17
II.3.7 Ley General de Cambio Climático 19
Última reforma publicada DOF 01-04-2024 19
II.3.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental 20
Última reforma publicada DOF 20-05-2021 20
II.3.9 LEY GENERAL DE AGUAS 23
Nueva Ley DOF 11-12-2025 23
II.4 NORMAS JURÍDICAS ESTATALES 26
II.4.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla 26
II.4.2Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla 29

II.4.3 Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla 30
II.5. Programas de ordenamiento ecológico aplicables 32
II.5.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio 32
II.5.2 programa de ordenamiento ecológico del estado de puebla 36
II.6. Programa y o planes de desarrollo urbano 39
II.6.1 Programa estatal de desarrollo urbano sustentable de puebla 39
II.6.2 Plan Estatal de Desarrollo Puebla 2024-2030 46
II.6.3 Programa Institucional de la Secretaria de Infraestructura Puebla 46
II.6.4 Plan municipal de desarrollo de Cuautinchán, Puebla, 2021-2024 47
II .7. Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas 47
II.7.1 Áreas Naturales Protegidas 47
II.8. regiones conabio 49
II.9. Sitio Ramsar 52
II.10. Normas oficiales mexicanas 53
NOM-041-SEMARNAT-2015. 54
NOM-052-SEMARNAT-2005 54
NOM-059-SEMARNAT-2010 54
NOM-080-SEMARNAT-1994. 55
II.11. Conclusiones 55

II.1. INTRODUCCIÓN

La presente vinculación es respecto del marco legal aplicable vigente y congruente con la obra y todas las actividades que conforman la totalidad del proyecto.

Es fundamental el contenido de la presente manifestación de impacto ambiental modalidad particular que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la **SEMARNAT.**

El presente capítulo II será posible identificar, explicar y demostrar la compatibilidad y relación que existe entra la naturaleza y los objetivos propios del proyecto con las disposiciones de los diferentes instrumentos de planeación, ordenamientos jurídicos y normas oficiales mexicanas que regulan el desarrollo y construcción del mismo.

II.2. LEY FUNDAMENTAL

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.2.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos Última reforma publicada DOF 02/06/2026	Artículo 4o.- La mujer y el hombre son iguales ante la ley. Ésta protegerá la organización y el desarrollo de las familias. El Estado garantizará el goce y ejercicio del derecho a la igualdad sustantiva de las mujeres. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada…. Artículo 73. El Congreso tiene facultad: fracciones: XVII Para dictar leyes sobre vías generales de comunicación, tecnologías de la información y la comunicación, radiodifusión, telecomunicaciones,	Artículo 4**.** Párrafo Quinto. La Obra y los trabajos que la conforman respetan este derecho con la finalidad de brindar mejoras comunicación vial como intersección dentro de la construcción de la carretera que conectara los Álamos-Alplatláhuac. Así como incorporan e implementan medidas prendidas, de mitigación y control para procurar la integridad del medio ambiente Artículo 27. El diseño y la ejecución observan las disposiciones aplicables en materia de agua. La infraestructura considera respetar y mantener la continuidad hidráulica del cauce y evitar obstrucciones al flujo natural

	incluida la banda ancha e Internet, postas y correos, y sobre el uso y aprovechamiento de las aguas de jurisdicción federal. X-C. Para expedir las leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de las entidades federativas, de los Municipios y, en su caso, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de asentamientos humanos, con objeto de cumplir los fines previstos en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, así como en materia de movilidad y seguridad vial	Artículo 73. Se informa que todos y cada uno de los trabajos son dirigidos al debido cumplimiento de las disposiciones que le son aplicables

Vinculación del proyecto con CPEUM:

En relación con el análisis anterior, la **Construcción del Puente "El Durazno", ubicado en la carretera Los Álamos–Alpatláhuac, en la localidad de Santa Cruz Alpuyeca, municipio de Cuautinchán, Estado de Puebla**, objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, **guarda plena congruencia y apego con los principios constitucionales de protección ambiental y desarrollo sustentable** establecidos en los artículos 4°, 27 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

En este sentido, todos y cada uno de los trabajos, actividades y acciones necesarios para el cumplimiento de los objetivos del proyecto serán ejecutados de conformidad con las disposiciones jurídicas y ambientales aplicables, procurando en todo momento la prevención, mitigación y, en su caso, compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse.

El proyecto se orientará al cumplimiento de los principios de protección y preservación del medio ambiente, así como al respeto irrestricto de los derechos humanos, contribuyendo a garantizar el derecho de toda persona a un **medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar**, en términos de lo establecido por el marco constitucional y legal vigente.

II.3. NORMAS JURÍDICAS FEDERALES

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.1Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Última Reforma DOF 19-01-2026	Artículo 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente; IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; V.-El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; VI.-La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: Fracciones: III. Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se	Artículo 1. El proyecto brinda una mejora social, respecto a comunicación vial se apega, contemplando e incorpora criterios en planeación ambiental orientados a minimizar las alteraciones en materia ambiental. Artículo 3. El proyecto identifica los impactos ambientales e incorpora medidas de mitigación para prevenir y proteger el entorno de la ubicación donde se desarrollarán los trabajos propuestos, y no compromete la funcionalidad ecológica del escurrimiento o cuerpo de agua Artículo 5. El proyecto se somete a la evaluación de impacto ambiental especificado el artículo 28 de la misma ley en comento. La ejecución del proyecto se desarrollará en apego a las y determinaciones que emitan la autoridad en la resolución ambiental priorizando el aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, de la biodiversidad, de la fauna y demás recursos naturales

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos definidos; XXV.- Preservación: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales; XXVI.- Prevención: El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente; XXVII.- Protección: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro; XXXIV.- Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales; Artículo 5o.- Son facultades de la Federación: fracciones X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes; XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de las aguas nacionales, la biodiversidad, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia. Artículo 15.- Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: fracciones: III.- Las autoridades y los particulares deben asumir la responsabilidad de la protección del equilibrio ecológico; IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar el ambiente, está	Artículo 15. En atención a las normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, la planeación de la obra considera prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique a través de las medidas de mitigación. Artículo 28. Cada actividad que conforma el proyecto se sujeta al procedimiento de evaluación de impacto ambiental y respeta los límites ambientales para evitar desequilibrios o reducir los impactos ambientales negativos que se puedan producir; especificando que los trabajos propuestos tienen como objeto final crear una infraestructura en zona federal de un escurrimiento superficial. Artículo 30. Establece el contenido y alcances de la Manifestación de Impacto Ambiental que se somete a evaluación conforme al artículo 28 En atención se integra la información técnica, ambiental y jurídica necesaria para describir las características del proyecto, identificar los componentes ambientales susceptibles de afectación, y establecer las medidas de prevención, mitigación y compensación, mismas que garantizar la protección, conservación y restauración del ambiente durante todas las etapas del proyecto.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; XII.- Toda persona tiene derecho a disfrutar de un ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. Las autoridades en los términos de esta y otras leyes, tomarán las medidas para garantizar ese derecho XIII.- Garantizar el derecho de las comunidades, incluyendo a los pueblos y comunidades indígenas y afro mexicanas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad, de acuerdo a lo que determine la presente Ley y otros ordenamientos aplicables 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: Fracciones: X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. (…) X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o	

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo; Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente	
II.3.2 Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental Última reforma publicada DOF 31-10-2014.	Artículo 1.- El presente ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Artículo 4.- Compete a la Secretaría: I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento; Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Incisos_ B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas	Artículo1. Las actividades se apegan a este marco normativo al considerar, desde su etapa de planeación, la identificación y evaluación de los impactos ambientales derivados de las actividades constructivas dentro de la zona federal garantizando que el desarrollo de la obra sea compatible Artículo 4. En relación a la viabilidad ambiental; el proyecto atenderá los términos y condicionantes que emita la autoridad en la resolución ambiental, durante la ejecución de los trabajos propuestos. Artículo 5 El proyecto deberá contar con la autorización de SEMARNAT en materia de evaluación en impacto ambiental y ante CONAGUA el Permiso de obras de infraestructura hidráulica (Clave CNA-02-002) y la Concesión de ocupación de terreno federal (Clave CNA-01-006), Lo anterior debido a que se construirá obra civil "puente" en la zona federal de un escurrimiento de agua

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de: Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.	Artículo 12 El presente manifiesto de impacto ambiental cubre y cumple la información requerida y estipuladas en la nueva guía emitida en abril de 2026 por la SEMARNAT para los manifiestos de impacto ambiental.

Vinculación del proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su correspondiente reglamento:

De acuerdo con sus características, naturaleza y alcance, las obras y actividades que integran el presente proyecto se encuentran sujetas a regulación en materia de impacto ambiental por parte del Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

En cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables, se somete a consideración de la autoridad ambiental el contenido de la presente **Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P)**, para su análisis y, dictaminación correspondiente a la construcción del puente vehicular "el Durazno"**.**

Asimismo, en observancia de los principios de política ambiental establecidos en el **artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)**, en el **Capítulo IV de la presente MIA-P** se describen de manera detallada las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación que serán implementadas durante las diferentes etapas del proyecto, con la finalidad de evitar, reducir y controlar los posibles impactos adversos sobre el ambiente.

Las medidas propuestas se establecen a partir de la consideración conjunta de las características ambientales de la zona de estudio, así como de los resultados del análisis realizado respecto de los posibles efectos que pudieran generar las obras y actividades contempladas en el proyecto. Entre las principales medidas que serán implementadas se encuentran las siguientes:

•Permisos ambientales para el uso de bancos de tiro, préstamo y de materiales.

•Alta ante SEMARNAT, como generador de residuos peligrosos.

•Permiso para la disposición de la basura generada en la obra en basureros o rellenos sanitarios cercanos.

Es obligación del promovente:

•Contratar a la empresa que otorgará el servicio de sanitarios portátiles en la obra; la empresa que se contrate deberá mantenerlos en condiciones óptimas para su uso, en caso de generar algún impacto por el mal mantenimiento de estos será responsabilidad de dicha empresa.

•Contratar a un proveedor de agua que cuente con autorización para su extracción y venta.

•La constructora a cargo deberá tener un reglamento interno de seguridad, higiene y medio ambiente, así como un plan de emergencias y un programa de mantenimiento de la maquinaria y equipo a utilizar en la obra.

•Tener formadas y definidas las actividades de las brigadas de rescate de fauna.

•El supervisor ambiental deberá dar a conocer los programas de seguridad e higiene y de educación ambiental, para que los trabajadores conozcan las características ambientales y laborales, así como las consecuencias que conlleva la no conservación del entorno.

•Contratar a una empresa que se hará cargo del transporte y disposición final de los Residuos Peligrosos o de Manejo Especial. Esta empresa, para ser contratada, deberá de presentar el permiso vigente correspondiente para la realización de dicha actividad, emitido por las instancias correspondientes.

Se contará con un reglamento interno en el que se incluirá y se hará del conocimiento a todos los trabajadores involucrados en el proyecto de lo siguiente:

•Se prohibirá al personal la portación de armas y acudir a trabajar en estado inconveniente. En caso de enfermedad, el trabajador deberá retirarse de las actividades y ser atendido de inmediato.

•Se prohíbe realizar fogatas, y quemar basura.

•Queda estrictamente prohibido el retiro de la fauna local que se pueda encontrar durante las operaciones del proyecto.

•Estará estrictamente prohibida la extracción de individuos de flora.

•Hacer hincapié en el uso de los servicios sanitarios contratados, evitando que las necesidades fisiológicas de los trabajadores sean depositadas al aire libre.

•Solicitar a los trabajadores que depositen correctamente en los contenedores dispuestos, los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial generados durante las actividades de construcción del proyecto.

•Se deberán respetar límites de velocidad, de 10 km/hr en zonas urbanizadas y 30 km/hr en caminos vecinales o de acceso.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.3 Ley General de Vida Silvestre Última reforma publicada DOF 20-05-2021.	ARTÍCULO 1. La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.	Artículo 1 El proyecto considera la conservación de la vida silvestre y de su hábitat dentro del área de influencia de la obra. En consecuencia, durante las diferentes etapas del proyecto deberán identificarse y prevenirse posibles afectaciones a ejemplares de flora y fauna silvestre, así como a los elementos del hábitat que pudieran resultar modificados por las actividades constructivas.
	El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. ARTÍCULO 3, Para efectos de esta Ley se entenderá por: fracciones. · II, Aprovechamiento no extractivo: las actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres. · IX Conservación: la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, los hábitats, las especies y las poblaciones de la vida silvestre, dentro o fuera de sus entornos naturales, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales para su permanencia a largo plazo.	Artículo 3 Establece que la conservación comprende la protección, cuidado, manejo y mantenimiento de los ecosistemas, hábitats, especies y poblaciones de vida silvestre, de manera que se salvaguarden las condiciones naturales necesarias para su permanencia a largo plazo Artículo 5 La construcción deberá contar con medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	· XXII. Especies y poblaciones en riesgo: aquellas identificadas por la Secretaría como probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, con arreglo a esta Ley. · ARTÍCULO 4. Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación …" ARTÍCULO 5. El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país. En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever, entre otros, lo siguiente: fracciones I. La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres II. Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.	

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.4 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre Última reforma publicada DOF 09-05-2014	Artículo 2, Además de las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, para efectos del presente Reglamento se entenderá por: Medidas de contingencia: las acciones que se aplicarán cuando se presenten situaciones que pudieran tener efectos sobre los ejemplares, poblaciones o especies de la vida silvestre y su hábitat, afectando negativamente el logro de las metas de que se traten y que se encuentran incorporadas en el plan de manejo.	Artículo 2. Para el presente proyecto resultan particularmente relevantes las características físicas, características biológicas, especies de la vida silvestre y su hábitat, con el fin de generar acciones para la conservación de la vida silvestres
Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre y su correspondiente reglamento: La viabilidad queda condicionada al cumplimiento de las disposiciones aplicables y a la implementación de medidas ambientales, particularmente aquellas relacionadas con la prevención de afectaciones a ejemplares de fauna silvestre, protección de sus sitios de refugio y desplazamiento, rescate y reubicación cuando resulte necesario, prohibición de captura o aprovechamiento de ejemplares y capacitación del personal de obra. En consecuencia, la ejecución del proyecto es compatible con los objetivos de la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, siempre que las actividades constructivas se desarrollen conforme a las medidas de prevención, mitigación y protección ambiental establecidas para el proyecto y a las autorizaciones que, en su caso, resulten aplicables.		
	ARTÍCULO 1 La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social, con el objeto de garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, propiciando el desarrollo sustentable con la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y	Artículo 1. El promovente establecerá mecanismos de supervisión e implementarán medidas destinadas a prevenir y minimizar la generación de residuos y evitar su dispersión en el suelo, agua o aire

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Última Reforma DOF 19-01-2026	llevar a cabo su remediación, así como establecer las bases para: fracciones. II Determinar los criterios a considerar en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana. X Prevenir la contaminación de sitios por el manejo de materiales y residuos, así como definir los criterios a los que se sujetara su remediación. XIII. Establecer medidas de control, medidas correctivas y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones que corresponda. ARTÍCULO 2, En la formulación y conducción de la política en materia de prevención, valorización y gestión integral de los residuos a que se refiere esta Ley, la expedición de disposiciones jurídicas y la emisión de actos que de ella deriven, así como en la generación y manejo integral de residuos, según corresponda, se observarán los siguientes principios: fracciones III, La prevención y minimización de la generación de los residuos, de su liberación al ambiente, y su transferencia de un medio a otro, así como su manejo integral para evitar riesgos a la salud y daños a los ecosistemas; IV, Corresponde a quien genere residuos, la asunción de los costos derivados del manejo integral de los mismos y, en su caso, de la reparación de los daños; V. La responsabilidad compartida de los productores, importadores, exportadores, comercializadores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y de las autoridades de los tres órdenes de gobierno es fundamental para lograr que el manejo integral de los residuos sea ambientalmente eficiente, tecnológicamente viable y económicamente factible; X. La realización inmediata de acciones de remediación de los sitios contaminados, para	Artículo 2. El proyecto adoptará como criterio ambiental prioritario la prevención y minimización de la generación de residuos Asimismo, se establecerán medidas preventivas para evitar derrames o liberaciones de sustancias y residuos que puedan contaminar el suelo o cuerpos de agua. Artículo 5. El proyecto podrá generar la siguiente clase de residuos: • Residuos de manejo especial • Residuos peligrosos • residuos sólidos urbanos: Artículo 18. En las instalaciones temporales y frentes de trabajo se establecerán mecanismos para la separación de residuos orgánicos e inorgánicos, mediante recipientes identificados y ubicados estratégicamente. Esta medida permitirá disminuir la cantidad de residuos enviados a disposición final y facilitar el aprovechamiento de aquellos materiales susceptibles de valorización. Artículo 19. Se deberá implementar un manejo diferenciado de estos residuos, priorizando, cuando sea técnica y ambientalmente viable, su reutilización, reciclaje o valorización. Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	prevenir o reducir los riesgos inminentes a la salud y al ambiente. ARTÍCULO 5. Para los efectos de esta Ley se entiende por: fracciones XXX Residuos de manejo especial: son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; XXXIII Residuos peligrosos: son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley; XXXIV Residuos sólidos urbanos: los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole; XXXIV. Responsabilidad compartida: principio mediante el cual se reconoce que los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social; ARTÍCULO 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e	Artículo 54. Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría Dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente. Artículo 68. El proyecto adoptará medidas preventivas para evitar la contaminación del suelo y cuerpos de agua durante las actividades de construcción y mantenimiento de maquinaria. Artículo 95. el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generen durante la construcción del puente vehicular deberá sujetarse no sólo a la LGPGIR, sino también a la normativa estatal y municipal aplicable en el estado de Puebla

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables. ARTÍCULO 19, fracciones Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: I Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera; · VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general. ARTÍCULO 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. ARTÍCULO 54. Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo. ARTÍCULO 68. Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	ARTÍCULO 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	
II.3.6 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Última reforma publicada DOF 31-10-2014.	ARTÍCULO 1. El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (...) ARTÍCULO 2, Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por: · fracciones I Almacenamiento de residuos peligrosos: acción de retener temporalmente los residuos peligrosos en áreas que cumplen con las condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para evitar su liberación, en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone finalmente de ellos. · XVII Recolección: acción de recoger residuos para transportarlos o trasladarlos a otras áreas o instalaciones para su manejo integral. ARTÍCULO 14. El principio de responsabilidad compartida, establecido en la Ley, se aplicará igualmente al manejo integral de los residuos de manejo especial y sólidos urbanos que no se encuentren sujetos a plan de manejo conforme a la Ley, este Reglamento y las normas oficiales mexicanas. Vinculación del proyecto con la LGPGIR y su respectivo RLGPGIR: Estos preceptos regulan la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos peligrosos, de residuos sólidos urbanos y de manejo especial en el territorio nacional, así como, la prevención en la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.	Artículo 1. En caso de generarse residuos peligrosos derivados de las actividades de construcción y mantenimiento de maquinaria y equipo. Deberán mantenerse en áreas de almacenamiento temporal que cuenten con condiciones adecuadas de seguridad y contención, evitando derrames, fugas o contacto directo con el suelo Artículo 2. Establecer mecanismos de recolección diferenciada de los residuos, particularmente de los residuos de construcción y demolición, residuos sólidos urbanos y, cuando corresponda, residuos peligrosos, procurando que su traslado se efectúe hacia sitios, centros de acopio, instalaciones de tratamiento, reciclaje o disposición final que resulten legalmente procedentes. Artículo 14. El promoverte, contratistas, trabajadores y demás participantes involucrados en la generación y manejo de residuos deberán asumir las responsabilidades que correspondan para garantizar un manejo ambientalmente adecuado de los residuos generados.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del presente proyecto se generarán diversos tipos de residuos, por ello, en observancia a estas disposiciones legales, para un manejo adecuado de estos, el promovente propone la ejecución de las medidas de mitigación que se describen de forma más específica en el contenido del capítulo VI de la presente MIA-P, como las siguientes: · Capacitación del manejo de residuos. · Manejo y disposición adecuado de Residuos Sólidos Urbanos. · Manejo y disposición adecuado de Residuos Peligrosos. · Manejo y disposición adecuado de Residuos de Manejo Especial. · Seguimiento y control del manejo de residuos.	

Vinculación del proyecto con la LGPGIR y su respectivo RLGPGIR:

De acuerdo con las disposiciones analizadas de la LGPGIR y su Reglamento, la construcción del puente vehicular resulta jurídicamente viable en materia de prevención y gestión integral de residuos, siempre que, durante las etapas de preparación del sitio, construcción y, en su caso, mantenimiento, se establezca y ejecute un manejo integral de los residuos generados.

El proyecto priorizar la prevención y minimización de residuos, separación en la fuente, reutilización y valorización de materiales, almacenamiento temporal adecuado, transporte mediante prestadores autorizados y disposición final en sitios legalmente establecidos.

Los residuos de construcción, mantenimiento y demolición deberán manejarse como residuos de manejo especial conforme a las disposiciones aplicables. Asimismo, los residuos peligrosos que eventualmente se generen por el mantenimiento de maquinaria y vehículos deberán mantenerse separados y manejarse bajo las condiciones establecidas por la legislación ambiental.

Por encontrarse el proyecto asociado a un cuerpo o escurrimiento de agua, deberá extremarse el control sobre los residuos y materiales de obra, evitando su depósito o dispersión en el cauce, márgenes o zonas adyacentes.

En consecuencia, la LGPGIR y el RLGPGIR no constituyen un impedimento para la ejecución del puente vehicular, sino que establecen las obligaciones y condiciones que deberán observarse para garantizar que la generación y manejo de residuos durante la obra se realicen de manera ambientalmente adecuada.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.7 Ley General de Cambio Climático Última reforma publicada DOF 01-04-2024	ARTÍCULO 1. La presente ley es de orden público, interés general y de observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción; establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, por ende, es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. ARTÍCULO 2. Esta Ley tiene por objeto: fracciones I.- Garantizar el derecho a un medio ambiente sano, estableciendo la concurrencia de facultades entre los tres órdenes de gobierno en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; III Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; ARTÍCULO 3. Para efectos de esta Ley se entenderá por: fracciones II.- Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos. IV.- Cambio climático: Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables. XVI.- Emisiones: Liberación a la atmósfera de gases de efecto invernadero y/o sus precursores y aerosoles en la atmósfera, incluyendo en su caso compuestos de efecto invernadero, en una zona y un periodo de tiempo específicos	Artículo 1. Desde su planeación y durante sus etapas de preparación del sitio, construcción y operación, medidas orientadas a prevenir y reducir los posibles impactos ambientales asociados a la ejecución de la obra. Artículo 2. Ejecutarse atendiendo las competencias de los distintos órdenes de gobierno y procurando que la construcción y operación del puente se realicen bajo criterios de protección ambiental. Las actividades de obra deberán incorporar medidas de mitigación de emisiones generadas por maquinaria, vehículos y equipos utilizados durante la construcción, así como medidas de adaptación que contribuyan a que la infraestructura sea funcional y segura ante condiciones climáticas adversas.
Vinculación del proyecto con LGCC En términos de la Ley General de Cambio Climático, la construcción del puente vehicular resulta jurídicamente viable, siempre que durante sus etapas de preparación, construcción y operación se incorporen medidas de mitigación de emisiones, adaptación al cambio climático y prevención de riesgos, particularmente aquellos relacionados con fenómenos hidrometeorológicos y condiciones de escurrimiento. Estas acciones permitirán que el proyecto se desarrolle bajo criterios de sustentabilidad y prevención ambiental.		
	Artículo 1. La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental.	Artículo 1. El promovente deberá implementar las medidas de prevención, mitigación, restauración y, en su caso, compensación que resulten necesarias para evitar la generación de daños ambientales. Artículo 2.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.3.8 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental Última reforma publicada DOF 20-05-2021	Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales. El proceso judicial previsto en el presente Título se dirigirá a determinar la responsabilidad ambiental, sin menoscabo de los procesos para determinar otras formas de responsabilidad que procedan en términos patrimoniales, administrativos o penales. Artículo 2, Para los efectos de esta Ley, se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por: fracciones III.- Daño al ambiente: pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley XIV.- Sanción económica: El pago impuesto por la autoridad judicial para penalizar una conducta ilícita dañosa, dolosa con la finalidad de lograr una prevención general y especial e inhibir en el futuro comportamientos prohibidos. Artículo 5. Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión. Artículo 6. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: fracciones I.- Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,	El promovente deberá evitar cualquier conducta ilícita o dolosa que pudiera ocasionar daños al ambiente durante la construcción del puente. Artículo 5. Personal responsable de la obra deberá conocer y aplicar las medidas ambientales previstas, particularmente aquellas relacionadas con la protección de los escurrimientos. Artículo 6. Para el caso de los escurrimientos, deberán evitarse descargas, derrames, arrastre de materiales, contaminación o modificaciones que rebasen los parámetros ambientales establecidos por la normativa aplicable. Artículo 10. El responsable del proyecto deberá implementar medidas preventivas para evitar afectaciones ambientales durante todas las etapas de ejecución Artículo 11. En caso de que durante la ejecución del proyecto se produzca una afectación ambiental en los escurrimientos o en los elementos naturales asociados, el responsable deberá realizar las acciones necesarias para restituir las condiciones ambientales afectadas. Artículo 13. En caso de que el proyecto se encuentre sujeto a evaluación de impacto ambiental, las actividades deberán ejecutarse conforme al proyecto autorizado y a sus condicionantes. Artículo 14. En caso de generarse un daño ambiental cuya reparación no pueda realizarse completamente, la compensación deberá corresponder proporcionalmente a la afectación que no haya sido posible reparar. Artículo 15.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	II.- No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad. Artículo 10. Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente. Artículo 11. La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título. En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica. Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades. Artículo 13. La reparación de los daños ocasionados al ambiente consistirá en restituir a su estado base los hábitats, los ecosistemas, los elementos y recursos naturales, sus condiciones químicas, físicas o biológicas y las relaciones de interacción que se dan entre estos, así como los servicios ambientales que proporcionan, mediante la restauración, restablecimiento, tratamiento, recuperación o remediación. La reparación deberá llevarse a cabo en el lugar en el que fue producido el daño. Los propietarios o poseedores de los inmuebles en los que se haya ocasionado un daño al ambiente, deberán permitir su reparación, de conformidad a esta Ley. El incumplimiento a dicha obligación dará lugar a la imposición de medios de apremio y a la responsabilidad penal que corresponda. Los propietarios y poseedores que resulten afectados por las acciones de reparación del daño al ambiente producido por terceros, tendrán derecho de repetir respecto a la persona que resulte responsable por los daños y perjuicios que se les ocasionen. Artículo 14, La compensación ambiental procederá por excepción en los siguientes casos:	Aplicar las medidas de reparación y compensación que correspondan conforme a la legislación ambiental aplicable. Artículo 17. En caso de resultar procedente una compensación ambiental, las acciones deberán orientarse a generar una mejora ambiental equivalente a los efectos adversos ocasionados por el proyecto

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	fracciones I.- Cuando resulte material o técnicamente imposible la reparación total o parcial del daño, o II.- Cuando se actualicen los tres supuestos siguientes: INCISOS. a) Que los daños al ambiente hayan sido producidos por una obra o actividad ilícita que debió haber sido objeto de evaluación y autorización previa en materia de impacto ambiental o cambio de uso de suelo en terrenos forestales; b) Que la Secretaría haya evaluado posteriormente en su conjunto los daños producidos ilícitamente, y las obras y actividades asociadas a esos daños que se encuentren aún pendientes de realizar en el futuro, y c) Que la Secretaría expida una autorización posterior al daño, al acreditarse plenamente que tanto las obras y las actividades ilícitas, como las que se realizarán en el futuro, resultan en su conjunto sustentables, y jurídica y ambientalmente procedentes en términos de lo dispuesto por las Leyes ambientales y los instrumentos de política ambiental (…) En los casos referidos en la fracción II del presente artículo, se impondrá obligadamente la sanción económica sin los beneficios de reducción de los montos previstos por esta Ley. Asimismo, se iniciarán de manera oficiosa e inmediata los procedimientos de responsabilidad administrativa y penal a las personas responsables. Las autorizaciones administrativas previstas en el inciso c) de este artículo no tendrán validez, sino hasta el momento en el que el responsable haya realizado la compensación ambiental, que deberá ser ordenada por la Secretaría mediante condicionantes en la autorización de impacto ambiental, y en su caso, de cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La compensación por concepto de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se llevará a cabo en términos de lo dispuesto por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Los daños patrimoniales y los perjuicios sufridos podrán reclamarse de conformidad con el Código Civil Federal. Artículo 15. La compensación ambiental podrá ser total o parcial. En este último caso, la misma será fijada en la proporción en que no haya sido posible restaurar, restablecer, recuperar o remediar el bien, las condiciones o relación de interacción de los elementos naturales dañados. Artículo 16. Para la reparación del daño y la compensación ambiental se aplicarán los niveles y las alternativas previstas en este ordenamiento y las Leyes ambientales. La falta de estas disposiciones no será impedimento ni eximirá de la obligación de restituir lo dañado a su estado base. Artículo 17. La compensación ambiental consistirá en la inversión o las acciones que el responsable haga a su cargo, que	

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	generen una mejora ambiental, sustitutiva de la reparación total o parcial del daño ocasionado al ambiente, según corresponda, y equivalente a los efectos adversos ocasionados por el daño. Dicha inversión o acciones deberán hacerse en el ecosistema o región ecológica en donde se hubiese ocasionado el daño. De resultar esto materialmente imposible la inversión o las acciones se llevarán a cabo en un lugar alternativo, vinculado ecológica y geográficamente al sitio dañado y en beneficio de la comunidad afectada. En este último caso serán aplicables los criterios sobre sitios prioritarios de reparación de daños, que en su caso expida la Secretaría en términos de lo dispuesto por la Sección 5, Capítulo Tercero del presente Título. El responsable podrá cumplir con la obligación prevista en el presente artículo, mediante la contratación de terceros.	
Vinculación del proyecto con LFRA La aplicación de esta Ley implica que el promovente deberá evitar acciones u omisiones que puedan ocasionar daños ambientales y deberá cumplir estrictamente con las disposiciones legales, Normas Oficiales Mexicanas, autorizaciones, permisos y condicionantes ambientales aplicables. En particular, durante la construcción deberá garantizarse que las actividades de excavación, cimentación, instalación de estructuras, movimiento de maquinaria, manejo de materiales y generación de residuos no ocasionen alteraciones adversas y mensurables en los escurrimientos superficiales ni en los componentes ambientales relacionados. Asimismo, se establece como criterio prioritario que, ante cualquier afectación ambiental atribuible al proyecto, se deberá privilegiar la reparación del daño en el sitio donde éste se haya producido, procurando restituir las condiciones del Estado Base. La compensación ambiental tendrá carácter excepcional y procederá únicamente en los supuestos establecidos por la LFRA. Por lo anterior, el proyecto resulta jurídicamente vinculable con la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, siempre que su ejecución se realice bajo las medidas de prevención, mitigación, restauración y seguimiento ambiental correspondientes y en estricto apego a las autorizaciones y disposiciones ambientales aplicables**.**		
II.3.9 LEY GENERAL DE AGUAS Nueva Ley DOF 11-12-2025	Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia del derecho humano al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico; establece las bases, apoyos y modalidades para su acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos; su interdependencia con otros derechos humanos; distribuye competencias y establece los casos de concurrencia entre la Federación, entidades federativas y municipios. Artículo 5. Toda persona gozará del derecho humano al agua conforme a lo establecido en la Constitución y a los tratados e instrumentos internacionales de los que el Estado mexicano sea parte. Todas las autoridades, en el ámbito de su competencia	Artículo1. El proyecto deberá desarrollarse bajo criterios de uso sustentable y protección de los recursos hídricos, considerando que la obra tendrá interacción directa con un escurrimiento superficial Artículo 5. establecerse medidas preventivas tales como el manejo adecuado de materiales de construcción, combustibles, aceites, residuos y aguas residuales, evitando su incorporación al escurrimiento

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	tienen la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar el derecho humano al agua. El Estado mexicano deberá prevenir, investigar, sancionar y reparar las violaciones al derecho humano de acceso al agua en términos de las disposiciones legales aplicables, promoviendo que la reparación sea integral, pronta y expedita. Artículo 6. La aplicación de esta Ley se regirá por los siguientes principios: V Prevención: Conjunto de medidas para evitar que el daño ambiental de los recursos hídricos se verifique; VIII.- Sustentabilidad: Acciones de protección, restauración y conservación que garanticen el derecho de las generaciones presentes y futuras al acceso al agua de calidad y en cantidad suficiente; Artículo 14. Las políticas públicas en materia hídrica y sanitaria deberán fortalecer los sistemas de vigilancia de la salud pública, saneamiento e higiene y contribuir a la construcción de comunidades ambientalmente saludables a través de un manejo de los riesgos ambientales a la salud asociados con el agua, saneamiento e higiene Artículo 25. Son facultades de la Federación: I.- Formular, conducir e instrumentar la política nacional en materia de agua y saneamiento considerándolos como derechos humanos fundamentales de atención prioritaria; II.- Incorporar en la planeación y programación correspondiente, las acciones necesarias para la remediación, restauración, regeneración, conservación y protección de los ecosistemas, cuencas y cuerpos de agua; VII.- Celebrar convenios de coordinación con las entidades federativas, y de concertación con representantes de los sectores social y privado en materia de acceso, disposición y saneamiento de agua, y VIII.- Las demás que el presente ordenamiento u otras disposiciones legales otorguen a la Federación en materia del derecho humano al agua. Artículo 27. Son facultades de las entidades federativas, en términos de la presente Ley y de las leyes locales de la materia: I.- Formular, conducir y evaluar la política estatal y de la Ciudad de México en materia de agua y saneamiento, refiriéndolos como derechos humanos fundamentales de atención prioritaria,	Artículo 6. Las acciones de protección, restauración y conservación permitan garantizar el acceso al agua para las generaciones presentes y futuras. Artículo 25. Las áreas del escurrimiento y sus márgenes que resulten temporalmente afectadas por las actividades constructivas deberán ser objeto de medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, restauración. Artículo 27. Ante la construcción del puente deberán adoptarse medidas para prevenir cualquier contaminación del escurrimiento ocasionada por materiales, residuos sólidos, aguas residuales, combustibles, lubricantes o sustancias utilizadas durante la obra. Artículo 31. Esta disposición tiene una vinculación directa con el proyecto, debido a que el puente constituye infraestructura que será construida sobre un punto de concentración de escurrimiento. Por lo anterior, deberá evaluarse la vulnerabilidad de la propia infraestructura ante eventos hidrometeorológicos, principalmente lluvias intensas y avenidas extraordinarias, así como los posibles efectos que la obra pudiera generar aguas arriba y aguas abajo. El diseño deberá procurar que la estructura permita el adecuado desalojo del escurrimiento, evitando generar efectos de remanso, erosión localizada, socavación o desbordamiento que puedan afectar al puente, caminos, predios colindantes o población cercana.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	incorporando la perspectiva de género, enfoque de derechos humanos y el interés superior de la niñez; II.- Garantizar el disfrute del derecho humano al agua, mediante la regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de su jurisdicción, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas Artículo 31. La Estrategia Nacional tendrá un enfoque sistémico y contendrá los siguientes elementos: I.- Diagnóstico y evaluación de las acciones y medidas implementadas en el país, así como su desempeño en el contexto internacional; IV.- Evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad hídrica de ecosistemas, centros de población, equipamiento e infraestructura, sectores productivos y sociales;	

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Vinculación del proyecto con LGA Con base en los artículos analizados de la Ley General de Aguas, se determina que el proyecto" resulta jurídicamente vinculable con los principios de prevención, precaución, sustentabilidad, conservación y protección de los recursos hídricos, debido a su interacción con un escurrimiento superficial. La ejecución del proyecto deberá garantizar que la infraestructura no constituya una barrera para el flujo natural del agua y que las actividades constructivas no ocasionen contaminación, azolvamiento, erosión, modificación innecesaria del cauce o afectaciones a la calidad y cantidad del recurso hídrico.		

II.4 NORMAS JURÍDICAS ESTATALES

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
II.4.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla	Artículo 1**.** La presente Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones son de observancia obligatoria en el Estado de Puebla y tienen por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, así como sentar las bases para: II**.-** Delimitar la concurrencia del Estado y sus Municipios en materia de equilibrio ecológico y protección del medio ambiente; V. La prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo; VII**.-** El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, en el ámbito de su competencia, de manera que sean compatibles con la obtención de beneficios económicos; Artículo 5**.** Es competencia de la Secretaría	Artículo 1**.** Estas disposiciones resultan aplicables debido a que la construcción del puente requiere la participación coordinada de las autoridades competentes y debe desarrollarse bajo criterios de prevención y protección ambiental. El proyecto deberá incorporar medidas de prevención, mitigación y, cuando corresponda, restauración de las áreas que pudieran resultar afectadas. Artículo 5. La obra se encuentre dentro de los casos de competencia estatal, el promovente deberá sujetarse al procedimiento de evaluación ambiental correspondiente y obtener previamente la autorización que resulte aplicable. Artículo 10. La obra deberá guardar congruencia con los instrumentos de planeación y ordenamiento ambiental aplicables dentro del territorio municipal.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	VI.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades que no estén reservadas a la Federación, conforme a los preceptos correspondientes en la presente Ley Artículo 10. En cada Ayuntamiento, corresponderá a la Comisión Permanente de Desarrollo Urbano, Ecología, Medio Ambiente, Obras y Servicios Públicos, sin perjuicio de lo dispuesto por el Capítulo IX de la Ley Orgánica Municipal: I.- Facilitar la coordinación entre los Municipios y la comunidad y entre éstos y el Estado o la Federación; II.- Planear, difundir, orientar y ejecutar acciones en materias de preservación y control de los ecosistemas y la protección al ambiente; III.- Establecer las prioridades en el ordenamiento ecológico del Municipio; V.- Proponer el Programa Municipal de Protección al Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable; y93 VI.- Impulsar programas de educación ambiental en la comunidad, así como las demás que la misma determine.94 Artículo 20. Los lineamientos de las políticas y criterios de regulación ecológica derivados de los Programas de Ordenamiento Ecológico considerarán los siguientes ámbitos II.- La localización de la actividad productiva, industrial, comercial y de servicios, tomando en cuenta: a) La realización de obras públicas estatales y municipales;	Artículo 20. la ubicación y diseño de la infraestructura deberán procurar la menor alteración posible de los componentes ambientales existentes. En particular, deberán considerarse las condiciones del suelo, vegetación, cuerpos de agua, escurrimientos superficiales y demás elementos naturales presentes en el área del proyecto. Artículo 37. Se vincula directamente con este artículo debido a que las actividades de preparación del sitio y construcción representan una modificación física del entorno. Entre los impactos potenciales se encuentran la modificación de la cobertura superficial del suelo, compactación, generación de residuos, emisiones de partículas y gases, ruido, tránsito de maquinaria y, dependiendo de las características del sitio, posibles alteraciones sobre un cuerpo de agua o su zona de influencia. Artículo 38. considerando las características, dimensiones, ubicación y posibles efectos ambientales de la obra. En consecuencia, previo al inicio de la construcción deberá acreditarse el cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental que determine la autoridad competente. Artículo 43. el promovente deberá integrar la información técnica y ambiental necesaria para que la autoridad pueda determinar los posibles

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Artículo 37 Las personas físicas o jurídicas que pretendan realizar obras públicas o privadas, o su ampliación, así como actividades que modifiquen el ambiente, deberán sujetarse al procedimiento de evaluación del impacto ambiental a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente y contar, previamente a su ejecución u operación, con la autorización de la Secretaría Artículo 38 La Secretaría evaluará el impacto ambiental y, en su caso, el riesgo ambiental de las obras y actividades que no sean competencia de la federación, particularmente las siguientes: I.- Obra pública estatal y municipal; Artículo 43 Para la evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere esta Ley, los interesados presentarán a la Secretaría, un informe preventivo ambiental o una manifestación de impacto ambiental, según corresponda. En cualquiera de los casos, la Secretaría contará con veinticinco días hábiles para realizar dicha evaluación. Artículo 48 Los Ayuntamientos condicionarán las autorizaciones de uso de suelo, licencias de construcción y operación tratándose de las obras a que se refiere esta Ley, a la autorización en materia de impacto ambiental)	efectos derivados de la construcción del puente. Artículo 48. el promovente deberá acreditar ante las autoridades correspondientes la obtención de la autorización ambiental que resulte aplicable, además de cumplir con los requisitos de uso de suelo, construcción y demás permisos que correspondan conforme a la legislación estatal y municipal.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
Vinculación del proyecto con LFRA En términos de la Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla y su Reglamento, la construcción del puente vehicular puede considerarse ambientalmente viable, siempre que el proyecto se ajuste a los instrumentos de planeación aplicables, obtenga previamente las autorizaciones ambientales que correspondan y ejecute las medidas de prevención, mitigación, compensación y control necesarias para evitar o reducir los impactos sobre el entorno**.**		
II.4.2Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla	Artículo 1, fracciones I y III. La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto: I.- Garantizar el derecho de toda persona de contar con un medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención y regulación de la generación, caracterización, la valorización y la gestión integral de residuos de competencia estatal y municipal; y III.- Prevenir la contaminación de sitios por residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como llevar a cabo la remediación en su caso. Artículo 15. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos o reciclables y no reciclables con el objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, para procurar su reutilización y/o reciclaje de conformidad con esta Ley, su Reglamento y demás disposiciones jurídicas en la materia. Artículo 16, Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, con excepción de aquéllos que resulten peligrosos: Fracción VII.- Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general.	Artículo 1. Establece las bases para prevenir la generación y promover la gestión integral de los residuos, considerando los principios de protección ambiental y aprovechamiento sustentable de los recursos. Así como el promovente obliga a establecer criterios para el manejo integral de los residuos, procurando minimizar los impactos ambientales asociados con su generación y disposición. Artículo 15. La correcta aplicación de este artículo permitirá establecer una trazabilidad del manejo de los residuos generados por el proyecto, reduciendo riesgos de contaminación y fortaleciendo el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la ejecución de la obra. Artículo 16. Esta disposición deberá observarse mediante la implementación de un sistema de manejo de residuos dentro del área de trabajo. Se deberán establecer sitios específicos para el almacenamiento temporal, procurando que éstos se encuentren delimitados, identificados y acondicionados de manera que se evite la dispersión de materiales por viento, lluvia o escurrimientos superficiales. Artículo 39. El proyecto, deberá establecerse un procedimiento para el almacenamiento temporal y retiro periódico de los residuos, evitando que éstos permanezcan durante periodos prolongados en los frentes de trabajo

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Artículo 39, fracciones I, II, III y IV. En relación con el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe: Depositar o verter residuos de cualquier tipo o especie en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines; Incinerar residuos a cielo abierto o en cualquier equipo de combustión como fuente fija o dar tratamiento a residuos sin la autorización correspondiente; Instalar tiraderos a cielo abierto; y Recibir residuos de otros Estados, salvo los que provengan de conformidad con los convenios que se celebren en términos de la Ley aplicable.	
II.4.3 Reglamento de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla	Artículo 1. El presente ordenamiento es de interés público y de observancia general en la Entidad y tiene por objeto proveer en el ámbito administrativo, el exacto cumplimiento de las disposiciones de la Ley para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla. Artículo 7. De conformidad con lo que señala el artículo 13 de la Ley, los residuos sólidos urbanos	Artículo 1. La construcción constituye una actividad en la que se prevé la generación de diversos tipos de residuos derivados de las actividades propias de la obra. Entre ellos pueden encontrarse residuos sólidos urbanos generados por los trabajadores, tales como envases, empaques, papel, cartón y residuos orgánicos, así como residuos de manejo especial asociados con las actividades de construcción, particularmente materiales producto de excavaciones, sobrantes de materiales pétreos, concreto, mezclas asfálticas,

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	se subclasificarán de forma enunciativa más no limitativa, en: Residuos orgánicos: Desperdicio alimenticio, frutas, verduras, legumbres, café, cáscaras de huevo; Desechos de poda de jardín, flores, pasto, árboles, hojas, putrescibles, y Desechos de lenta degradación. Residuos inorgánicos: Papel y cartón: periódico, revistas, productos de papel; Vidrio: botellas y frascos; Plásticos: bolsas, envolturas, envases, empaques, embalajes; Metal: latas, tapaderas, corcholatas; Electrodomésticos: refrigeradores, estufas, planchas, ventiladores, y Desechos sanitarios: papel sanitario, toallas sanitarias, pañales desechables y otros generados en higiene personal. Artículo 8. Además de la clasificación de los residuos de manejo especial, que se señalan en el artículo 16 de la Ley, se consideran los siguientes: Residuos de procesos que son generados en el conjunto de actividades relativas a la producción, obtención, elaboración, fabricación, preparación, conservación, mezclado, condicionamiento, envasado, manipulación, ensamblado, transporte, distribución, almacenamiento, y expendio o suministro al público de productos y servicios.	madera, empaques y otros residuos derivados de los procesos constructivos, de acuerdo con sus características y clasificación aplicable El proyecto contempla dentro de sus medidas ambientales la Artículo 7. colocación de contenedores, la delimitación de áreas de almacenamiento temporal, la recolección periódica y el traslado de los residuos hacia instalaciones o sitios autorizados, según corresponda.

Nombre del instrumento jurídico	Disposiciones y restricciones aplicables al Proyecto en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	Congruencia o cumplimiento del Proyecto (argumentos jurídicos o técnicos, acciones o actividades de como el Proyecto se ajustará al instrumento)
	Residuos de consumo, derivados de la eliminación de productos y de sus envases y embalajes; y Los demás que reúnan las características establecidas en las disposiciones legales aplicables	

Vinculación del proyecto con Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla Y su Reglamento correspondiente

En términos de la **Ley y su Reglamento**, la construcción **resulta jurídicamente viable en materia de residuos**, siempre que durante las etapas de preparación del sitio, construcción y limpieza se implemente un manejo integral de los residuos generados. Esto implica su **identificación, separación, almacenamiento temporal, aprovechamiento, recolección, transporte y disposición final en sitios autorizados**, evitando en todo momento su dispersión o depósito en el cuerpo de agua, cauce, suelo o áreas colindantes.

Por lo anterior, la vinculación normativa se considera **compatible y atendible mediante la implementación de medidas de prevención, manejo y disposición adecuada de los residuos**, sin que la generación de residuos propia de la obra constituya, por sí misma, un impedimento para su ejecución.

II.5. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO APLICABLES

La LGEEPA define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación, y son los siguientes:

- Ordenamiento general,
- Ordenamiento marino,
- Ordenamiento regional y
- Ordenamiento local.

A continuación, se presenta la vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico aplicables al proyecto por su ubicación, dimensión, características y alcance.

II.5.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

El POEGT es un instrumento de política ambiental, cuyo objeto es orientar la ocupación y el aprovechamiento del territorio nacional mediante la definición de políticas ambientales, estrategias ecológicas y lineamientos para promover el desarrollo sustentable, la conservación de los ecosistemas y el uso racional de los recursos naturales.

Su alcance NO tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Cada sector tiene sus prioridades y metas, sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con las prioridades establecidas en este programa y sin menoscabo del cumplimiento de programas de ordenamiento ecológico locales o regionales vigentes.

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB)

La zona de estudio y del proyecto se ubica geográficamente dentro de la Unidad Ambiental Biofísica denominada: **"UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)"**

.

CARACTERÍSTICAS DEL SITIO A INTERVENIR	
Unidad Ambiental Biofísica.	57 "Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla"
Región Ecológica.	16.10
Área de Atención Prioritaria.	Media
Política Ambiental.	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable.
Estrategias Sectoriales	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

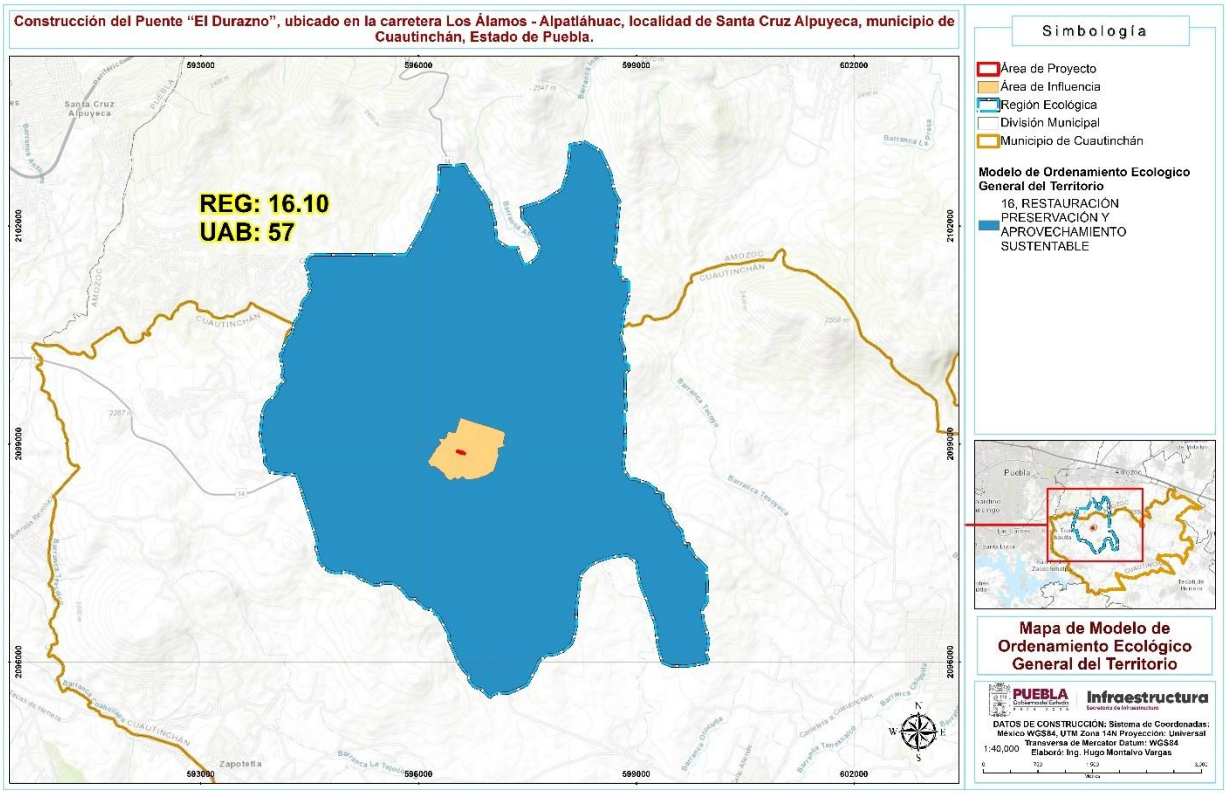


Imagen 1. Ubicación del proyecto en la UAB 57 "Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla región 16.10".

A continuación, se describen las estrategias ecológicas correspondientes al sitio a intervenir

UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio.	A) PRESERVACIÓN
	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
	ESTRATEGIAS ECOLÓGICAS
	B) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE
	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.
	C) PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES
	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
	D) RESTAURACIÓN
	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
	E) APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES Y ACTIVIDADES ECONÓMICAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de tecnologías y fuentes primarias de generación e impulsar especialmente, a través de mecanismos específicos, el uso de fuentes de energía que no aumenten la emisión de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, fomentando el aprovechamiento de fuentes

UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)	
	renovables de energía y biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.	C) AGUA Y SANEAMIENTO
	28. Consolidar la calidad del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
	D) INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO URBANO Y REGIONAL
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
	E) DESARROLLO SOCIAL
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	A) MARCO JURÍDICO
	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
	B) PLANEACIÓN DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL
	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

Vinculación el proyecto con del POEGT

La construcción del puente se **considerar compatible y ambientalmente viable**, debido a que las estrategias del POEGT no impiden por sí mismas la ejecución del proyecto.

Sin embargo, el proyecto debe cumplir con las medidas de prevención, mitigación y restauración para evitar afectaciones a los ecosistemas, biodiversidad, suelo y, particularmente, a los recursos hídricos.

Por lo anterior, el proyecto deberá ejecutarse exclusivamente dentro de las áreas autorizadas, aplicando buenas prácticas ambientales durante la preparación del sitio, construcción y operación,

II.5.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL ESTADO DE PUEBLA

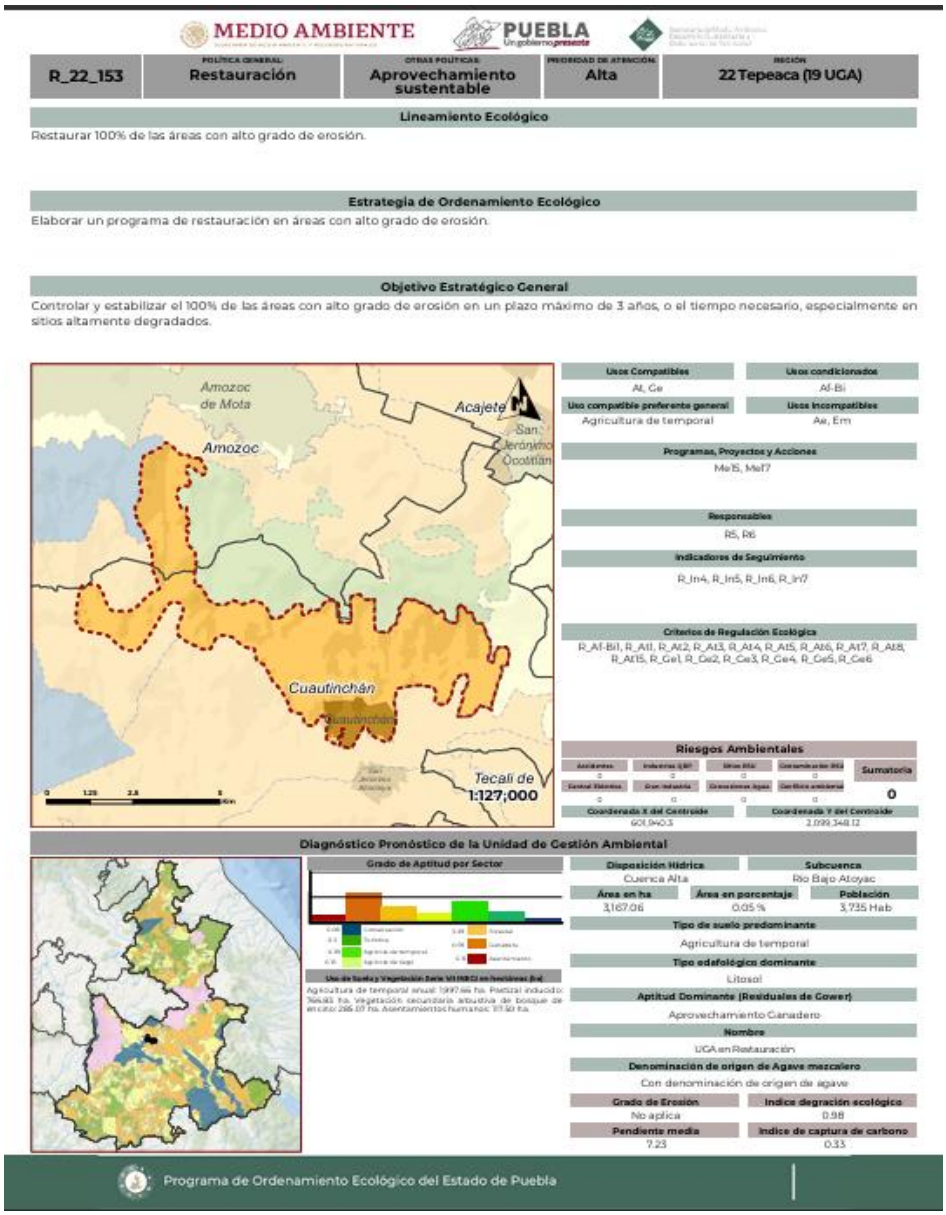
El programa es un instrumento de política ambiental de carácter obligatorio en todo el territorio Estatal; tiene como propósito orientar el desarrollo territorial bajo criterios de sustentabilidad, promoviendo el aprovechamiento racional de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas, la prevención del deterioro ambiental y la compatibilidad entre las actividades económicas y la protección del medio ambiente.

Para su aplicación, el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Puebla delimita 413 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), clasificadas en cuatro políticas ecológicas: protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable.

Unidades de Gestión Ambiental.

Una UGA es una unidad estratégica de manejo del territorio con atributos físico-bióticos, socioeconómicos y de aptitud homogéneos, que facilita el consenso entre sectores y reduce conflictos ambientales sobre el uso del suelo bajo un manejo administrativo común. Es considerada la unidad mínima del área de ordenamiento ecológico a la cual se le asignan Políticas ambientales, Lineamientos, Estrategias y Criterios de Regulación Ecológica (CRE).

En relación con, lo anterior el proyecto se ubica geográficamente dentro de la Unidad de Gestión Ambiental UGA delimitada en el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Puebla (POEEP), la cual tiene asignada una política ambiental.



A continuación, se describe los criterios de regulación ecológica aplicables al proyecto

R_Af-Bi1	Las áreas de aprovechamiento forestal están orientadas a recuperar y ampliar la frontera forestal sobre terrenos agropecuarios o con vegetación secundaria, a través del enfoque ecosistémico y fomentar el manejo forestal sustentable
R_At1	Los análisis de suelos agrícolas y de sustentabilidad se realizarán de manera bianual para restaurar y mantener los nutrientes y condiciones que permitan sostener la actividad productiva.
R_At2	La rotación y asociación de cultivos compatibles deberá implementarse en las áreas agrícolas con el objetivo de restablecer la salud y productividad del suelo, promoviendo la biodiversidad y reduciendo la dependencia de insumos externos como fertilizantes y pesticidas. Estas prácticas contribuirán a mejorar la estructura del suelo, aumentar su capacidad de retención de nutrientes y agua, y prevenir la erosión, garantizando una producción agrícola sostenible a largo plazo

R_At3	El control de plagas biológico se usará como método principal y se reducirá el uso de químicos para restaurar el ambiente y la salud pública, así como para mejorar la producción agrícola.
R_At5	La plantación de árboles frutales y vegetación nativa se llevará a cabo en los límites de los terrenos para restaurar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Se debe evitar el uso de especies exóticas.
R_At5	Se utilizarán técnicas de surco y cercas vivas por curva de nivel para prevenir, controlar y restaurar la perdida de suelo, por efecto de la erosión
R_At6	Las comunidades y pequeños propietarios deberán recibir capacitación en técnicas de restauración, cuidado y conservación de las actividades productivas y proteger los ecosistemas degradados.
R_At7	Se adoptarán sistemas agroforestales como una técnica para recuperar la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y mejorar la productividad.
R_At8	Los productores agrícolas crearán sistemas de captación y distribución de agua pluvial como presas, ollas o aljibes en sus terrenos para cubrir parte de su demanda, contribuir a la recarga de acuíferos y reducir la presión sobre el recurso hídrico.
R_At15	En la UGA no estará permitido el uso de cañones antigranizo debido a su potencial para alterar el ciclo hidrológico natural, impactar negativamente en la biodiversidad local y comprometer la seguridad hídrica, conforme a lo establecido en las leyes ambientales federal y estatal.
R_Ge1	Los sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles son compatibles y se utilizarán para la restauración de los servicios ecosistémicos y revertir los daños causados por la actividad ganadera
R_Ge2	Los productores deberán recibir asistencia técnica y diseñar modelos financieros que faciliten la transición hacia prácticas de ganadería regenerativa.
R_Ge3	Los residuos ganaderos generados por pequeños productores se tratarán mediante sistemas de compostaje para evitar la degradación y contaminación del suelo, agua y atmósfera.
R_Ge4	Los productores ganaderos deberán sumarse a proyectos de restauración y conectividad ecológica del país, por ejemplo, los límites de los terrenos deberán tener plantaciones de árboles frutales y vegetación nativa para favorecer la biodiversidad y la restauración de los servicios ecosistémicos
R_Ge5	Los medianos y grandes productores ganaderos deberán contar con sistemas de recolección, almacenamiento y tratamiento de residuos sólidos de manejo especial (excretas) para evitar la degradación ambiental y aprovechar el potencial de este material.
R_Ge6	Los productores ganaderos crearán sistemas de captación y distribución de agua pluvial como presas, ollas o aljibes en sus terrenos para cubrir parte de su demanda.

Vinculación el proyecto con del POEEP

Con base en los criterios de regulación ecológica analizadas del *Programa*, **se considera que la construcción del puente vehicular es** *ambientalmente viable*, **debido a que las estr**ategias señaladas no establecen una prohibición expresa para la construcción de proyecto.

II.6. PROGRAMA Y O PLANES DE DESARROLLO URBANO

II.6.1 PROGRAMA ESTATAL DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE DE PUEBLA

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUEP), de acuerdo con la legislación nacional y estatal relativa a los asentamientos humanos, es un instrumento esencial de la planeación del territorio. Se desprende de los objetivos de las políticas públicas territorial, regional y urbana preestablecidas en el Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024; ruta a seguir para el manejo eficiente del territorio, y del devenir sustentable de nuestras regiones y ciudades, entendidas como territorios difusores de inclusión y bienestar.

Así, en arreglo a los principios universales de la Nueva Agenda Urbana que nutren el espíritu de nuestro marco legal y normativo, este programa se propone generar las condiciones de su desarrollo regional y local, en respuesta a las demandas urbanas y ambientales, basadas en una participación activa de la sociedad respaldada por pruebas y evidencia.

El presente PEOTDUEP considera, entre sus objetivos, estrategias y criterios de ordenamiento territorial, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico sostenible, los cuales buscan en primera instancia priorizar la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, así como fomentar el desarrollo económico en armonía con el entorno natural, tal como se desarrolla en el apartado Objetivos, Políticas y Estrategias generales, del Capítulo 6. Modelo de Ordenamiento territorial.

En ese tenor, las actividades que cumplan con las autorizaciones correspondientes por parte de los tres órdenes de gobierno en el ámbito de sus atribuciones podrán ser desarrolladas de conformidad con la legislación aplicable.

CARACTERIZACION DEL MODELO TERRITORIAL

Sectores Territoriales

Tomando como referencia el diagnóstico realizado, la síntesis de la dinámica territorial, así como la actual regionalización establecida en el Plan Estatal de Desarrollo, se generó una Sectorización Territorial del estado con la intención de prefigurar los distintos escenarios y explicar de forma sencilla las principales dinámicas territoriales que se desarrollan en los diferentes sectores de la entidad, pues aun cuando sus 22 regiones son heterogéneas, es posible identificar pautas y tendencias que permiten agrupar regiones y explicar escenarios diferenciados a nivel de grandes sectores territoriales.

De esta manera, el territorio estatal fue dividido en cuatro Sectores Territoriales:

1. El primero corresponde al Sector Territorial Sierra Norte, integrado por las regiones de Xicotepec, Huauchinango, Zacatlán, Huehuetla, Zacapoaxtla, Teziutlán y Chignahuapan;
2. El segundo, se identificó como el Sector Territorial Libres, el cual agrupa a las regiones de Libres y Quimixtlán;
3. **El tercero definido corresponde al Sector Territorial Angelópolis-Tehuacán, integrado por las regiones de Acatzingo, Ciudad Serdán, Tecamachalco, Tehuacán, Sierra Negra, Atlixco, San Martín Texmelucan, Área Metropolitana de la ciudad de Puebla y Tepeaca, y**
4. El cuarto es el Sector Territorial Mixteca, integrado por las regiones de Izúcar de Matamoros, Chiautla, Acatlán y Tepexi de Rodríguez.

Esta sectorización obedece a la necesidad concreta de aplicar políticas y estratégicas idóneas al territorio, y que respondan al horizonte de planeación proyectado, además de que permite diseñar soluciones particulares en función de la diversidad territorial del Estado.

De lo anterior, el proyecto se ubica en el **Sector Territorial Angelópolis-Tehuacán**, como se aprecia en la siguiente imagen.

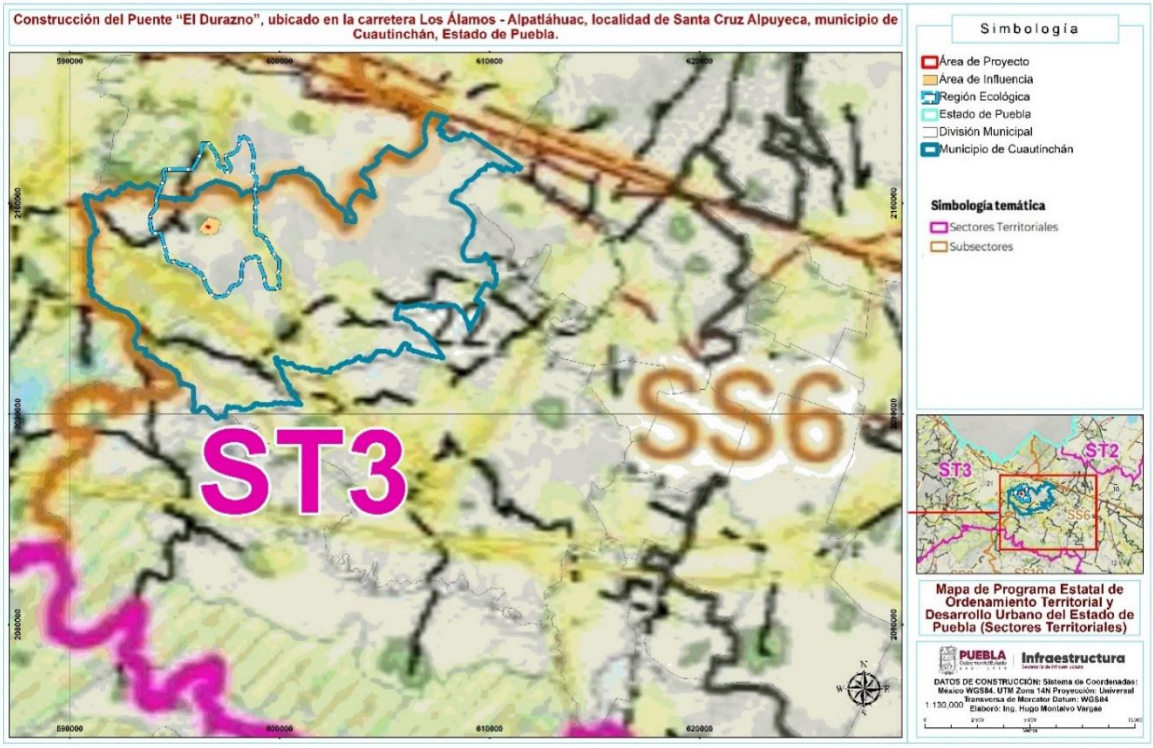


Imagen 2. **Ubicación del proyecto en la Política Territorial clasificada en el PEOTDUEP como "Sector Territorial Angelópolis-Tehuacán"**

ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN.

Modelo de Ordenamiento Territorial

El presente PEOTDUEP considera, entre sus objetivos, estrategias y criterios de ordenamiento territorial, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo económico sostenible, los cuales buscan en primera instancia priorizar la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, así como fomentar el desarrollo económico en armonía con el entorno natural.

Objetivos. Los objetivos del PEOTDUEP se basan en una profunda comprensión de los antecedentes y las necesidades específicas de Puebla, y buscan promover un desarrollo integral que equilibre el crecimiento económico con la preservación del entorno natural y el enriquecimiento de la vida cultural de sus habitantes.

En tal sentido, los objetivos se diseñan para abordar estos antecedentes de manera integral y eficaz, guiando el camino hacia un Puebla más resiliente y sostenible.

Los objetivos son:

1. Promover una gestión territorial sostenible y una planificación urbana eficiente en las zonas metropolitanas y el sistema de ciudades del estado de Puebla, y de la interacción urbano-rural, para desacelerar el ritmo de expansión urbana, fomentar la compactación urbana y garantizar la sustentabilidad a largo plazo.
2. Promover la gestión sostenible y responsable de los recursos naturales y las áreas de valor ambiental en el estado, asegurando su preservación y aprovechamiento de manera que no comprometa su capacidad de regeneración a largo plazo.
3. Fomentar la generación y adopción de energías renovables limpias y sostenibles en el estado de Puebla, con un impacto efectivo y positivo en la calidad de vida de los habitantes.
4. Fomentar el desarrollo económico sostenible en el estado de Puebla, promoviendo la valorización de los recursos naturales, culturales y sociales, a través del impulso de iniciativas locales y la creación de

cadenas productivas integradas, con el fin de reducir las disparidades regionales y mejorar la calidad de vida de la población.
5. Fomentar una participación ciudadana activa, equitativa e inclusiva en todas las etapas de la planificación, implementación y gobernanza del ordenamiento territorial y desarrollo urbano en el estado de Puebla, al mismo tiempo que se fortalece la coordinación interinstitucional.
6. Fomentar la Resiliencia y la Adaptación al Cambio Climático en el Desarrollo Urbano y Territorial.

Por tanto, los objetivos listados se presentan como un conjunto integral y orientado a la acción para abordar los desafíos que enfrenta el estado, y abarcan desde la promoción de un desarrollo urbano sostenible hasta la conservación de recursos naturales, la reducción de desigualdades regionales y la promoción de la participación ciudadana.

Políticas Territoriales. El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUEP) para el Estado de Puebla se basa en un modelo integral que considera políticas de Consolidación, Crecimiento, Mejoramiento, Conservación y Protección.

Al ser un programa integral, considera las diferentes dimensiones de la planificación, desde el crecimiento de los centros de población hasta la conservación del patrimonio natural y cultural. Esto garantiza un enfoque equilibrado que promueve el desarrollo sostenible y la protección del entorno ambiental y cultural, así como la alineación de los distintos instrumentos legales y de planeación tanto federales como estatales, que permitan una adecuada armonización entre los mismos, y permitan, a su vez, facilitar su alineación por parte de los instrumentos municipales.

Ahora bien, para la aplicación de estas políticas, se adopta la Sectorización Territorial.

En el siguiente Cuadro, se puede observar las políticas aplicables para cada Sector Territorial:

Políticas relativas al Ordenamiento Territorial y al Desarrollo Urbano por Sector Territorial

Tipo de política aplicable

Sector Territorial	ST I Sierra Norte				ST II Libres				ST III Angelópolis-Tehuacán				ST IV Mixteca			
Política	Área ambiental	Agrícola	Centro de población	Cuerpos de agua y ríos	Área ambiental	Agrícola	Centro de población	Cuerpos de agua y ríos	Área ambiental	Agrícola	Centro de población	Cuerpos de agua y ríos	Área ambiental	Agrícola	Centro de población	Cuerpos de agua y ríos
Consolidación			a				a				a				a	
Crecimiento							a									
Mejoramiento			a				a				a				a	
Conservación / Preservación	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Protección	a			a	a			a	a			a	a			a

Fuente: Elaboración propia.

Derivado de Lo anterior, conforme al **Sector Territorial Angelópolis-Tehuacán**, zona donde se ubica el proyecto, la política territorial establecida es la de **Conservación/Preservación**. Al respecto, el PEOTDUEP señala lo siguiente:

Políticas particularizadas al Sector Territorial III Angelópolis-Tehuacán

Para el Sector Territorial III Angelópolis-Tehuacán, que incluye una de las áreas metropolitanas más dinámicas del estado de Puebla (y del país) así como la región de Tehuacán (integrado por las regiones de Acatzingo, Ciudad Serdán, Tecamachalco, Tehuacán, Sierra Negra, Atlixco, San Martín Texmelucan, Área

Metropolitana de la ciudad de Puebla y Tepeaca), las políticas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano se han diseñado para responder a los desafíos específicos y aprovechar las oportunidades únicas de esta región diversa y poblada.

La política territorial de **Conservación y Preservación** tiene como objetivo proteger y mantener el patrimonio natural y cultural del sector, que incluye valiosos ecosistemas y áreas de significativo valor histórico y arquitectónico. Se implementarán acciones para preservar este patrimonio, como el manejo sostenible de recursos naturales, la protección de áreas de servicios ambientales y la promoción del turismo cultural y ecológico. De manera particular, se pondrá especial énfasis en la conservación de áreas naturales y ecosistemas, y la promoción de zonas agrícolas y turísticas sustentables.

Políticas particularizadas al Sector Territorial III Angelópolis-Tehuacán

De manera específica, la aplicación de las políticas territoriales implicará para esta región: **Consolidación, Crecimiento, Mejoramiento, Conservación/Preservación**

La política territorial de **Conservación/Preservación**, aplicable al sitio del proyecto establece:

Conservación y Preservación proteger y mantener el patrimonio natural y cultural del sector, que incluye valiosos ecosistemas y áreas de significativo valor histórico y arquitectónico. Se implementarán acciones para preservar este patrimonio, como el manejo sostenible de recursos naturales, la protección de áreas de servicios ambientales y la promoción del turismo cultural y ecológico.

- **Conservación/Preservación**. Proteger las áreas agrícolas y ambientales, promoviendo prácticas sostenibles que apoyen la biodiversidad y el patrimonio paisajístico.

Estrategias. La estrategia general del Programa de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Puebla (PEOTDUEP) es la siguiente:

- Desarrollar un Estado de Puebla equitativo, sostenible y resiliente que:
- Promueva la integración armónica de sus territorios.
- Fomente la preservación de su patrimonio ambiental, cultural e histórico.
- Garantice el acceso a servicios básicos de calidad.
- Estimule la diversificación económica y el crecimiento regional; y
- Mejore la calidad de vida de sus habitantes.

Esto se logrará mediante la implementación de líneas estratégicas que gestiones eficientemente los recursos naturales e hídricos; promueva la conectividad; impulsan la colaboración entre áreas rurales y urbanas; y fortalezcan las capacidades institucionales y de gobernanza; todo ello en armonía con los principios de corresponsabilidad y resiliencia territorial.

Las estrategias que el PEOTDUEP contempla son las siguientes:

Ejes estratégicos para el Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible y Sustentable



Ejes estratégicos que se alinean con los indicados por SEDATU

De lo anterior, la estrategia temática que se relaciona con el proyecto es la siguiente:

10. Mejora en conectividad y accesibilidad a los diversos territorios del Estado que contribuya a una mejor calidad de vida de los habitantes

Esta estrategia tiene como objetivo mejorar la infraestructura de transporte y comunicaciones para promover una mayor conectividad y accesibilidad en todo el estado. Busca facilitar el desplazamiento de las personas, el transporte de mercancías y el acceso a servicios básicos, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Criterios Generales de Ordenamiento Territorial.

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUEP) de Puebla se alinea con las metas y lineamientos regionales específicos para el Sistema Urbano Rural (SUR) Centro III (Puebla Tlaxcala), que incluye Puebla, Tlaxcala, Morelos y Oaxaca. A continuación, se detalla cómo el programa aborda estas metas en las regiones que corresponden a este SUR:

El PEOTDUEP se alinea con el objetivo de fortalecer la sinergia entre los asentamientos humanos en las regiones que forman parte del SUR Centro III. En la Región 10 Acatzingo, la Región 12 Tecamachalco), la Región 13 Tehuacán (incluyendo a Santiago Miahuatlán) y otras, se promueve la mejora de las redes de infraestructura y se fomenta la cooperación entre municipios para gestionar de manera más eficiente el crecimiento territorial.

El PEOTDUEP busca mejorar la conectividad entre las regiones dentro del SUR Centro III, impulsando la Infraestructura Logística, facilitando el transporte de mercancías y personas hacia los mercados regionales de Tlaxcala y Morelos. La inversión en carreteras y redes ferroviarias forma parte de esta estrategia.

El programa también incluye políticas para mejorar los Servicios Básicos: el abastecimiento de agua potable, energía eléctrica, saneamiento y tratamiento de residuos.

El PEOTDUEP fomenta la colaboración entre los niveles de gobierno para asegurar que las estrategias del SUR Centro III se implementen de forma adecuada, por medio de estrategias y acciones de Coordinación Interinstitucional y de Colaboración entre Niveles de Gobierno. La planificación de proyectos de infraestructura y la coordinación entre estados es esencial para maximizar el potencial de estas regiones

Por tanto, el PEOTDUEP incluye estrategias que reflejan las metas y lineamientos del SUR Centro III, asegurando que las regiones de Puebla dentro de esta división se integren eficazmente en el desarrollo territorial. La mejora de la infraestructura, la inclusión socioeconómica y la conservación de los recursos naturales forman parte esencial de las políticas que aseguran un crecimiento sostenible, equitativo e inclusivo en estas regiones.

Zonificación Primaria

La zonificación primaria desempeña un papel fundamental en la planificación territorial y el desarrollo sostenible de cualquier territorio; a través de la identificación de las áreas urbanas y las no urbanas, las urbanizables y las no urbanizables, se establece una base sólida para la toma de decisiones estratégicas que abordan de manera específica las necesidades y desafíos del territorio. Tiene por objeto lograr un equilibrio entre el desarrollo humano y la conservación ambiental, garantizando un futuro sostenible y próspero para Puebla. Es una herramienta fundamental para abordar estos desafíos y garantizar un futuro sostenible para el estado de Puebla. La precisión de esta zonificación es esencial para tomar decisiones informadas en la planificación urbana y el ordenamiento territorial.

A través de un análisis exhaustivo, considerando las diversas capas de información crítica sobre el uso actual del territorio, por medio de este enfoque estratégico se han identificado cinco zonas clave en el estado: 1) Zonas ambientales. 2) Zonas agrícolas. 3) Zonas con impacto urbano. 4) Zonas urbanas consolidadas o centros urbanos. 5) Cuerpos de agua. Cada zona presenta una característica específica en el territorio que la identifica siendo respaldada por los análisis presentados en este instrumento. Esta clasificación conforma el cimiento sostenible de la planificación territorial y urbana para el estado de Puebla.

A continuación, en la siguiente carta de **Zonificación Primaria** del **PEOTDUEP** que se presenta, se corrobora la ubicación del proyecto en **la Categoría/Zona Agrícola** del **Área No Urbanizable**.

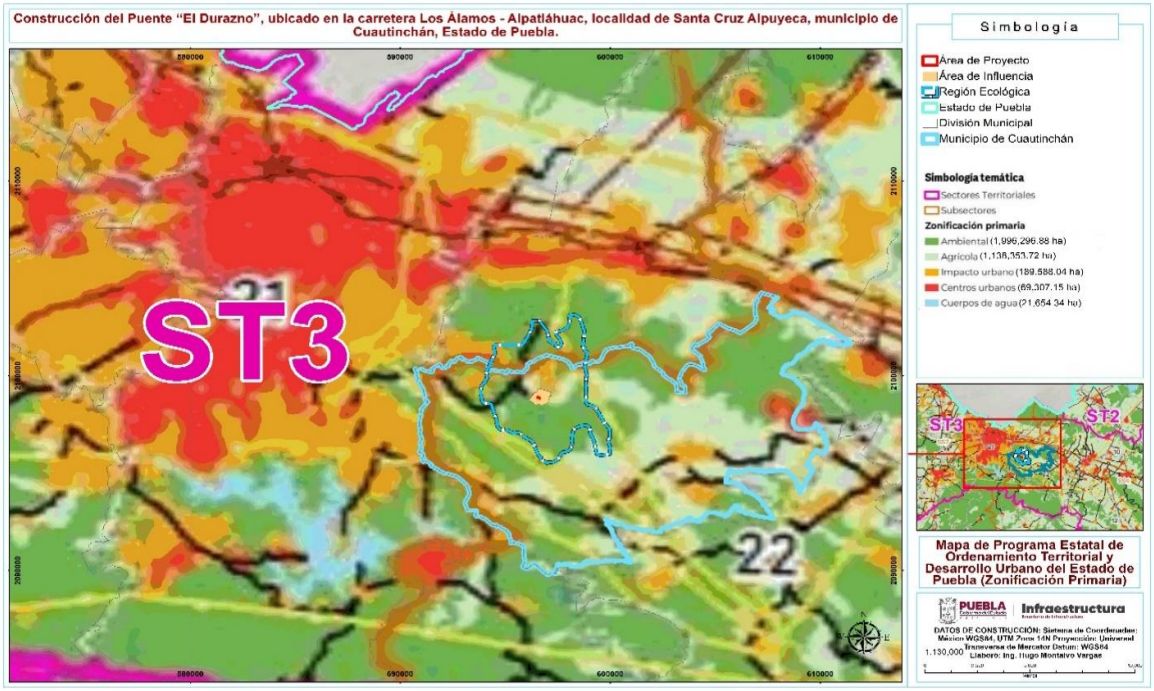


Imagen 3. **Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Puebla respecto a la Zonificación Primaria.**

Categorías y políticas que contempla la Zonificación Primaria

El Programa Estatal de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano (PEOTDUEP) de Puebla establece una zonificación primaria que define cinco zonas o categorías principales para la distribución de su territorio, las cuales corresponden a áreas urbanizadas, urbanizables y no urbanizables, según la siguiente tabla:

Jueves 5 de septiembre de 2024 **Periódico Oficial del Estado de Puebla** (Quinta Sección) 321

Categoría de la zonificación y tipo de área a la que corresponden			
Categoría / Zona	Tipo de área		
	Urbanizada	Urbanizable	No urbanizable
1. Ambiental			✓
2. Agrícola			✓
3. Centros Urbanos	✓		
4. Impacto Urbano		✓	
5. Cuerpos de Agua			✓

Al respecto, la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano del Estado de Puebla, establece que:

- Las áreas urbanizadas, son el territorio ocupado por los asentamientos humanos con redes de infraestructura, equipamientos y servicios (áreas urbanas y suburbanas)
- Las áreas urbanizables, son el territorio para el crecimiento urbano contiguo a los límites del área urbanizada del centro de población (reserva para crecimiento).
- Las áreas no urbanizables, son el territorio que no puede ser urbanizable por razón de las siguientes causas:
  - Para preservación ecológica con vocación forestal o ambiental, como las áreas naturales protegidas o las zonas de valor ambiental para el equilibrio ecológico.
  - Para mantenimiento de actividades productivas con características de aprovechamiento sustentable, como las áreas agrícolas o agropecuarias.
  - Restringidas por riesgos, como las zonas delimitadas como de alto riesgo.

A continuación, se establecen para cada una de estas categorías las siguientes políticas en materia de ordenamiento territorial y ambiental, conforme a la legislación correspondiente:

	Categoría de la zonificación y políticas a aplicarse							
Categoría / Zona		Políticas de ordenamiento territorial				Políticas ambientales		
	Impulso (crecimiento)	Consolidación	Control	Prevención y protección	Mejoramiento	Conservación, preservación y protección	Aprovechamiento sustentable	Restauración
1. Ambiental						✓		✓
2. Agrícola							✓	✓
3. Centros Urbanos	✓	✓	✓	✓	✓			
4. Impacto Urbano	✓		✓		✓			
5. Cuerpos de Agua						✓	✓	✓

Fuente: Elaboración propia

Vinculación del PEOTDUEP con el proyecto:

El proyecto del puente vehicular en el municipio CUAUTINCHÁN PUEBLA se emplaza dentro del **"Sector Territorial III Angelópolis-Tehuacán**" y su correspondiente **"Región 22 TEPEACA".** Al sitio de intervención le corresponde la Política Territorial de **Conservación/preservación**_ dictada por el PEOTDUEP, mientras que su Zonificación Primaria le asigna **Agrícola** formalmente las Políticas Ambientales de **Restauración y Aprovechamiento Sustentable.**

Referente al área no urbanizables, donde se ubica el proyecto se manifiesta que, su sola construcción no implica un proceso de urbanización, bajo ninguna circunstancia pretende el establecimiento o desarrollo de población definitiva o transitoria Si bien permitirá un rápido y fácil acceso en la región dedicada a la agricultura temporal de maíz y frijol, además de brindar una vialidad de mayor seguridad para los habitantes de las localidades de Cuautinchán, Santa Cruz Alpuyeca, y Alpatláhuac, también comunicando de manera más directa a las comunidades por donde la carretera cruzará impulsando la zona.

Se tendrá como sinergia el desarrollo de un mejor nivel de servicio de transporte tanto comercial como para los traslados hacía sus zonas de empleo, siendo que se generarán ahorros en los costos de operación vehicular, así mismo, se disminuirá el tiempo de recorrido y se incrementará la seguridad de los usuarios, coadyuvando al desarrollo de la región que tiene un desarrollo básicamente agrícola como actividad económica principal.

II.6.2 Plan Estatal de Desarrollo Puebla 2024-2030

Eje 4. Desarrollo Urbano Y Crecimiento Sostenible
Temática; Infraestructura
ESTRATEGIA **4.2.1.3 Fortalecimiento de la movilidad y conectividad terrestre a través de la infraestructura.**
LÍNEAS DE ACCIÓN **4.2.1.3.1 Mejorar las condiciones de la infraestructura vial estatal en los municipios y regiones del estado.** **4.2.1.3.2 Ampliar los circuitos carreteros de las regiones del estado** **4.2.1.3.3 Incrementar la conectividad carretera y ferroviaria en el estado.** **4.2.1.3.5 Ejecutar proyectos de infraestructura para el impulso de la movilidad en el estado.**

Vinculación del proyecto con Plan Estatal de Desarrollo Puebla 2024-2030

La construcción del puente resulta compatible con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo Puebla 2024-2**030**, al contribuir al fortalecimiento de la infraestructura vial, la movilidad y la conectividad terrestre.

Desde el punto de vista ambiental, su viabilidad estará condicionada al cumplimiento de la legislación ambiental aplicable y a la implementación de las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, compensación de los impactos ambientales que pudieran generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

II.6.3 Programa Institucional de la Secretaria de Infraestructura Puebla

Eje 2. Inversión y Comercialización
Temática 2.1 Inversión
Objetivo 2.1.1 Promover al estado como un entorno confiable y sostenible para la atracción de inversiones

Estrategia 2.1.1.2 Impulso de acciones específicas para atraer inversión extranjera, enfocándose en sectores de alto crecimiento y tecnología avanzada.
Línea de acción 2.1.1.2.3 Impulsar proyectos de infraestructura vial, carretera y de transporte en y entre las regiones

Vinculación del proyecto con PISINFP

Desde el punto de vista de planeación institucional, el proyecto de construcción del puente vehicular es viable y congruente con el Programa Institucional de la Secretaría de Infraestructura de Puebla**, ya** que contribuye al fortalecimiento de la infraestructura vial y de transporte. Su viabilidad ambiental estará condicionada al cumplimiento de las autorizaciones, medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental que resulten aplicables durante sus etapas de preparación, construcción y operación.

II.6.4 Plan Municipal de Desarrollo de Cuautinchán, Puebla, 2021-2024

EJE IV: DESARROLLO COMPETITIVO Y SUSTENABLE.
Objetivo general: invertir racionalmente los recursos públicos dedicados a la infraestructura con visión sustentable y de beneficio social.
Estrategia general: estructurar los proyectos factibles de obra pública bajo los criterios del presupuesto participativo.
Programa 23: desarrollo urbano sustentable.
Objetivo del programa: mejorar las condiciones en las que operan los espacios públicos pertenecientes al municipio de Cuautinchán e instrumentar políticas públicas orientadas a la regulación, control y crecimiento ordenado del municipio, armonizando la demanda ciudadana con las acciones de gobierno, en el marco económico y eleve la calidad de vida, en un entorno de sustentabilidad social.
Estrategia del programa: mejora de la imagen urbana con el desarrollo de proyecto de rehabilitación de espacios públicos a través de la incorporación de infraestructura amigable con el medio ambiente y áreas verdes.
Meta: mejorar la calidad de vida, la imagen urbana e incrementar las áreas verdes existentes.
Líneas de acción: V. Pavimentación, adoquinamiento, revestimiento y mejora de caminos, calles, carreteras y accesos con responsabilidad ambiental.

Vinculación del proyecto con PMDC

El proyecto de construcción del puente vehicular presenta una vinculación positiva con el Plan Municipal de Desarrollo de Cuautinchán, Puebla, 2021-2024**,** particularmente con el Eje IV: Desarrollo Competitivo y Sustentable**,** el Programa 23: Desarrollo Urbano Sustentable y su Línea de Acción V**,** debido a que se trata de una obra de un puente orientado al mejoramiento de la conectividad y accesibilidad, objetivos que son compatibles con las acciones municipales de mejoramiento de caminos, carreteras y accesos.

II .7. Decretos y programas de manejo de áreas naturales protegidas

II.7.1 Áreas Naturales Protegidas

El área a sufrir afectación directa para la construcción del puente Construcción del Puente "El Durazno", ubicado en la carretera Los Álamos - Alpatláhuac, localidad de Santa Cruz Alpuyeca, municipio de Cuautinchán, Estado de Puebla; No interviene en superficies que correspondan a polígonos de algún área natural protegida de competencia federal, estatal o municipal, por lo cual no es necesario presentar la

observancia correspondiente de algún Decreto o Programa de Manejo, de ahí que, el presente proyecto no presenta impedimento legal para su ejecución.

En las siguientes imágenes se aprecian las ubicaciones de las áreas naturales protegidas federales más cercana al proyecto, siendo estas:

- **"Iztaccíhuatl-Popocatépetl" la cual, se encuentra a 52.90 kilómetros,**
- **"La Montaña Malinche o Matlacueyatl" la cual se encuentra a 15.93 kilómetros,**
- **"Tehuacán-Cuicatlán" la cual se encuentra a 42.30 kilómetros y**
- **" Xicoténcatl" la cual se encuentra a 39.92 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto.**

Así como, Las áreas naturales protegidas estatales más cercana al proyecto, siendo estas:

- **"Parque Ecológico Público Diego Muñoz Camargo", el cual, se encuentra a 40.59 kilómetros,**
- **"Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla-Ecatzingo", el cual, se encuentra a 60.64 kilómetros de distancia y**
- **"Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascadas Diamantes" la cual se encuentra a 39.92 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto.**

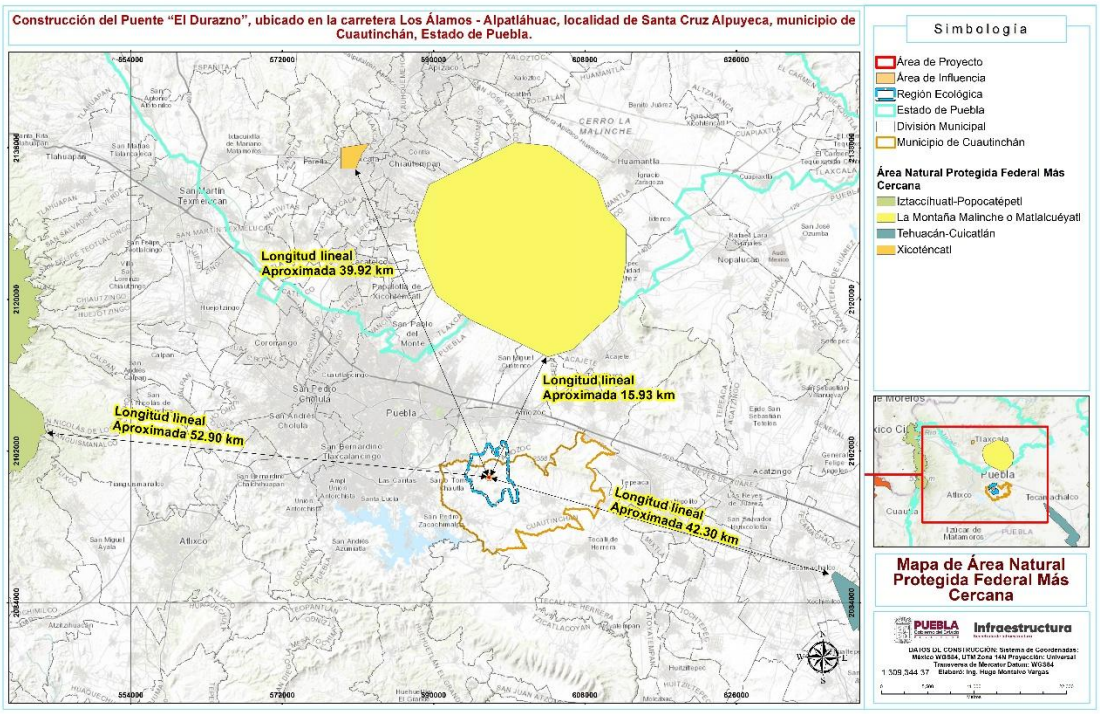


Imagen 4. Áreas naturales protegidas federales más cercana: "Iztaccihuatl-Popocatépetl" a 52.90 kilómetros, "La Montaña Malinche o Matlacueyatl" a 15.93 kilómetros, "Tehuacán-Cuicatlan" a 42.30 kilómetros y" Xicoténcatl" a 39.92 kilómetros de distancia del proyecto.

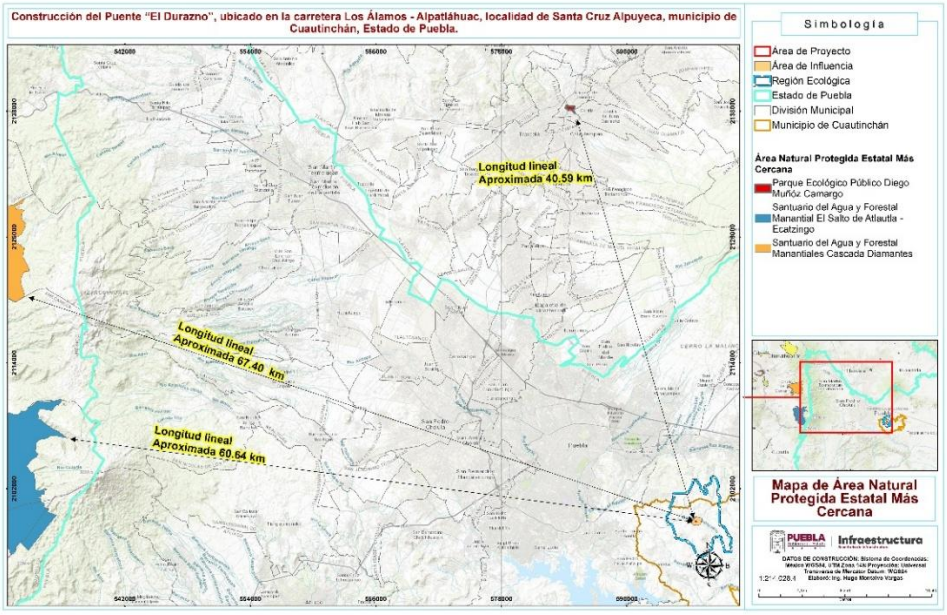


Imagen 5. Las áreas naturales protegidas estatales más cercana "Parque Ecológico Público Diego Muñoz Camargo", a 40.59 kilómetros, "Santuario del Agua y Forestal Manantial El Salto de Atlautla-Ecatzingo", a 60.64 kilómetros y "Santuario del Agua y Forestal Manantiales Cascadas Diamantes" a 39.92 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto.

Vinculación del proyecto con ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo con la ubicación del proyecto y la información disponible sobre las Áreas Naturales Protegidas existentes en la región, se identificó que el área destinada para la construcción del puente vehicular no se encuentra dentro de los polígonos de las ANP federales o estatales señaladas, por lo que no se prevé una intervención directa, ocupación o modificación de espacios naturales.

Por lo anterior, desde el punto de vista de la ubicación respecto de las Áreas Naturales Protegidas identificadas, la construcción del puente vehicular resulta ambientalmente viable, debido a que el sitio de proyecto se encuentra fuera de los polígonos de las ANP señaladas y no se contempla su intervención directa

II. 8. REGIONES CONABIO

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), promueve el programa de identificación de regiones prioritarias para la conservación de la biodiversidad en México

El programa identifica y agrupa zonas según sus las características físicas y biológicas del entorno que las constituyen, las cuales clasifica en regiones y áreas:

- **Regiones Terrestres Prioritarias (RTP),**
- **Regiones Marinas Prioritarias (RMP),**
- **Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) Y**
- **Áreas De Importancias Para La Conservación De Aves (AICAS).**

Cada región y área, tiene el cometido, de destacar la riqueza natural e integridad ecológica con mayor importancia en nuestro país; además, de constatar que cuentan con las características idóneas para su conservación.

En las siguientes imágenes, se apreciarán la ubicación de cada una de ellas

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las RTP más cercana al proyecto son: "La Malinche", la cual, se encuentra a 14.78 kilómetros, la "Sierra Nevada", la cual, se encuentra a 48 kilómetros de distancia y el "Valle de Tehuacán-Cuicatlán" la cual se encuentra a 42.38 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto. Información que se muestra en la siguiente imagen

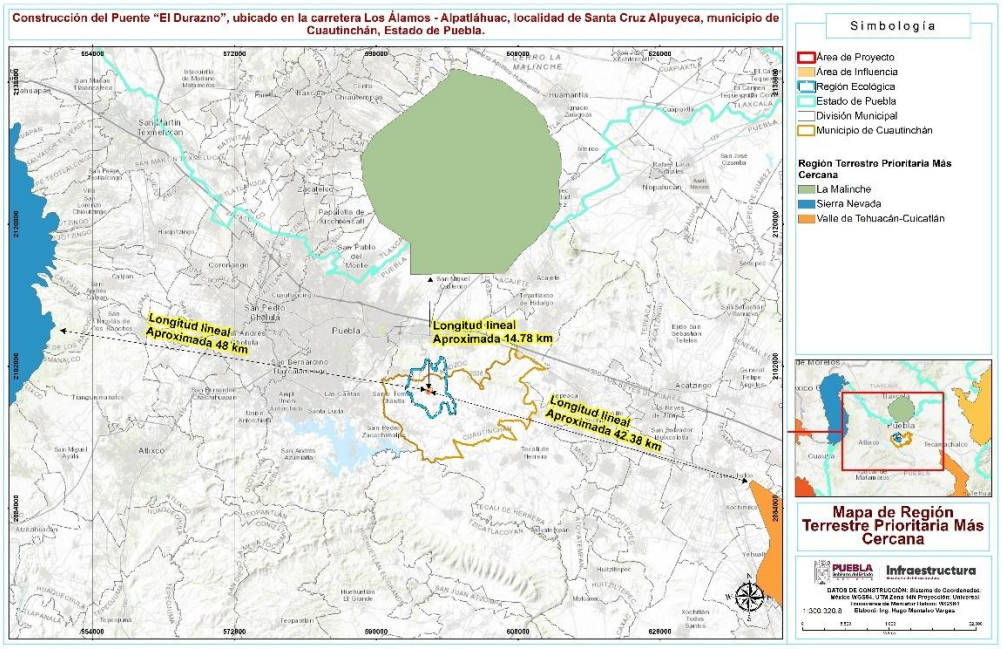


Imagen 6. Regiones Terrestres Prioritarias La Malinche", la cual, se encuentra a 14.78 kilómetros, la "Sierra Nevada", la cual, se encuentra a 48 kilómetros de distancia y el "Valle de Tehuacán-Cuicatlán" la cual se encuentra a 42.38 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto

La ubicación del proyecto fuera de los polígonos territoriales de las Regiones Terrestres Prioritarias.

Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

La ubicación del proyecto no cuenta con una región marina cercana al ser un estado interior y de alta montaña en el centro de México.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Las RHP más cercana al proyecto son: la "Cuenca Oriental", la cual, se encuentra a 26.48 kilómetros, los "Llanos de Apan", los cuales, se encuentra a 59.11 kilómetros de distancia, los "Remanentes del complejo Lacustre de la Cuenca de México" los cual se encuentra a 73 kilómetros, el "Rio Amacuzac- Lagunas de Zempoala" el cual, se encuentra a 57.44 kilómetros y el "Rio Tecolutla" el cual, se encuentra a 57.73 kilómetros de distancia de la ubicación del proyecto.

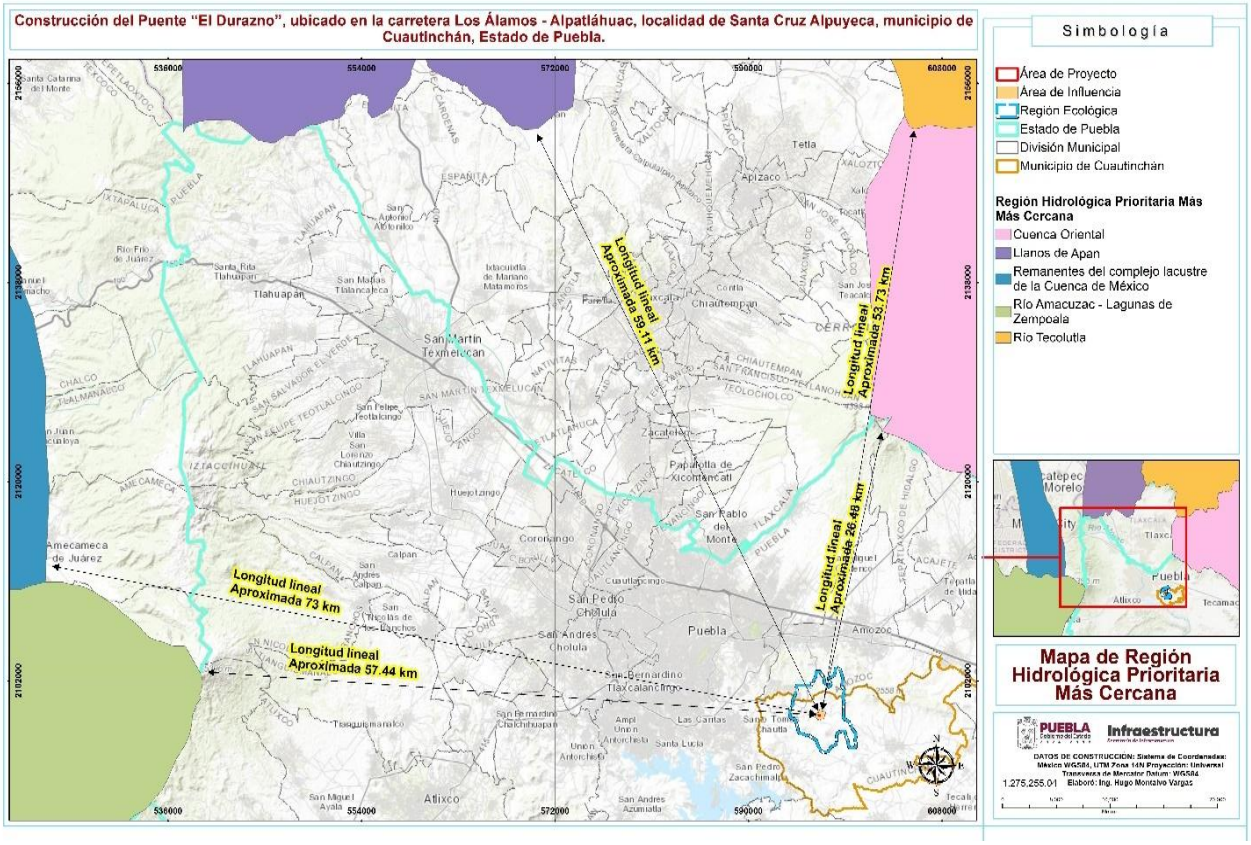


Imagen 7. **Las RHP más cercana al proyecto: la "Cuenca Oriental", la cual, se encuentra a 26.48 kilómetros.**

Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA)

El AICA más cercana al proyecto es: la "Presa de Valsequillo", la cual, se encuentra a 2.05 kilómetros, de distancia de la ubicación del proyecto.

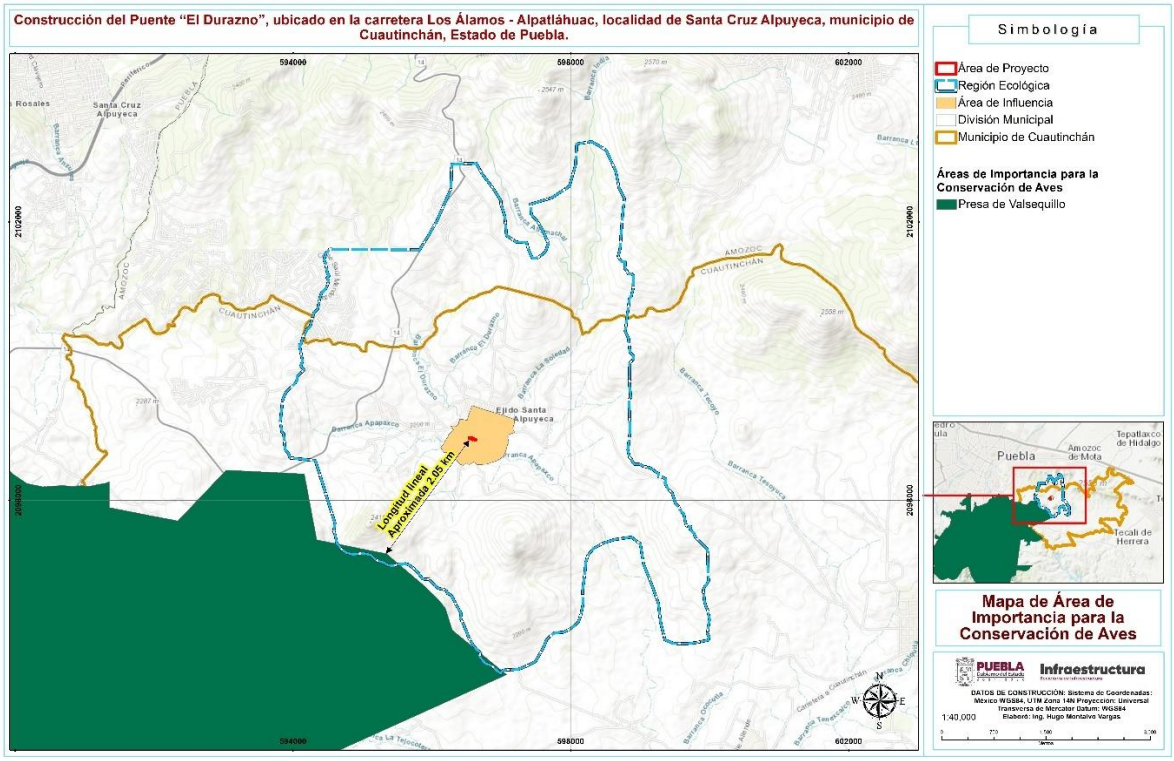


Imagen 8. Áreas De Importancias Para La Conservación De Aves (AICAS). E

Vinculación del proyecto con REGIONES CONABIO

En términos de la relación territorial con las regiones prioritarias identificadas por CONABIO, la construcción se considera ambientalmente viable, toda vez que el sitio del proyecto se encuentra fuera de los polígonos de las Regiones Terrestres Prioritarias, Regiones Hidrológicas Prioritarias y AICAS señaladas, y no presenta vinculación con Regiones Marinas Prioritarias. Las distancias existentes respecto de las RTP y RHP permiten establecer que no habrá ocupación ni modificación directa de dichas áreas.

II. 9. SITIO RAMSAR

Son humedales de importancia internacional designados bajo la Convención de Ramsar, un tratado intergubernamental aprobado en 1971 y ratificado por el Estado mexicano en 1986. A diferencia de las Regiones Prioritarias de la CONABIO o las AICAs, que operan únicamente como marcos de referencia científica, los Sitios Ramsar sí poseen plena validez jurídica en México.

Al tratarse de un tratado internacional aprobado por el Senado de la República, adquiere el rango de Ley Suprema de la Unión conforme al Artículo 133 Constitucional, lo que obliga al Estado y a promoventes de proyectos a garantizar la conservación y el uso racional de estos ecosistemas bajo la coordinación técnica de la CONANP

El Sitio Ramsar más cercano corresponde a la denominación "Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)", el cual se sitúa a una distancia de 2.05 kilómetros lineales de distancia. En la siguiente cartografía se aprecia gráficamente lo antes expuesto.

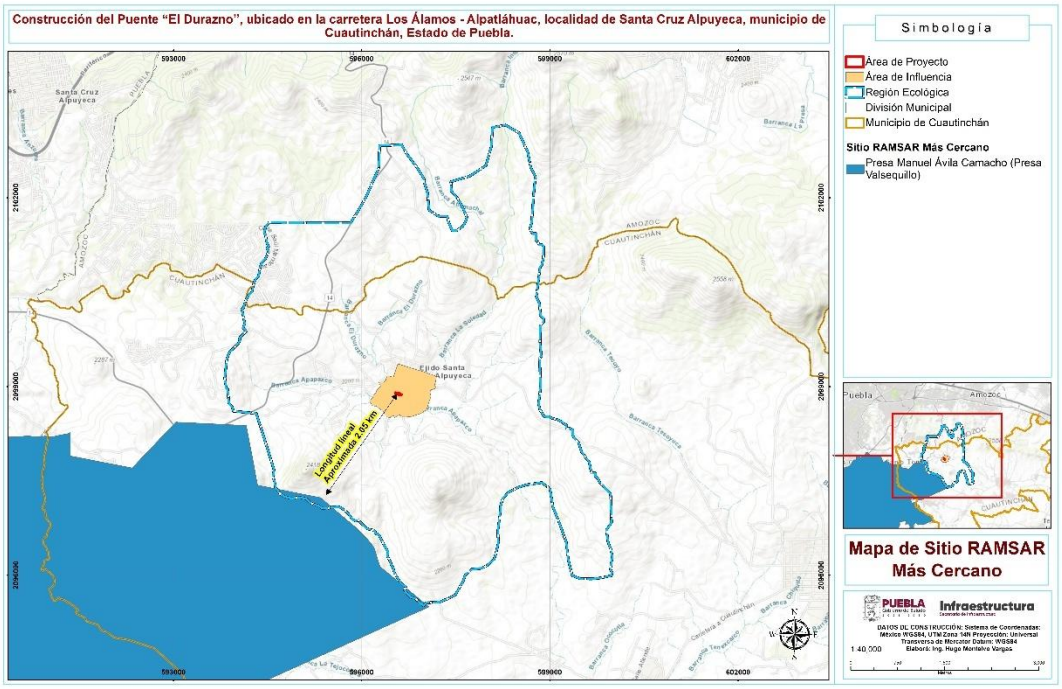


Imagen 9. Sitio RAMSAR más cercano: Presa Manuel Ávila Camacho (Presa Valsequillo)", a 2.05 kilómetros lineales de distancia.

Vinculación del proyecto con sitios RAMSAR

De acuerdo con la ubicación del proyecto, las obras y actividades previstas no se desarrollarán dentro de los límites del Sitio Ramsar ni contemplan su ocupación o intervención directa. Por lo tanto, no se prevé una afectación directa sobre la superficie, hábitats, cuerpos de agua o características ecológicas que motivaron su reconocimiento como Humedal de Importancia Internacional.

II.10. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

La **SEMARNAT** conforme a sus facultades emite **Normas Oficial Mexicana. (NOM)** que contemplan la regulación técnica de carácter obligatorio en diversas materias como lo son: agua, suelo, protección de flora y fauna, ruido, impacto ambiental, residuos, contaminación por fuentes fijas y/o móviles, etc.,

Su propósito es establecer las reglas, especificaciones, atributos y características que deben cumplir los productos, procesos, instalaciones o servicios en relación con la protección del ambiente y el equilibrio ecológico

En lo que respecta a las obras y actividades a desarrollar del proyecto, algunas de las normas oficiales mexicanas que deberán observarse son:

NOM-041-SEMARNAT-2015**.**	Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno. Así como el nivel permitido y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono; y el factor lambda como criterio de evaluación de las condiciones de operación de los vehículos**.**	Todos los vehículos automotores que se involucren u ocupen durante y dentro de la zona de construcción del proyecto, deberán apegarse a la norma NOM-041-SEMARNAT-2015. contando con sus verificaciones y engomados. Por lo que se propone realizar acciones preventivas de afinación y mantenimiento periódico. También deberán de contar con un programa de mantenimiento rutinario y emergente para todo vehículo y maquinaria que operará en el sitio.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Esta norma establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso e incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como así.	Los residuos sólidos y líquidos peligrosos que se generen en todas las etapas que implica la obra, una vez recolectados, deberán ser entregados mediante manifiesto generador de residuos peligrosos a empresas autorizadas por la SEMARNAT para recolectar residuos peligrosos, y así dar cumplimiento a esta norma oficial mexicana. Así también, se deberá contar con sitios correctos de colocación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con la finalidad de evitar contaminación al suelo, flora, fauna y agua del lugar.
NOM-059-SEMARNAT-2010	El objeto de esta norma es identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la república mexicana mediante la integración de las listas correspondientes. Así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y para las personas físicas o morales	En observancia apego y cumplimiento de la norma080-SEMARNAT-1994. no se identifica en el área de ubicación del proyecto ejemplares de ninguna especie de fauna Protegida.

NOM-080-SEMARNAT-1994.	Esta norma establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Los vehículos automotores a utilizar durante las diferentes etapas del desarrollo del proyecto deberán sujetarse a las especificaciones que esta NOM, para el control de la emisión de ruido para lo cual se propone realizar el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos esto, para minimizar la generación de niveles altos de ruidos. Así también, el proyecto cuidara que los horarios sean estrictamente diurnos, evitando las actividades nocturnas.

Vinculación del proyecto con NOMS

El puente vehicular presenta **viabilidad ambiental respecto de las Normas Oficiales Mexicanas analizadas**, debido a que las posibles fuentes de emisión atmosférica, ruido y generación de residuos pueden ser prevenidas y controladas mediante medidas de mantenimiento, verificación, manejo adecuado de residuos y protección de la flora y fauna.

El promovente deberá implementar acciones para controlar las emisiones atmosféricas y sonoras, realizar el manejo y disposición adecuada de los residuos peligrosos y no peligrosos, así como aplicar medidas de protección de la biodiversidad. Con estas acciones se establece una relación de cumplimiento entre las actividades del proyecto y las disposiciones ambientales aplicables, sin que las NOM analizadas constituyan, por sí mismas, una limitante para la ejecución del puente vehicular.

II.11. CONCLUSIONES

El análisis realizado permite determinar que, el proyecto presenta congruencia con los principios constitucionales de protección al ambiente, desarrollo sustentable, infraestructura y aprovechamiento responsable de los recursos naturales, establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y la normativa aplicable en materia ambiental tanto en nivel federal como estatal.

En consecuencia, no se advierte, con base en la información analizada, un impedimento jurídico-ambiental absoluto que imposibilite la construcción del Puente "El Durazno". Por el contrario, el proyecto resulta compatible con los instrumentos jurídicos y de planeación revisados, particularmente por su finalidad de mejorar la conectividad e infraestructura vial y por encontrarse fuera de las áreas ambientales de protección territorial identificadas.

Desde el punto de vista territorial, no se identifica una incompatibilidad derivada de la ubicación del proyecto respecto de las Áreas Naturales Protegidas, Regiones Prioritarias de CONABIO y Sitios Ramsar señalados, toda vez que la superficie destinada a la construcción del puente "El Durazno" no se encuentra dentro de los polígonos de dichas áreas ni contempla su intervención directa. Por lo tanto, esta condición favorece la viabilidad ambiental del proyecto y reduce la posibilidad de generar impactos directos sobre áreas sujetas a esquemas especiales de conservación.

No obstante, el proyecto contempla la construcción de una infraestructura vehicular asociada a un escurrimiento superficial intermitente, su ejecución deberá otorgar especial atención a la protección del recurso hídrico, evitando modificaciones innecesarias del cauce, obstrucciones al flujo natural, contaminación, erosión y arrastre de materiales hacia el cuerpo o escurrimiento de agua.

Respecto a los residuos, la ejecución de la obra es compatible con la legislación federal y estatal aplicable, siempre que se implemente un manejo integral, incluyendo separación, almacenamiento temporal, transporte, aprovechamiento y disposición final mediante sitios y prestadores autorizados. Particular atención deberá darse a los residuos peligrosos generados por el mantenimiento de maquinaria y vehículos,

así como a los residuos de manejo especial derivados de las actividades constructivas, evitando en todo momento su depósito en el cauce, suelo, márgenes o áreas colindantes.

Asimismo, las posibles emisiones s, generación de ruido y demás efectos asociados al empleo de maquinaria y vehículos podrán ser prevenidos, controlados y mitigados mediante acciones de mantenimiento, verificación, control de emisiones, manejo de residuos y aplicación de las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA REGIÓN ECOLÓGICA Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA 2

III.1 Delimitación de la región o regiones ecológicas (Artículo 3 fracción XXXI de la LGEEPA) donde se pretende ubicar el Proyecto 2
III.1.1 Criterios para delimitación 2
III.1.2 Superficie de la Región Ecológica 3

III.2 Delimitación del Área de Influencia del proyecto 7
III.2.1 Metodología 7
III.2.2 Resultado 8

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas 8
III.3.1 Vegetación 9

III.4 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica 10
III.4.1 Biótico 10
III.4.1.2 Vegetación 10
III.4.1.3 Fauna 19
III.4.1.4 Indices de diversidad biológica 31
III.4.2 Abiótico 41
III.4.3 Socioeconómico 67

III.5 PAISAJE 82

III.5.1.1 DELIMITACIÓN DE UNIDADES DE PAISAJE (UP) 82

III.5.2.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE CUENCAS VISUALES 83

III.5.2.3 CALIDAD VISUAL 86

III.5 Diagnóstico ambiental 91

***Estado Actual de la Región Ecológica* 91**

***Grado de conservación de la región ecológica* 94**

***Fragilidad ambiental* 94**

III.6 Problemáticas ambientales en la Región o Regiones Ecológicas 96

***Cambio de vegetación y uso de suelo* 97**

III.7 REPORTE GENERAL DE INCIDENCIAS DEL PROYECTO Y SU AI 99

III.8 Referencias bibliográficas 100

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

III.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS (ARTÍCULO 3 FRACCIÓN XXXI DE LA LGEEPA) DONDE SE PRETENDE UBICAR EL PROYECTO

III.1.1 Criterios para delimitación

Esta metodología se estructura siguiendo la "Guía para la presentación y entrega de la Manifestación de Impacto Ambiental" en concordancia con el "ACUERDO por el que se dan a conocer las medidas de simplificación administrativa aplicadas, se expiden y modifican los formatos de los trámites a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de impacto ambiental", publicado en el Diario Oficial el miércoles 01 de abril de 2026. En este sentido se considera lo indicado para el Capítulo II, donde refiere a la descripción del entorno del proyecto por medio de la "Delimitación, descripción, caracterización y diagnóstico de la región o regiones ecológicas" (Artículo 3 fracción XXXI de la LGEEPA) donde se pretende ubicar el Proyecto.

La Región Ecológica (RE) se define entonces como la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes, y éstas se agrupan de manera que se utilizan criterios biogeográficos compartidos; los factores determinantes se clasificaran principalmente por similitudes en el relieve, los tipos de clima, los cuerpos de agua y la vegetación predominante.

De acuerdo a lo anterior y en la intención de establecer los parámetros y dimensiones de los elementos que comprenden la Región Ecológica, se consideró la relación causa/efecto que generan los impactos ambientales, como consecuencia de la interacción de las acciones del presente proyecto sobre cada uno de los factores ambientales determinados (Conesa, 2003). En ese sentido, se tiene que los impactos ambientales directos, presentes en un Área de Influencia, son aquellos cuya repercusión de la acción desarrollada por el proyecto, tiene una consecuencia directa en alguno de los factores ambientales.

Por otro lado, para los impactos ambientales indirectos, presentes en el Área de Influencia Indirecta, se tiene que son aquellos donde su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que se generan a partir de algún efecto primario (que a su vez puede ser un impacto ambiental directo), actuando como una acción de segundo orden. Es importante mencionar que el carácter y relevancia de esos impactos sobre la población y la estructura socio-económica, el medio construido y el medio natural, dependerá, no sólo del tipo y magnitud del proyecto, sino también de la compleja red de interacciones entre todos los componentes de ambos subsistemas.

Para realizar el análisis de las diferentes capas de las fuentes e información, es necesario seguir un proceso metodológico, Galocho (1988:135) menciona que "existen dos caminos metodológicos que se pueden usar, el método de cartografía directa y el de sobreposición digital", se considera al segundo método, como el más apropiado de acuerdo a los insumos con los que se cuentan, además de que permite apoyarse en tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Una vez que se cuenta con las diferentes capas de información y ArcGis como herramienta de tecnología SIG, se analizarán cada uno de los componentes, se establecerá la delimitación definitiva de la Región Ecológica o según sea el caso Regiones Ecológicas.

Finalmente, la RE será entendido como la unidad del territorio que comparte características ecológicas comunes, descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos, dada su continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas

III.1.2 Superficie de la Región Ecológica

Para comenzar a delimitar de la RE del presente proyecto, se consultaron las siguientes fuentes cartográficas de información disponible en las siguientes instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
- Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)
- Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México (CIPAMEX)
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)
- Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)
- Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial (SIGA)
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

Así mismo, de acuerdo a la guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad Regional, referida anteriormente, se tiene que, para la delimitación de la RE se deberán contemplar los siguientes criterios:

a) Los límites del área de estudio deben estar conformados por unidades ambientales completas, según se establezcan en regionalizaciones ecológicas y/o naturales existentes (por ejemplo, ordenamiento ecológico, regiones productivas, hidrológicas, entre otras).
b) Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.
c) Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado, se establecerán los límites a través de interrelacionar las características del proyecto con los siguientes criterios; rasgos geomorfológicos, tipos de vegetación, regiones productivas, cuencas hidrológicas, cuerpos de agua, climas etc.

Una vez aclarado lo anterior, se prosigue a describir el procedimiento empleado para la delimitación de la RE:

Se reunió y cargó la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (líneas y/o puntos) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.8.

1) Se agregó el Área de Proyecto en formato SHP en el programa Arc Gis 10.8

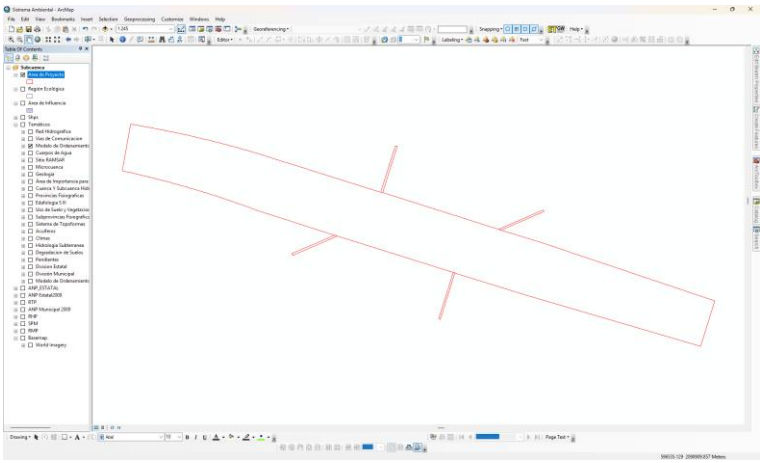


Imagen 1. **Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG**

2) Se sobrepusieron las siguientes cartas temáticas en Arc Gis 10.8:

- Acuíferos
- Climas
- Edafología
- Geología
- Subcuencas hidrológicas
- Subprovincias fisiográficas.
- Uso de suelo y vegetación
- Degradación de Suelos
- RMP
- Sitios Prioritarios marinos
- MOEGT
- Entre otras más.

De las cuales se utilizaron por sus características homogéneas las siguientes.

3) De acuerdo al análisis de cada una de las capas mencionadas, y derivado de que el proyecto se encuentra en un ecosistema homogéneo de vegetación de matorral desértico, y un clima predominantemente seco, se tomó en cuenta lo siguiente, para comenzar a delimitar la RE.

* **Microcuencas FIRCO.** Está capa temática se empleó para delimitar gran parte del proyecto, siendo las microcuencas de Santa Cruz Alpuyeca en el Este y Manuel Ávial Camacho en el Oeste que conforma la región ecológica de los laterales.

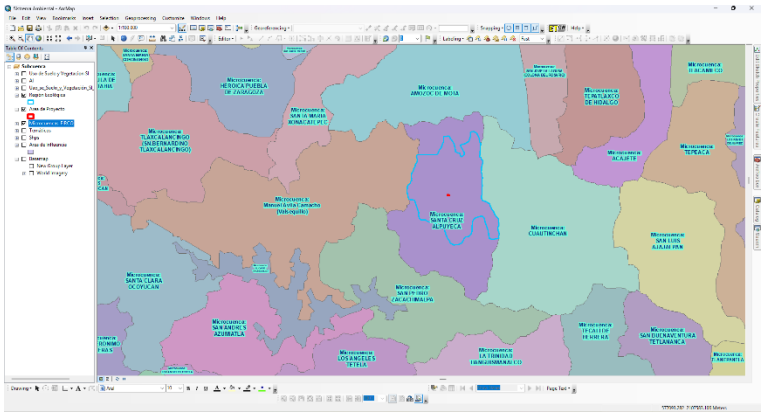
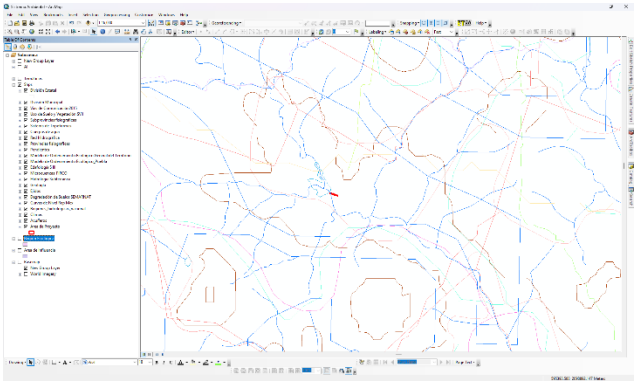


Imagen 2. **Delimitación por capa de Microcuencas FIRCO.**

- **Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Puebla.** Con esta capa temática se continuo la delimitación de la región ecológica, considerando las Áreas de Protección, al norte la Reserva Estatal Flor del Bosque y al sur el Parque Ecológico Humedal de Valsequillo, que conforman la región ecológica



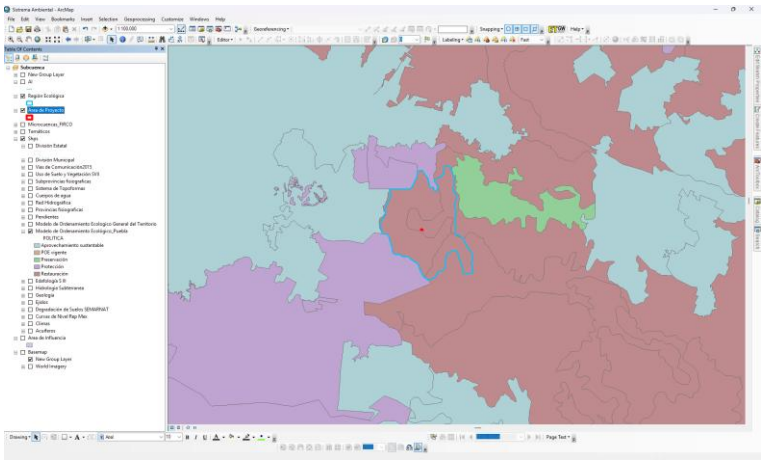


Imagen 3. **Delimitación por capa de Modelo de Ordenamiento Ecológico del Estado de Puebla**

- **Edafología S III.** Con capa temática se cerró la delimitación de la Región Ecológica, considerando la edafología del área circundante, siendo al norte Leptosol-Réndzico y al sur Durisol-Epipetric, siendo el área limítrofe.

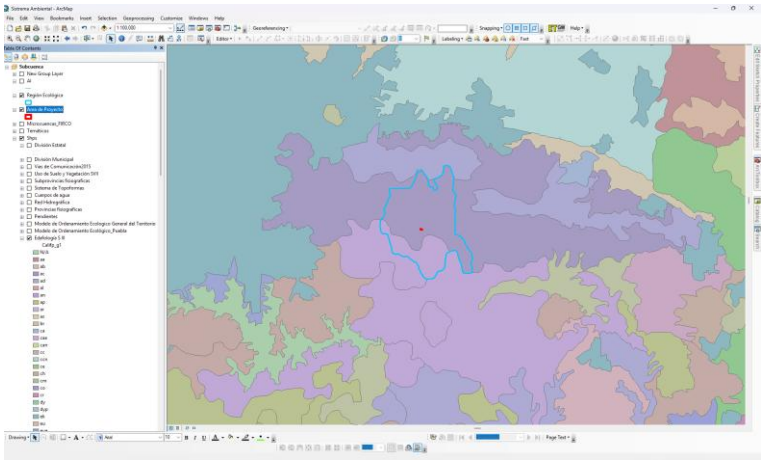


Imagen 4. **Delimitación por capa de Edafología S III**

Finalmente, por medio de la metodología expuesta se obtuvo una Región Ecológica de 2701.24491hectáreas, el cual se considera adecuado para realizar la cartografía correspondiente al presente proyecto, ya que contiene los elementos bióticos y abióticos esenciales de la región.

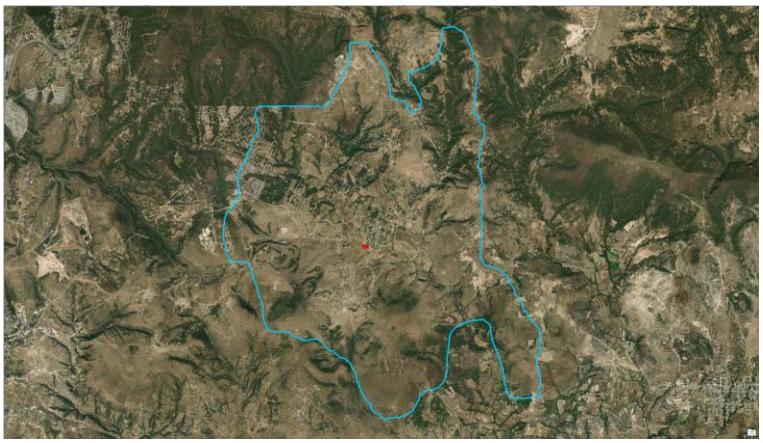


Imagen 5. **RE y Área de proyecto**

III.2 Delimitación del Área de Influencia del proyecto

III.2.1 Metodología

La red de carreteras es una de las principales causas de fragmentación en los ecosistemas terrestres. Entre las consecuencias de la fragmentación se cuentan con efectos como la reducción del área neta y funcional del ecosistema, el aumento del aislamiento y la proliferación de bordes y sus efectos (Forman y Alexander 1998). El rango de afectación dependerá de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno y las condiciones de perturbación reinantes (Milne et al., 1996).

De acuerdo a las características comunes en los factores ambientales y sociales de esta zona, se encuentra sustentada en que se ubican elementos territoriales que, integrados entre sí y desde el punto de vista socioeconómico, son áreas oportunas para realizar actividades agrícolas cercanas a escurrimientos que, a través del tiempo, estas acciones ejercidas por la población propietaria han impactado, debido a su actividad económica del día a día. Estos efectos guardan ciertas similitudes ya que comparten el hecho de estar ubicados en un suelo de condiciones rurales no densamente desarrollados, por lo que, los terrenos dedicados al cultivo también son incluidos en esta área de influencia, ya que se beneficiarán en un mediano plazo, además de ser superficies que se anexarán a los efectos acumulativos que se presenten por el proyecto.

El área de influencia abarca un polígono asimétrico que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la infraestructura debido a la topografía, tipo de ecosistema, presencia humana como caminos, zonas rurales o urbanas, presencia de escurrimientos, y calidad ambiental incluso paisajística, entre otras variables. Dicho polígono es denominado Área de Influencia, definiéndose como la extensión máxima donde las afectaciones directamente provocadas por las actividades del proyecto se presentarán, en donde la etapa de mayor afectación es la construcción de la infraestructura.

Para delinear el área de influencia se utilizó como primer paso el software Arc Gis 10.8 para ir delineando esta área a través de la sobre posición de capas vectoriales disponibles como: la topografía y pendientes del sitio, uso de suelo y vegetación, hidrología, y cuerpos de agua; siendo éstos los criterios ambientales principales modeladores del área, destacando que se tienen unidades ambientales muy extensas y homogéneas en el RE, por lo que, se requirió de otro aspecto para determinar los alcances que el proyecto tendrá en cuanto al impacto, siendo que al ser una zona agrícola y con movimiento de vehículos en los caminos de terracería ya existentes, de acuerdo al estudio de Forman y Alexander (1998), al tomar el máximo del efecto-distancia de una carretera rodeado de bosque con individuos de alturas promedio de 15 m, la

distancia en el que se detecta una disminución en las densidades de población de la fauna por el ruido es de una distancia de 305 m, ya que la cobertura vegetal es más cerrada e impide que el ruido tenga un mayor efecto para ahuyentarlos; por lo que, para el proyecto se tomó una distancia promedio de 500 metros como el límite del área de influencia donde llegarán los efectos del ruido en las comunidades de especies más sensibles, las cuales pueden habitar los remanente de vegetación arbórea y arbustiva que hay entre los cultivos, además de que el tránsito sobre estos caminos es bajo.

Por otra parte, en el caso del presente proyecto, siendo que se trata de un puente que se construirá sobre un cuerpo de agua intermitente, es primordial considerar los impactos que pudieran ocasionarse sobre el componente hídrico. Entre dichos impactos se considera de importancia los efectos hidrológicos y el arrastre hídrico de sedimentos (Urbanos, de manejo especial, y suelo), los cuales de acuerdo a los estudios realizados por Forman y Alexander, 1998, pueden tener un alcance hasta de 1,000 metros aguas abajo para el caso de escurrimientos permanentes. El escurrimiento que será intervenido para proyectar un nuevo puente, es de tipo intermitente, por lo que, el arrastre de sedimentos podrá llegar a distancias de hasta 700 metros aguas abajo como máximo considerando lo analizado y propuesto por Forman y Alexander pero para el caso de los efectos de arrastre de sedimentos sobre escurrimientos perennes (1000 metros de distancia), siendo que para el caso de un cuerpo de agua intermitente donde será proyectado el puente podría llegar entre 500 a 700 metros como rango potencial.

III.2.2 Resultado

Con los criterios antes mencionados, se ajustó la superficie del área de influencia a partir de un buffer de 500 metros, y con lo que se obtuvo de acuerdo al análisis de las capas como la topografía y pendientes del sitio, uso de suelo y vegetación, hidrología, cuerpos de agua y los efectos por ruido y arrastre de sedimentos se contará con un polígono final de 59.2104 hectáreas.

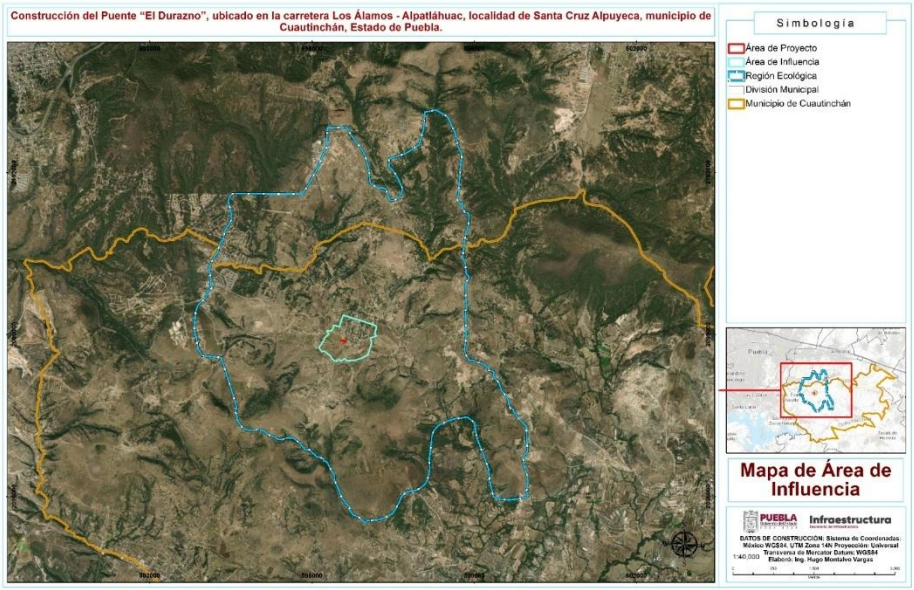


Imagen 6. **Región ecológica, área de influencia y Área de proyecto**

III.3 Descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación presentes en la Región o Regiones Ecológicas

El área de estudio se localiza en la localidad de Santa Cruz Alpuyeca, perteneciente al municipio de Cuautinchán, en el estado de Puebla, dentro de una región con predominio de actividades agropecuarias y

asentamientos rurales dispersos. De acuerdo con la cartografía de uso de suelo y vegetación del INEGI y CONABIO, la cobertura predominante en la región ecológica corresponde a pastizal inducido, agricultura de temporal anual, vegetación secundaria arbustiva de bosque pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque táscate, mientras que el área destinada al proyecto se ubica principalmente sobre terrenos con uso agrícola de temporal.

La vegetación del municipio de Cuautinchán se encuentra influenciada por las condiciones fisiográficas de la Sierra de Amozoc, donde aún se conservan algunos remanentes de bosque de encino. Sin embargo, la mayor parte del territorio municipal ha sido transformada por actividades agrícolas y pecuarias, predominando las superficies destinadas al cultivo de temporal, principalmente de maíz y nopal, así como áreas de pastizal inducido utilizadas para el aprovechamiento ganadero. Como resultado de esta transformación histórica, la vegetación original se encuentra restringida a fragmentos aislados, mientras que el paisaje regional presenta un marcado predominio de usos agropecuarios.

En este contexto, el sitio donde se desarrollará el proyecto corresponde a un área previamente intervenida, ocupada por viviendas, terrenos agrícolas y vegetación secundaria asociada al entorno rural. El proyecto contempla la construcción de un puente, lo que requerirá la preparación y nivelación del terreno, despalme, excavaciones, conformación de terraplenes, construcción de la estructura del puente, pavimentación y la remoción puntual de individuos arbóreos y vegetación presentes dentro del derecho de vía.

Estas actividades implicarán modificaciones localizadas sobre la cobertura vegetal existente, así como alteraciones temporales en las condiciones físicas del suelo y perturbaciones momentáneas para la fauna que utiliza el sitio como área de desplazamiento o refugio. No obstante, considerando que el proyecto se desarrollará sobre un área con un alto grado de transformación antrópica y que contempla la aplicación de medidas de prevención, mitigación y manejo ambiental durante las distintas etapas de ejecución, se prevé que los impactos sobre el medio biótico sean de alcance local, temporales y de magnitud moderada, sin comprometer de manera significativa la funcionalidad ecológica de los ecosistemas presentes en la región.

Con el propósito de caracterizar las condiciones biológicas del área de influencia del proyecto, se integró y analizó información referente a los tipos de vegetación, flora y fauna silvestre presentes en la región ecológica, permitiendo identificar los principales componentes bióticos, su estado de conservación y su relación con los usos de suelo predominantes en el entorno inmediato.

III.3.1 Vegetación

De acuerdo con el conjunto de datos vectoriales de la Carta de Uso del suelo y vegetación serie VI, en el RE se encuentran los siguientes usos de suelo y tipos de vegetación:

Tabla 1. Usos de suelo y vegetación

Tipo de vegetación	Superficie ha	Porcentaje (%)	Superficie ha	Porcentaje (%)	Superficie ha	Porcentaje
	Región Ecológica		**Área de influencia**		**Área de proyecto**	
Pastizal inducido	2047.753364	75.80776391	---	---	---	---
Agricultura de temporal anual	395.412494	14.63815785	59.21045785	100	0.14270	100
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	257.8666092	9.546213609	---	---	----	---

Tipo de vegetación	Superficie ha	Porcentaje (%)	Superficie ha	Porcentaje (%)	Superficie ha	Porcentaje
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.212443874	0.007864665	---	---	----	---
	2701.24491	100	59.21045785	100	0.14270	100

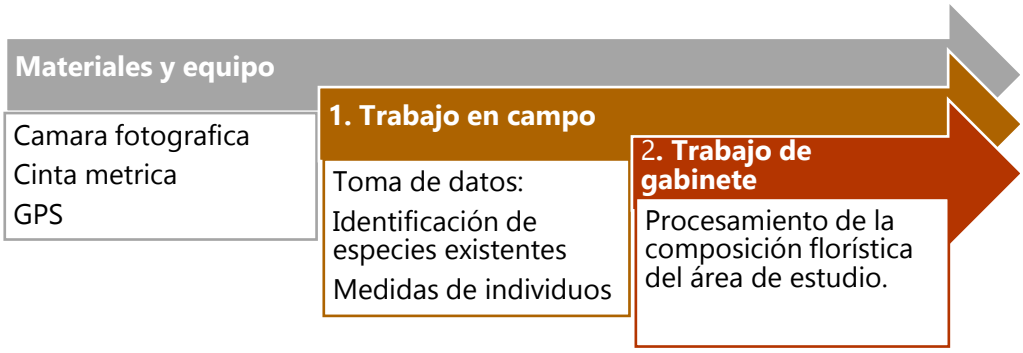
III.4 Análisis de los componentes ambientales al interior de la Región Ecológica

III.4.1 Biótico

III.4.1.2 Vegetación

III.4.1.2.1 Metodología

Para llevar a cabo el estudio de la flora de la zona del proyecto, se ejecutaron dos etapas. La primera consiste en la visita a la zona del proyecto, donde se registran los datos necesarios para su posterior análisis. La segunda etapa se realiza en gabinete, en esta se analizan y procesan los datos tomados en campo.



a) Trabajo de campo

Antes de realizar el levantamiento se recabó información cartográfica del sitio de estudio, en el tipo de vegetación existente. Consecutivamente se aseguró contar con el equipo y material indispensable para la toma de datos y colecta de ejemplares en campo, de tal manera que se pudiera obtener la mayor evidencia posible para la precisa identificación de especies vegetales. El material requerido fue una cámara fotográfica, cinta métrica y GPS.

Para el levantamiento de datos, se realizó una visita técnica al predio para determinar el tipo de vegetación o los usos de suelo presentes. En este sentido, dentro del predio se identificaron las especies vegetales y se estimó el número de individuos, altura y diámetro de la planta, los cuales son utilizados para evaluar la estructura de los individuos existentes en el área de estudio (Alanís Rodríguez, Mora Olivo, & Marroquín de la Fuente, 2020).

Así mismo, uno de los objetivos de la visita de campo es caracterizar la zona de estudio, por tal motivo también se tomó la mayor evidencia fotográfica posible de los usos de suelo presentes, de la misma manera esto ayuda a describir los estratos y estados de conservación de la vegetación en general, incluso a distinguir factores decisivos en la degradación del o los ecosistemas actuales en la zona.



Imagen 7. **Toma de evidencia fotográfica de especies en áreas de interés.**

De igual manera, para tener un mejor contexto y reconocimiento espacial de la composición de especies que se desarrolla en el área del proyecto, se realizaron vuelos con dron, lo que resulta de gran utilidad ya que esto permitió estimar la cobertura de la vegetación de un modo más eficaz.



Imagen 8. **Reconocimiento espacial de la cobertura vegetal**

b) Trabajo de Gabinete

Previo a la toma de datos en campo se generó una lista de especies de probable ocurrencia en la zona de estudio, mediante la consulta bibliográfica en los portales de la base de datos del Herbario Nacional de México (MEXU), Global Biodiversity Information Facility (GBIF) Y Enciclovida (CONABIO).

Así mismo, se realizaron el procesamiento de los datos de campo obtenidos y se revisó a detalle el material digital colectado, de tal manera que esto permitiera determinar la composición de especies en la zona de

estudio. Por otra parte, la información recabada fue fundamental para la determinación de estratos y la clasificación estructura de los usos de suelos

Aunado a lo anterior, mediante material bibliográfico, se corroboró minuciosamente la identificación de las especies encontradas en la zona de estudio para elaborar el listado general que contiene información taxonómica, y estatus en la NOM-059-SEMARTNAT, esta última es elemental para la localización y abundancia de especies vulnerables en el ecosistema, lo cual podría generar cuestionamientos sobre la fragilidad del mismo. Dentro de la bibliografía consultada para la identificación de especies y generación de una base de datos de flora registrada en la zona destacan Enciclovida (CONABIO) y Herbario Nacional de México (MEXU).

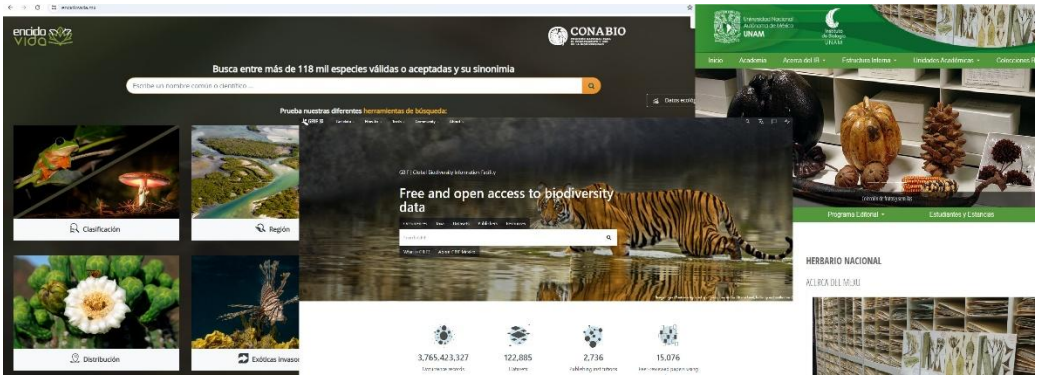


Imagen 9. **Bibliografía consultada sobre la composición florística del área de estudio**

La caracterización detallada de la vegetación es fundamental para diagnosticar el estatus ecológico del área de estudio y distinguir entre comunidades exóticas, procesos de regeneración natural o vegetación secundaria. Esta diferenciación permite determinar con precisión los usos de suelo y diseñar medidas de mitigación alineadas a la realidad del ecosistema, priorizando la conservación de especies nativas y de aquellas bajo categorías de protección (endémicas, raras o en peligro). Al integrar este análisis detallado con la ejecución del proyecto, se fundamenta una estrategia que asegura la viabilidad técnica y ambiental, protegiendo eficazmente los elementos registrados en el sitio.

III. 4.1.2.2. Resultados

a) Listado de probable ocurrencia

Mediante la consulta de información bibliográfica, previa al levantamiento de datos en campo, se obtuvo un total de 415 especies registradas en toda la Región Ecológica, que incluyen árboles, arbustos, herbáceas, cactáceas, epífitas y enredaderas.

De acuerdo con la frecuencia de registros disponibles en dichas plataformas, *Zea mays* fue la especie con el mayor número de registros (1,322), seguida *de Phaseolus vulgaris* (344 registros), *Zea perennis* (80 registros), *Phaseolus coccineus* (64 registros), *Lysiloma divaricatum* (42 registros), *Bursera fagaroides* (29 registros) y *Bursera copallifera* (26 registros). El resto de las especies potenciales presentaron una frecuencia inferior a 26 registros, lo que indica una menor representatividad en las bases de datos consultadas. Para mayor detalle ver en anexos digitales del capítulo respectivo (Listados de probable ocurrencia).

b) Estratificación vegetal

Las comunidades vegetales son un reflejo de las características ambientales, incluyendo clima, suelos, regímenes hídricos y otros factores ambientales y la variación en la estructura y composición entre sitios es un reflejo del conjunto de estos factores (Killeen, Siles, Soria, & Correa, 2005), en este sentido se puede mencionar que la estratificación vegetal también depende de estos factores mencionados.

La estratificación es la característica que determina la estructura vertical de una comunidad, además el acomodo de las especies vegetales a cierta altura sobre el nivel del suelo, es el resultado de un proceso de selección natural y adaptación en el que la luz juega un papel determinante. Las formas de vida de la vegetación registrada en el área del proyecto se presentan en estrato arbóreo, arbustivo, herbáceo, cactáceas, enredaderas y/o epífitas. Para determinar los estratos de la vegetación en la RE, además de tomar en cuenta la altura de las especies también se consideró su diámetro y lignificación.

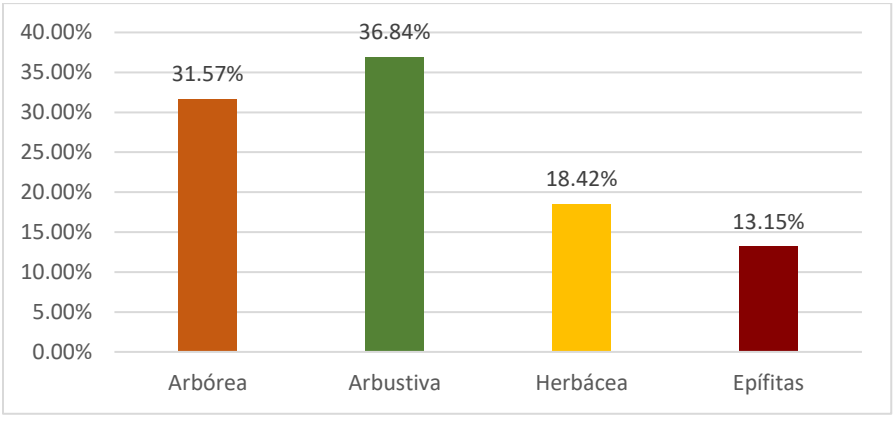
- **Estrato arbóreo.** Para incluir a un individuo como parte de este estrato se considera que éste tenga un diámetro mayor o igual a 5 centímetros a una altura de 1.30 metros sobre el suelo, dicha medición del diámetro del fuste de cada árbol se realizó con la ayuda de una cinta métrica.
- **Estrato arbustivo.** Como parte del estrato arbustivo se consideraron aquellos individuos que presentaron un diámetro menor a 5 centímetros en su tallo (fuste central o principal) a una altura de 1.30 metros, con tallos lignificados.
- **Estrato herbáceo**. Para el estrato herbáceo se consideraron los individuos de especies no leñosas.
- **Epífitas.** Plantas ubicadas sobre plantas portadoras sin obtener de ellas sus nutrimentos.
- **Enredaderas.** Por otro lado, las enredaderas son aquellas plantas que, por medio de diversos mecanismos, son capaces de sujetarse a otras plantas u otros elementos de soporte y, mediante el alargamiento desmesurado de sus tallos, encaramarse hasta las alturas.



Imagen 10. **Estrato arbóreo, arbustivo, enredaderas y epifitas.**

III. 4.1.2.3 Resultados del levantamiento de campo

Particularmente, con los levantamientos en campo hubo un registro de 38 especies registradas en las unidades de estudio (RE, AI y AP), conociendo que el 36.84 % está constituido por arbustos, seguido de árboles con un 31.57%, el estrato herbáceo con un 18.42% y epífitas teniendo un 13.15%.



Gráfica 1. Forma de vida de especies registradas en RE, AI y AP.

c) Estatus de origen y poblaciones en riesgo

Uno de los factores importantes en el estudio de los ecosistemas es el origen de las especies que en ellos habitan, así mismo las amenazas que constituyen mayor relevancia en la conservación de biodiversidad son la destrucción de hábitats y la invasión biológica, esta última implica pérdidas económicas cuantiosas y problemas sanitarios severos, por lo que se vuelven una amenaza directa para el bienestar humano (Aguirre & Mendoza, 2009).

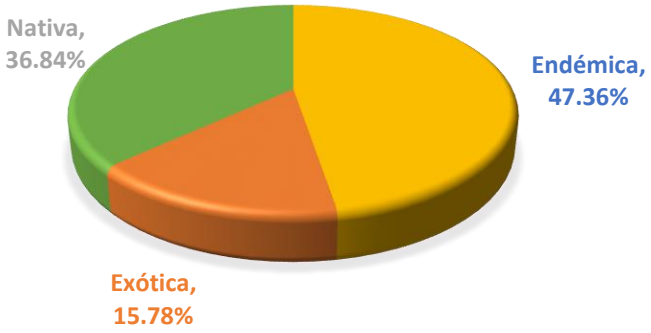
El origen de las especies es un indicador que consiste en determinar el número de especies nativas o introducidas para México, contemplando el estatus de origen de cada especie con la finalidad de determinar el valor en cuanto a recursos florísticos. Gracias a esta información, se obtienen datos sobre la calidad de las especies en un determinado sitio y, por lo tanto, su importancia como recurso biológico-ecológico.

Por todo lo anterior es importante identificar las especies que habitan en los ecosistemas y de manera importante su estatus migratorio de la flora existente, ya que este pudiera marcar un factor de alteración. A continuación, se muestran las clasificaciones dentro del estatus migratorio que se pueden encontrar.

Tabla 2. Clasificación de estatus de origen de las especies

Clasificación	Descripción
Nativa	Aquellas especies que se encuentran en su área de distribución natural pasada o presente (los hábitats y ecosistemas en los que vive o ha vivido) o dentro de su área potencial de difusión.
Endémica	La especie está distribuida única y exclusivamente en un área delimitada.
Introducida o exótica	Se consideran a todas las especies que se encuentran fuera de su área normal de distribución.
Invasora	La especie invasora es nativa de otro país y se considera así cuando se establecen, reproducen y dispersan sin control, causando daños al ecosistema, a las especies nativas, a la salud o a la economía. Las especies exóticas pueden ser invasoras.

En las áreas de estudio correspondientes a la Región Ecológica (RE), Área de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP), se registró una mayor proporción de especies endémicas, las cuales representaron el 47.36% de la composición florística. A este grupo le siguieron las especies nativas, con 36.84%, mientras que las especies exóticas presentaron la menor proporción, con 15.78%. Esta composición se representa en la siguiente gráfica de distribución porcentual.



Gráfica 2. Porcentaje del tipo de distribución de flora registrados en campo en las zonas de estudio (AP, AI, RE)

Esta composición florística indica que, a pesar de la presencia de perturbaciones de origen antropogénico en la zona de estudio, persisten elementos representativos de la vegetación característica de la región, particularmente aquellos asociados con comunidades de bosque de encino y vegetación secundaria presentes en la RE. La proporción de especies endémicas registrada constituye un indicador de la permanencia de componentes florísticos de interés ecológico; sin embargo, su presencia coexiste con especies asociadas a ambientes perturbados y con una elevada tolerancia al disturbio, como *Nicotiana glauca, Vachellia farnesiana, Sida rhombifolia, Digitaria ciliaris, Syringium carlina y Verbena officinalis*. La presencia de estas especies es consistente con procesos previos de alteración del hábitat relacionados con actividades humanas, entre ellos el cambio de uso de suelo, la apertura de caminos, el pastoreo y la fragmentación de la vegetación.
En contraste, las especies endémicas registradas, entre ellas *Opuntia lasiacantha, Funastrum elegans, Rhus standleyi, Funastrum elegans, Tillandsia prodigiosa* y diversas especies de Quercus, presentan una mayor sensibilidad ecológica debido a su distribución restringida y dependencia de condiciones ambientales más específicas y estables. La baja proporción de especies exóticas indica que, aunque existe influencia antropogénica, el grado de invasión biológica aún es relativamente limitado; no obstante, la permanencia y expansión de estas especies podría representar un riesgo futuro para la integridad ecológica del sitio.

Adicionalmente, para la valoración de la importancia de las especies registradas se consideraron las categorías de riesgo establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, instrumento que establece las categorías de riesgo para especies y poblaciones de flora y fauna silvestres que se encuentran sujetas a protección en el territorio nacional. Esta norma contempla especies cuya permanencia puede verse afectada por factores como la transformación o pérdida del hábitat, la sobreexplotación, las interacciones con especies invasoras y los efectos de la contaminación, por lo que establece medidas orientadas a su protección y conservación (CONABIO, 2022).

Tabla 3. Clasificación NOM-059

Clasificación		Descripción
E	Probablemente extinta en el medio silvestre	Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del territorio nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del territorio mexicano.
P	En peligro de extinción	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
A	Amenazada	Aquellas especies, o poblaciones de las mismas, que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Pr	Sujeta a Protección Especial	Aquellas especies o poblaciones que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

Fuente: CONABIO, 2022.

De acuerdo con la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies vegetales registradas dentro de las áreas de estudio se encuentra bajo alguna categoría de protección. Asimismo, la evaluación bajo criterios de la UICN permitió identificar diversas especies clasificadas en la categoría de Preocupación Menor (LC, Least Concern), entre ellas *Juniperus communis, Agave salmiana, Sida rhombifolia, Verbena officinalis, Opuntia lasiacantha, y Opuntia tomentosa.*

Es importante mencionar que, se registraron especies de la familia Cactaceae (*Opuntia lasiacantha y Opuntia tomentosa*), las cuales se encuentran incluidas en el Apéndice II de CITES, lo que indica regulación para su

comercio internacional. De igual manera, se identificó una proporción importante de especies endémicas, particularmente del género Quercus y otras herbáceas y arbustivas, lo cual incrementa la relevancia ecológica del sitio, ya que estas especies pueden ser particularmente sensibles a la fragmentación del hábitat, cambios en el uso de suelo y otras presiones antropogénicas.

III.4.1.2.4 Usos de suelo y vegetación en área del proyecto

En el Área del Proyecto (AP) se identificaron como principales usos de suelo y coberturas vegetales la agricultura de temporal anual, además de algunos individuos arbóreos aislados y pequeños remanentes de vegetación que conservan características asociadas con las comunidades de bosque de pino-encino y matorral presentes en la región. En términos generales, el área presenta condiciones de transformación y deforestación de la cobertura vegetal original. Durante el levantamiento de campo se identificaron tres estratos vegetales: arbóreo, arbustivo y herbáceo, los cuales presentaron diferencias en cuanto a su riqueza, composición y estructura.

En el estrato arbóreo se registraron cuatro especies. *Nicotiana glauca* presentó la mayor altura promedio, con 3.70 m, así como el mayor diámetro promedio de cobertura, con 9.14 m. En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), *Vachellia farnesiana y Nicotiana glauca* presentaron los valores más elevados, lo que indica una mayor participación relativa de estas especies dentro de la estructura del estrato, considerando atributos como su abundancia, frecuencia y dominancia.

El estrato arbustivo estuvo representado por cuatro especies. *Vachellia farnesiana* presentó la mayor dominancia y, de manera concordante, obtuvo el valor más elevado del Índice de Valor de Importancia (IVI), evidenciando su mayor relevancia estructural y participación relativa dentro de la comunidad arbustiva del Área del Proyecto.

Por su parte, el estrato herbáceo presentó la mayor riqueza específica de los tres estratos analizados, con un total de cinco especies. *Verbena officinalis y Digitaria ciliaris* destacaron por presentar los mayores valores del Índice de Valor de Importancia (IVI), reflejando una mayor contribución relativa a la estructura y composición de este estrato. No obstante, la mayor riqueza registrada en el estrato herbáceo debe interpretarse en función de la composición de las especies presentes, ya que una proporción importante corresponde a especies de carácter arvense y ruderal, tolerantes a condiciones de perturbación y asociadas con ambientes abiertos y transformados. Por lo tanto, los valores de riqueza y diversidad obtenidos para este estrato no necesariamente representan una condición de mayor conservación de la vegetación, sino que pueden estar relacionados con las condiciones de disturbio y transformación que actualmente caracterizan al Área del Proyecto.

Tabla 4. Listado de especies registradas en área del proyecto.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos
Digitaria ciliaris	Pata de gallina	Sc	Exótica	20
Eryngium carlinae	Cabezona	Sc	Nativa	15
Juniperus communis	Juniperus communis	Sc	Exótica	1
Nicotiana glauca	Nicotiana	Sc	Exótica	1
Opuntia tormentosa	Nopalera	Sc	Endémica	1

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos
Phoradendron forestierae	Mal de ojo	Sc	Endémica	1
Prunus serotina	Capulin	Sc	Nativa	1
Sanvitalia procumbens	Ojo de gallo	Sc	Nativa	15
Sida rhobifolia	Tlalamate	Sc	Nativa	1
Vachellia farnesiana	Huizache	Sc	Nativa	1
Verbena officinalis	Verbena común	Sc	Exótica	10

III.4.1.2.5 Usos de suelo y vegetación en área de influencia del proyecto

En el Área de Influencia (AI) se identificó como cobertura predominante la agricultura de temporal anual, acompañada por algunos individuos arbóreos aislados y pequeños remanentes de vegetación que conservan características asociadas con las comunidades de bosque de pino-encino y matorral presentes en la región. En términos generales, el AI corresponde a un área previamente transformada y con evidencias de deforestación y modificación de la cobertura vegetal original. Durante el levantamiento de campo se identificaron dos estratos vegetales: arbóreo y arbustivo, los cuales presentaron diferencias en cuanto a su riqueza y composición.

En el estrato arbóreo se registraron cuatro especies. *Pyrus communis* presentó la mayor altura promedio, con 6.0 m, así como el mayor diámetro promedio de cobertura, con 5.7 m. En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), *Pyrus communis y Vachellia farnesiana* presentaron los valores más elevados, lo que indica una mayor participación relativa de estas especies dentro de la estructura del estrato, considerando atributos como su abundancia, frecuencia y dominancia.

Por su parte, el estrato arbustivo estuvo representado por una sola especie, *Opuntia lasiacantha*. La presencia de una única especie en este estrato evidencia una baja riqueza específica y una estructura simplificada de la vegetación arbustiva, condición que puede asociarse con el grado de transformación y perturbación que caracteriza al Área de Influencia. Al estar representado el estrato por una sola especie, esta concentra la totalidad de la abundancia y, por consiguiente, la importancia estructural del estrato.

Tabla 5. Listado de especies registradas en área de influencia.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos
Vachellia farnesiana	Huizache	Sc	Nativa	4
Opuntia lasiacantha	Nopal de cerro	Sc	Endémica	10
Pyrus communis	Peral común	Sc	Exótica	6

III.4.1.2.6 Usos de suelo y vegetación en área de región ecológica.

En la Región Ecológica (RE) se identificó una mayor heterogeneidad en cuanto a los tipos de cobertura y uso de suelo, encontrándose agricultura de temporal anual, pastizal inducido, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate. Esta diversidad de coberturas se refleja en una estructura vegetal más compleja, en la que se identificaron cuatro estratos: arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífito, con diferentes niveles de riqueza y composición específica.

En el estrato arbóreo se registraron trece especies. *Quercus laeta* presentó la mayor altura promedio, con 7.20 m, mientras que *Juniperus communis* presentó el mayor diámetro promedio de cobertura, con 6.30 m. En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), *Quercus obtusata y Quercus eduardii* presentaron los valores más elevados, lo que evidencia su mayor participación relativa dentro de la estructura del estrato arbóreo, considerando su abundancia, frecuencia y dominancia.

El estrato arbustivo estuvo representado igualmente por trece especies. *Quercus crassipes* presentó la mayor dominancia y, de manera concordante, obtuvo el valor más elevado del Índice de Valor de Importancia (IVI), evidenciando una mayor relevancia estructural y participación relativa dentro de la comunidad arbustiva de la RE.

Por su parte, los estratos herbáceo y epífito presentaron la menor riqueza específica de los cuatro estratos analizados, con un total de dos especies. En el estrato herbáceo, *Pseudognaphalium luteoalbum* destacó por presentar el mayor valor del Índice de Valor de Importancia (IVI), reflejando una mayor contribución relativa a la estructura y composición de este estrato.

Finalmente, dentro del estrato epífito, *Tillandsia bourga*ei presentó el mayor valor del Índice de Valor de Importancia (IVI), lo que indica una mayor participación relativa dentro de la composición y estructura de la comunidad epífita registrada en la Región Ecológica.

Tabla 6. Listado de especies registradas en la Región Ecológica.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos
Agave salmiana	Maguey pulquero	Sc	Endémica	7
Ageratina sp.	hierba del ángel	Sc	Endémica	1
Calliandra houstoniana	Cabellos de ángel	Sc	Nativa	4
Cuphea aequipetala	Hierba del cáncer	Sc	Endémica	1
Eysenhardtia polystachya	Palo azul	Sc	Nativa	18
Fuchsia encliandra	Aretillo de monte	Sc	Nativa	3
Juniperus communis	Enebro común	Sc	Exótica	5
Malacomeles denticulata	duraznillo.	Sc	Nativa	2
Mimosa sp.	Mimosa	Sc	Nativa	1
Opuntia lasiacantha	Nopal de cerro	Sc	Endémica	1

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos
Phoradendron forestierae	Injerto de árbol	Sc	Endémica	6
Pseudognaphalium luteoalbum	Gordolobo	Sc	Exótica	2
Psittacanthus calyculatus	Injerto de huizache	Sc	Nativo	2
Quercus castanea	encino castaño.	Sc	Nativa	2
Quercus crassipes	encino laurelillo.	Sc	Endémica	11
Quercus eduardii	encino rojo.	Sc	Endémica	6
Quercus glabrescens	encino blanco.	Sc	Endémica	2
Quercus glaucoides	encino encinilla.	Sc	Endémica	3
Quercus grahamii	Encino de Graham.	Sc	Endémica	6
Quercus laeta	Encino manzano	Sc	Endémica	1
Quercus obtusata	roble mexicano.	Sc	Endémica	9
Rhus standleyi	Zumaque de Standley	Sc	Endémica	2
Tillandsia bourgaei	Gallinita	Sc	Endémica	3
Tillandsia usneoides	barbas de viejo.	Sc	Nativa	1
Verbesina virgata	Capitaneja	Sc	Endémica	10
Vernonanthura patens	pie de paloma.	Sc	Nativa	2

III.4.1.3 Fauna

III.4.1.3.1 Metodología

Metodología de campo

Lo primero que se piensa al conservar es saber qué se conservará, por ello, se debe tener una línea base de lo que se encuentra en la zona que se va a intervenir, para esto, los inventarios de fauna en zonas donde se desarrollará una infraestructura tienen como meta conocer la distribución, riqueza y abundancia de las poblaciones silvestres, con el objetivo de relacionarlos con el impacto causado por las actividades humanas

para prevenir cambios no deseados, o bien, para modificar acciones en caso de detectar tendencias no esperadas (León-Cortés *et al.*, 2010). Esto es de suma importancia, pues conociendo lo que se puede afectar las medidas que se proponen pueden ser más precisas, centradas y dirigidas, ayudando a la conservación del factor o factores objetivos, que en este caso particular es la fauna silvestre.

Dicho esto, se realizó levantamiento de datos (muestreos) de los grupos faunísticos más importantes (aves, herpetofauna y mamíferos), usando la metodología y técnicas más apropiadas de acuerdo a los vertebrados, pues se buscó caracterizar tanto el Área del Proyecto (AP) como el Área de Influencia (AI) y la Región Ecológica (RE).

Se optó por utilizar transectos como la opción idónea dadas las características del lugar y los grupos implicados. En el AP en evaluación, donde se efectuará la afectación directa, se determinó que se encuentra cubierta por Pastizal inducido y cultivos, por lo que los recorridos y puntos fueron realizados abarcando toda la superficie del predio divididos en 3 transectos. En el AI se realizaron 3 transectos y la RE tres transectos, los muestreos abarcaron sitios con condiciones y superficies similares a las presentes dentro del AP, situándose cercanos a este para poder analizar las zonas que afectaría la infraestructura indirectamente, por lo que se optó realizar igualmente transectos en sitios que la topografía permitiera realizarlos.

a) Aves

Para poder caracterizar lo mejor posible el grupo de las aves y tener una muestra significativa de estos vertebrados, se optó por realizar registros en transectos, considerando también aquellos que se realizaron de manera oportunista, contando las aves incluso en los transectos realizados para registrar a los otros grupos faunísticos. En este caso particular, se consideró a todo el predio o polígono como un transecto.

Transectos. Son una de las técnicas de estudio más utilizadas para determinar la composición y densidad de la ornitofauna. Esencialmente, son versiones en el que el observador realiza conteos dentro de una distancia mientras viaja a lo largo de una línea de transecto fija, con la finalidad de obtener muestras representativas de las especies y números de cada una de ellas. Esa técnica se ha adaptado para una gran variedad de aves y hábitats, tal es el caso de los transectos en tierra, establecidos a lo largo de la interfaz entre los hábitats de aves acuáticas y terrestre (FAO, 2007). En su forma más simple, esta técnica se realizó mediante la caminata a lo largo de un transecto y registrando aves (vistas o escuchadas) sin importar la distancia que estuviera del observador. Se trataba de hacer el menor ruido posible para evitar ahuyentar a la ornitofauna, además, la búsqueda de la misma fue apoyada por binoculares y una cámara fotográfica para poder identificarlas adecuadamente. El objetivo de un censo puede ser registrar la mayor cantidad posible de especies que realmente están presentes, y por lo general lo más rápido posible, por lo que la recopilación de datos en el pico de la actividad de las aves es fundamental para un buen diseño de estudio. Un diseño de estudio común, por lo tanto, es comenzar la recopilación de datos unos 30 minutos después del amanecer y continuar hasta media mañana, cuando la actividad de las aves disminuye (Jones, 2000); por lo que el horario empleado para el muestreo de este grupo fue de 7 a 11 horas y de 16:00 a 18:00 horas.

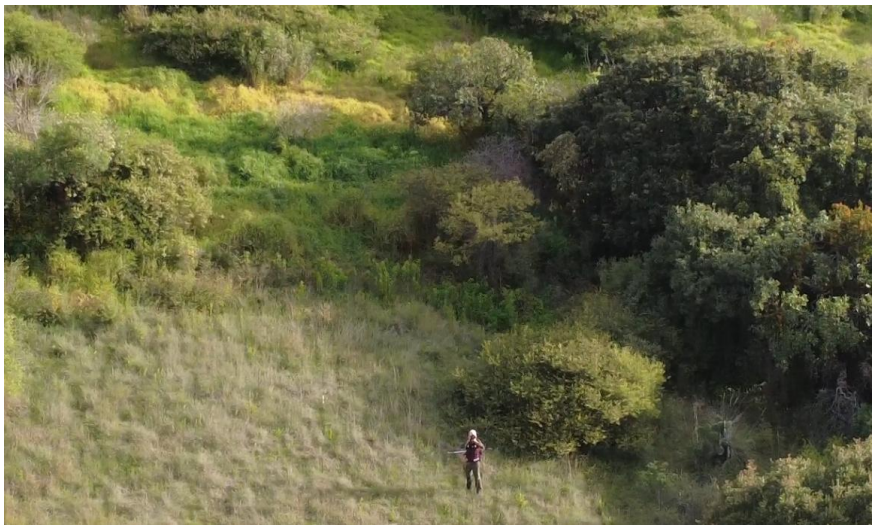


Imagen 11. **Transecto realizado en campo para el registro de aves**

b) Herpetofauna

Los estudios exitosos deben emplear métodos de muestreo que permitan la finalización más eficiente de los objetivos del estudio (Ribeiro-Junior et al., 2008). No obstante, hay numerosos factores que influyen en la efectividad de los diferentes métodos de muestreo, incluida la zona geográfica, los hábitats que se muestrean, los taxones objetivo y la duración y el objetivo del estudio (Doan, 2003). Existe un consenso general de que ningún método de muestreo puede registrar todas las especies de anfibios y reptiles en una comunidad (Ryan et al., 2002), pero dependiendo de la variedad de factores que influyen en la efectividad y los objetivos generales del estudio, algunos enfoques pueden obtener más información. Milton (1980) informó que los transectos obtienen las mayores eficiencias de captura y la mayor variabilidad en el retorno; al mismo tiempo, se ha demostrado que son eficaces para ampliar tanto la abundancia como la riqueza de especies en algunas regiones (Doan, 2003; Rodel & Ernst, 2004). Por ello, se empleó una búsqueda por medio de recorridos en transectos para la caracterización de la herpetofauna, los cuales se realizaron en los horarios cúspide de actividades de este grupo, es decir, de las 10 horas hasta las 17 horas, aproximadamente.

Los reptiles, por el hecho de ser animales ectotermos (que dependen de fuentes externas de calor) y de baja tasa metabólica, pueden permanecer inactivos durante largos períodos (es decir, invisibles para el observador) incluso estando bajo condiciones meteorológicas favorables; cuando las condiciones climáticas son desfavorables todos están inactivos, por lo tanto, es sumamente fácil que puedan pasar desapercibidos (Galán-Regalado, 2015). Dado este comportamiento y su dependencia al medio ambiente, la búsqueda de estos organismos se hizo en los horarios y lugares que estos frecuentan para su termorregulación (sobre rocas, troncos, ramas, hojarasca, etc.), así como también, los sitios que usan como refugios (debajo de rocas, troncos caídos, en orificios entre las piedras o bases de árboles, en madrigueras, etc.). Para buscar y manipular reptiles se ocupó un gancho herpetológico y guantes de carnaza, moviendo objetos que permitieran inspeccionar bien el terreno.

Los anfibios se consideran un grupo indicador especialmente sensible para el estrés ambiental en los ecosistemas acuáticos y terrestres (Blaustein & Johnson, 2003; Blaustein & Kiesecker, 2003) y debido a su complejo ciclo de vida, las etapas más sensibles del desarrollo embrionario y larvario se pasan generalmente en hábitats acuáticos, mientras que la mayoría de los jóvenes y adultos viven en hábitats terrestres. Además, como los anfibios dependen del agua para la reproducción, los adultos de muchas especies muestran migraciones anuales extensas entre el invierno, la cría y los hábitats de verano. Por esta asociación al agua, la búsqueda de los anfibios se hizo mayormente cerca de cuerpos de agua, teniendo cuidado en su captura, ya que la piel de estos organismos es muy sensible, usándose siempre guantes desechables o bolsas de plástico para manipularlos.



Imagen 12. **Transecto realizado en campo para el registro de herpetofauna.**

c) Mamíferos

Las investigaciones e inventarios de mamíferos requieren la utilización de diferentes métodos, debido a la gran variación en el tamaño corpóreo, a los hábitos de vida y en las preferencias de hábitat. Por esta razón, en lugares donde se hace difícil la observación de mamíferos por cualquier motivo, resulta indispensable utilizar medios para hacer posible su acercamiento, como la utilización o estimación de datos indirectos basados en la identificación de signos producidos por el animal de interés (Rabinowitz, 1997). Asimismo, considerando el tiempo limitado disponible para el levantamiento de información, se optó por la aplicación de un método indirecto, al ser el más adecuado para las características del sitio y las condiciones de muestreo.

Métodos indirectos. Para detectar la presencia de mamíferos se puede usar la detección de "rastros" que dejan estos en sus diferentes actividades diarias, de ahí que no exista la necesidad de observar directamente al animal (Aranda, 2000). Los mamíferos dejan diferentes evidencias de sus actividades, como huellas, heces, senderos, madrigueras, sitios de descanso, señales de alimentación, esqueletos, voces, sonidos, olores, etc. (Wemmer et al., 1996; Becker & Dalponte, 1999). La evaluación de estos rastros indirectos cobra particular importancia en aquellas especies de difícil captura o para aquellas que se encuentran en un estado de conservación frágil y cuya colecta no es permisible, pues la mínima información que proporcionan los rastros es la presencia de la especie en un lugar, lo cual no deja de tener relevancia científica en lo que a inventarios mastozoológicos o estudios de distribución se refiere (Aranda, 1996). De este modo, se realizó una búsqueda en los transectos para identificar a qué especie pertenece cada rastro encontrado, midiéndolo y tomando fotografía del mismo junto a una referencia de tamaño (bolígrafo con regla, navaja, libreta con graduación milimétrica); los recorridos realizados fueron con total atención a encontrar dichas evidencias y con el menor ruido al caminar para no ahuyentar a los organismos, por lo que los transectos se recorrieron a una velocidad baja, supervisando el área por donde se pasaba.



Imagen 13. **Transecto realizado en campo para el registro de mastofauna.**

III. 4.1.3.2. Resultados

III.4.1.3.2.1 Probable ocurrencia

Debido a que resulta casi imposible producir un inventario completo por las restricciones técnicas o temporales que caracterizan los muestreos de fauna, lo que hace muy improbable la detección de todas las especies presentes en una zona (Gotelli & Colwell, 2001), se debieron utilizar medios que permitieran conocer las especies de los diferentes grupos faunísticos que se encontraran en la Región Ambiental (RE), Ares de Influencia (AI) y Área del Proyecto (AP) pues si bien, se realizaron muestreos y se caracterizó esta superficie, es imposible lograr registrar el total de especies que habitan en un área tan grande con las limitaciones económicas, de tiempo, así como al hecho de que algunas especies son críticas o sus poblaciones son muy pequeñas.

Por tales motivos, se obtuvo un listado de probable ocurrencia que permitió saber las especies que pudieran potencialmente encontrarse en el área. Su elaboración se basó en una búsqueda bibliográfica de estudios (revistas y artículos científicos, libros, manuales, guías, etc.) realizados en la zona, así como la revisión de base de datos digitales (gbif, naturalista, CONABIO, amphibiaweb, herpmapper, ebird, UNAM, xeno-canto, VetNet, avesmx, iucnredlist) que mostraran registros, distribución e indicios de que determinada especie pudiera encontrarse en dicha superficie, que para no sesgar datos, debieron ser registros históricos de las especies en el área.

Con base en los listados de probable ocurrencia obtenidos, se identificó un total de 127 especies potenciales para la Región Ecológica de influencia del proyecto. El grupo con mayor riqueza específica correspondió a las aves, con 98 especies, seguido de los reptiles con 16 especies, los mamíferos con 8 especies y, finalmente, los anfibios con 5 especies.

En cuanto a la frecuencia de registros disponibles en dichas plataformas, *Pyrocephalus rubinus* fue la especie potencial con el mayor número de registros (20), seguida de *Tilmatura dupontii* (13). Asimismo, *Heteromys irroratus, Haemorhous mexicanus y Cathartes aura* presentaron 10 registros cada una. El resto de las especies registradas mostraron una frecuencia inferior a diez registros, lo que refleja una menor representatividad en las bases de datos consultadas.

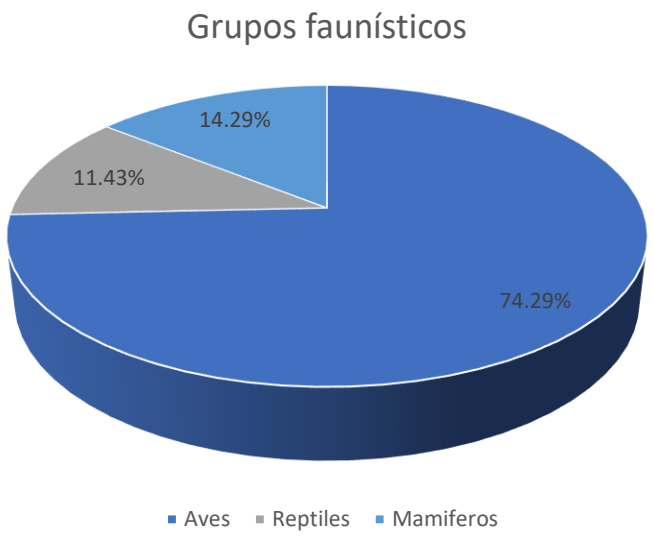
Para mayor detalle ver en anexos digitales del capítulo respectivo (Listados de probable ocurrencia).

III.4.1.3.2.2 Resultados y análisis del levantamiento de datos

Los resultados del levantamiento de datos en todas las área de interés (AP, AI y RE) fue de un total 34 especies para la riqueza específica (S), donde las aves fue el grupo de mayor S, contando con 26 especies, lo que representó el 76.47%; mientras que la mastofauna obtuvo un registro de 5 especies, por lo que esto les confirió el 14.71% de lo encontrado; luego se ubicó la herpetofauna con una riqueza de 4 especies, otorgándoles el 11.43%, quedando como el grupo con la menor riqueza específica.

Tabla 7. Riqueza específica (S) de las especies registradas en campo de los diferentes grupos faunísticos (AP, AI y RE)

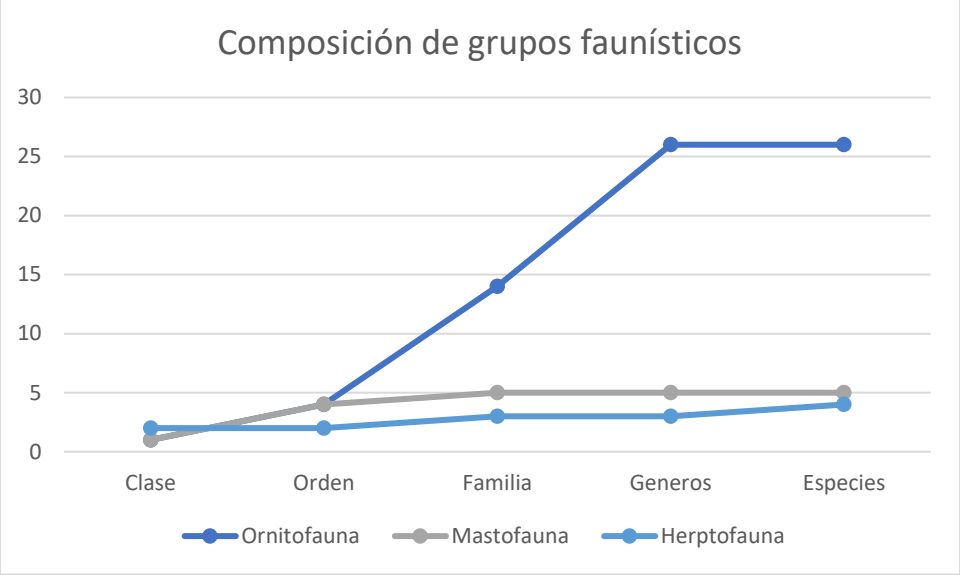
Grupo	Riqueza específica (S)
Aves	26
Mamíferos	5
Reptiles	4
Total	**35**



Gráfica 3. Porcentaje de los grupos faunísticos registrados en campo en las zonas de estudio (AP, AI, RE)

La composición total de la fauna silvestre fue de 4 clases, 10 órdenes, 22 familias, 34 géneros y como se dijo, 35 especies. Sin embargo, referente a cada grupo, la composición de cada uno fue de:

- Aves: 1 clase, 4 órdenes, 14 familias, 26 géneros y 26 especies.
- Mamíferos: 1 clase, 4 órdenes, 5 familias, 5 géneros y 5 especies.
- Herpetofauna: 2 clases, 2 órdenes, 3 familias, 3 géneros y 4 especies.



Gráfica 4. Composición de los grupos faunísticos registrados en campo

a) Aves

Dentro de estos vertebrados, hubo un total de registros de 26 especies diferentes, siendo el orden más representativo el de los Passeriformes, contando con 21 especies, y la familia más numerosa en los registros fue Passeridae, ya que contó con 16 taxas.

Pensando en la riqueza específica, se obtuvieron 7 especies para el Área del Proyecto, 13 para el Área de Influencia y 25 para la Región Ecológica, por lo que se evidencia una riqueza menor en el AP en comparación de las otras áreas de interés, demostrando que hubo una diferencia de registros entre el AP y el AI de 6 especies, así como de 12 entre el AP y el RE.

Tabla 8. Aves registradas en campo dentro del AP, AI y RE

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
Cathartes aura	Zopilote aura	Sc	Nativa	4	X	X	
Coragyps atratus	Zopilote común	Sc	Nativa	3	X	X	
Zenaida macroura	Huilota común	Sc	Nativa	2	X	X	
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	Sc	Nativa	2	X		
Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	Sc	Nativa	2	X		
Chlorophonia elegantissima	Eufonia Garganta Azul	Sc	Nativa	2	X		
Icterus wagleri	Calandra de Wagler	Sc	Nativa	1	X		

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	Sc	Endémica	2	X		
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	Sc	Nativa	4			X
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	Sc	Cuasiendémica	1	X		
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	Sc	Nativa	1	X		
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	Sc	Nativa	1	X		
Pipilo maculatus	Rascador Moteado	Sc	Nativa	1	X		
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	Sc	Nativa	9	X		X
Corthylio calendula	Reyezuelo matraquita	Sc	Nativa	1	X		
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	Sc	Nativa	3	X	X	
Catharus aurantiirostris	Zorzal pico naranja	Sc	Nativa	3	X	X	
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón	Sc	Nativa	2	X	X	
Contopus pertinax	Papamoscas José María	Sc	Nativa	1	X		
Sayornis phoebe	Papamoscas Fibí	Sc	Nativa	2	X	X	
Passer domesticus	Gorrión domestico	Sc	Exotica	16	X	X	X
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	Sc	Nativa	5	X	X	
Columbina inca	Tortolita	Sc	Nativa	8	X	X	X
Melozone fusca	Racador viejito	Sc	Nativa	8	X	X	X
Pyrocephalus rabinus	Mosquero cardenal	Sc	Nativa	6	X	x	X
Quiscalus mexicanus	Zanate	Sc	Nativa	7	X	X	



Imagen 14. **Aves representativas del AP, AI y/o RE.**

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies de aves identificadas se encuentra incluida en alguna de las categorías de riesgo establecidas.

b) Herpetofauna

Este grupo de vertebrados, que abarca tanto reptiles como anfibios, registró un total de 3 especies, donde el orden con más especies fue Squamata, ya que contó con 2, siguiendo con el orden Anura contando con 1 especie.

Respecto a la riqueza específica, se logró el registro de 2 especie en el Área del Proyecto, 2 especies registradas en el Área de Influencia, mientras que en la Región Ambiental se registraron 3 especies. Por lo que no hubo diferencias entre AP y AI. Por otra parte, la diferencia entre AP y Re fue de 1 especie. De acuerdo a lo anterior, se concluyó que todas las especies avistadas en el AP fueron también observadas en el AI. No obstante, se puede apreciar que 2 especies fueron registradas exclusivamente en la Región Ecológica, las cuales fueron *Conopsis lineata y Sceloporus torquatus*

Tabla 9. Herpetofauna registrada en campo dentro del AP, AI y RE

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
Lithobates spectabilis	Rana manchada	Sc	Endémica	8		X	X
Conopsis lineata	Culebra Terrestre del Centro	Sc	Endémica	1	X		
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de Collar	Sc	Endémica	1	X		
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	Nativa	9	X	X	X



Imagen 15. **Especies representativas de herpetofauna dentro del AP, AI y/o RE.**

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 1 especie de herpetofauna se encuentra en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) la cual es Lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*). La presencia de esta especie representa un elemento de relevancia para la valoración ambiental del Área del Proyecto, por lo que deberá considerarse dentro de las medidas de prevención, mitigación y protección de la fauna silvestre asociadas al desarrollo del proyecto.



Imagen 16. **Ejemplar de *Sceloporus grammicus.***

La lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*) es una especie de hábitos principalmente diurnos y arborícolas, aunque también puede utilizar diversos microhábitats, como grietas entre rocas, troncos, agaves, rocas y estructuras asociadas a ambientes modificados. Su alimentación se basa principalmente en insectos, aunque se han registrado otros componentes en su dieta, como pequeños moluscos. (CONABIO,2022)

Morfológicamente, presenta una coloración dorsal que puede variar de gris claro a gris oscuro, generalmente acompañada de patrones ondulados o reticulados de tonalidad negra. Los machos pueden presentar una coloración azul turquesa o azul intenso en la región gular y ventral, mientras que en las hembras estas tonalidades son menos marcadas y pueden presentar tonos grisáceos a anaranjados. (CONABIO,2022)

En México, *S. grammicus* presenta una distribución amplia, con registros en diversos estados del centro, occidente y norte del país, incluyendo Puebla, y puede encontrarse en ambientes como bosques de pino, pino-encino, bosque de encino, matorral xerófilo y otros ambientes de montaña. Su distribución altitudinal registrada comprende aproximadamente de los 1,000 a los 4,000 m s. n. m. (CONABIO,2022).

c) Mamíferos

La mastofauna encontrada fue de 5 especies en conjunto de las tres áreas, destacándose el orden Carnívora por el número de especies que se registraron de él (2). Por su parte, la familia más representativa fue Bovidae, ya que registró un total de 13 especies.

Sobre la riqueza específica (S), se presentaron pocas diferencias entre zonas, dado que en el Área del Proyecto y Área de influencia se registraron las 4 mismas especies, en contraste con la Región Ecológica donde se logró un registro de 5, la mayor riqueza específica. Por esto, se puede apreciar que no existe diferencia entre el AP y el AI , y para el RE la diferencia fue de 1 respecto a lo registrado dentro del AP. Al observar los registros, se aprecia que 1 mamíferos fue exclusivo del área Región Ecológica, el cual fue *Bassariscus astutus.*

Tabla 10. Mamíferos registrados en campo dentro del AP, AI y RE.

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
Canis familiaris	Perro domestico	Sc	Exotica	9	X	X	X
Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	Sc	Nativa	2	X		
Ovis aries	Oveja	Sc	Exotica	13	X	X	X
Equus ferrus caballus	Caballo domestico	Sc	Exotica	6	X	X	X
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	Sc	Endémica	4	X	X	X



Imagen 17. **Especies de mamíferos representativas registradas en AP, AI y/o RE.**

Dadas las características biológicas de toda la mastofauna encontrada, se muestra que ninguna de las especies se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se considera que sus poblaciones no corren peligro.

Respecto al endemismo, solo se registró a una especie con este origen, la cual corresponde al Conejo de monte (*Sylvilagus cunicularius).* Esta especie, se distribuye en el país a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sinaloa hasta el este de Oaxaca y el centro de Veracruz, encontrándose también en las regiones montañosas del Eje Volcánico Transversal. Habita en un amplio rango de ecosistemas que incluyen bosques tropicales caducifolios, templados y secos, pastizales y zonas perturbadas, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 4 300 m de altitud. Es el conejo de mayor tamaño de México, con una longitud total de 485 a 515 mm y un peso entre 1.8 y 2.3 kg. La especie se encuentra categorizada por la UICN como de Preocupación Menor, aunque sus poblaciones pueden estar en disminución debido a la caza y a la pérdida de hábitat.



Imagen 18. **Registro de *Sylvilagus cunicularius.***

III.4.1.3.2.3.Registros dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies y las poblaciones que se ubican en el Área del Proyecto (AP), en el Área de Influencia (AI) y en la Región Ambiental (RE) reside en el hecho de conocer el impacto que hará la obra en la fauna silvestre, especialmente a las especies con mayor riesgo. Por ello, se buscó el estatus de conservación de las especies bajo los criterios de la Norma Oficial Mexicana para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (NOM-O59-SEMARNAT-2010).

La fauna mexicana que se encuentra en riesgo está agrupada en cuatro categorías:

* **Sujetas a Protección Especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

* **Amenazadas (A):** Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando los factores como modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.

* **En Peligro de Extinción (P):** Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

* **Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E):** Aquellas especies nativas cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

Para el presente proyecto, como ya se mencionó, del total de especies registradas en las áreas muestreadas hubo una (*Sceloporus grammicus*) que está enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 categorizada como Sujeta a Protección Especial (Pr). Dicha especie fue registrada en los tres puntos (AP, AI y RE)

Tabla 11. Especies registradas en campo (tanto del AP como del AI y la RE) bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa	Pr	Nativa	9	X	X	X

Nombre científico	Nombre común	Categoría de riesgo	Endémica (sí/no)	Número de individuos	Presencia		
					AP	AI	RE
	del mezquite						

Por todo lo anterior, respecto al componente fauna, durante los muestreos de campo se registró la presencia de una especie incluida en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondiente a la lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*), catalogada como Sujeta a Protección Especial (Pr). Esta especie fue registrada en los tres ámbitos de evaluación considerados: Área del Proyecto (AP), Área de Influencia (AI) y Región Ecológica (RE), lo que evidencia su presencia y distribución dentro del área de estudio y su entorno inmediato.

En atención a la presencia de esta especie, así como a la importancia de conservar la comunidad faunística en su conjunto, se implementarán medidas de prevención y mitigación orientadas a evitar, reducir y, en su caso, compensar posibles afectaciones sobre la fauna silvestre durante las diferentes etapas del proyecto. Entre estas acciones se contempla el ahuyentamiento previo al inicio de las actividades de desmonte y preparación del sitio, la delimitación y protección de áreas de conservación dentro del predio, así como la restauración de hábitats aledaños, procurando mantener las condiciones que favorezcan el desplazamiento, refugio y permanencia de las especies presentes. Estas medidas estarán orientadas particularmente a reducir posibles afectaciones sobre *Sceloporus grammicus* y, de manera integral, sobre la comunidad faunística registrada, contribuyendo a mantener la funcionalidad ecológica del entorno del proyecto.

III.4.1.4 Indices de diversidad biológica

III.4.1.4.1 Flora

Estrato arbóreo

La información registrada para el estrato arbóreo en la RE, AI y el AP) muestra diferencias en cuanto a la abundancia y riqueza de especies. La mayor abundancia de individuos se registró en la RE, con un total de 49 ejemplares, seguida del AP, con 16 individuos, y finalmente el AI, con 9 individuos. En cuanto a las especies más abundantes, en la RE destacó Quercus obtusata, con 9 individuos; en el AI, Pyrus communis, con 6 individuos; mientras que, en el AP, Vachellia farnesiana presentó la mayor abundancia, con 10 individuos.



Imagen 19. **Especies de flora representativas en AP, AI y/o RE. De izquierda a derecha *Quercus obtusata, Pyrus communis y Vachellia farnesiana.***

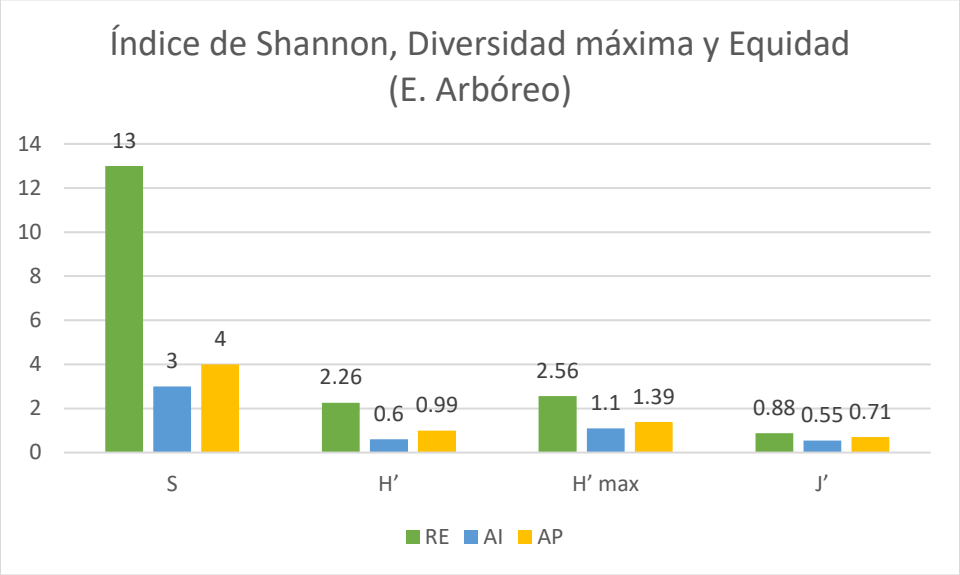
Respecto a la riqueza específica (S), la RE presentó el mayor número de especies, con 13, seguida del AP con 4 y el AI con 3 especies. Esta mayor riqueza registrada en la RE se refleja también en los valores del índice de Shannon-Wiener (H'), el cual fue de 2.26 para la RE, 0.60 para el AI y 0.99 para el AP. Los resultados indican que la RE presenta una mayor diversidad de especies en comparación con el AI y el AP, condición asociada principalmente con su mayor riqueza específica y una distribución más equilibrada de las abundancias.

La diversidad máxima (H' máx) alcanzó un valor de 2.56 en la RE, mientras que para el AP fue de 1.39 y para el AI de 1.10. En consecuencia, la diferencia entre la diversidad observada y la máxima fue de 0.30 para la RE, 0.40 para el AP y 0.50 para el AI. Estos valores muestran que la comunidad arbórea de la RE se encuentra más próxima a su diversidad máxima esperada, mientras que el AI presenta una mayor separación respecto a dicho valor.

Por su parte, el índice de equidad de Pielou (J') presentó valores de 0.88 en la RE, 0.71 en el AP y 0.55 en el AI. El valor registrado en la RE indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes, con una baja tendencia hacia la dominancia de una sola especie. El AP también presenta una distribución relativamente equitativa, aunque con una mayor concentración de individuos en determinadas especies. En el AI, el menor valor de J' refleja una distribución menos uniforme de las abundancias, donde algunas especies adquieren mayor representatividad dentro de la comunidad arbórea.

Tabla 12. Comparativa de los valores del índice de diversidad del estrato arbóreo en dentro del AP. AI y RE.

Unidad de análisis	S	H'	H' max	J'
RE	13	2.26	2.56	0.88
AI	3	0.60	1.10	0.55
AP	4	0.99	1.39	0.71



Gráfica 5. Composición de los grupos faunísticos registrados en campo

Estrato arbustivo

Para el estrato arbustivo, la mayor abundancia se registró en la RE, con 57 individuos, mientras que tanto el AI como el AP presentaron 9 individuos cada uno. En la RE, las especies más abundantes fueron *Eysenhardtia polystachya y Verbesina virgata*, con 15 y 11 individuos, respectivamente. En el AI, *Opuntia lasiacantha* concentró la totalidad de los individuos registrados, con 9 ejemplares, mientras que en el AP *Vachellia farnesiana* fue la especie más abundante, con 5 individuos.

En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), la especie con mayor valor en la RE fue *Quercus crassipes*, con 24.26%; en el AI correspondió a *Opuntia lasiacantha*, con 80.51%; y en el AP a *Vachellia farnesiana*, con 52.59%.



Imagen 20. **Especies de flora representativas en AP, AI y/o RE. De izquierda a derecha *Eysenhardtia polystachya, Vachellia farnesiana y Opuntia lasiacantha.***

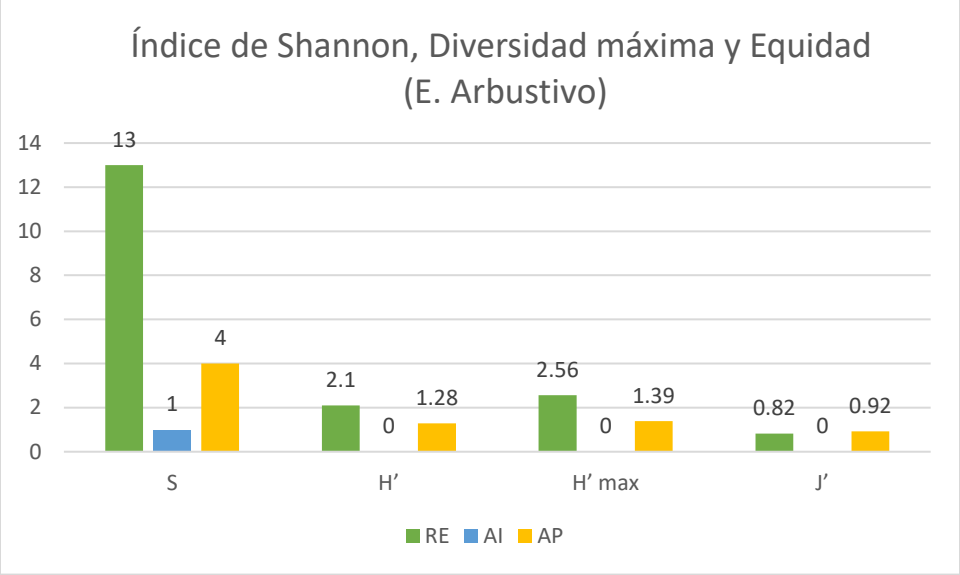
Los valores del índice de Shannon-Wiener (H') fueron de 2.10 para la RE, 1.20 para el AP y 0.00 para el AI. La RE presentó, por tanto, la mayor diversidad arbustiva, mientras que el AI presentó ausencia de diversidad debido a que únicamente se registró una especie. La diferencia entre la diversidad observada y la diversidad máxima fue de 0.47 para la RE, 0.11 para el AP y 2.94 para el AI. La elevada diferencia observada en el AI se explica por la ausencia de diversidad efectiva derivada de la presencia de una sola especie en el estrato.

El índice de equidad de Pielou (J') presentó valores de 0.82 en la RE, 0.92 en el AP y 0.00 en el AI. Los valores registrados en la RE y el AP indican una distribución relativamente uniforme de las abundancias entre las especies presentes, particularmente en el AP, donde el valor se aproxima a 1. En contraste, el valor de 0.00 obtenido en el AI se relaciona directamente con la presencia de una sola especie, por lo que no existe distribución de abundancias entre diferentes especies que pueda ser considerada equitativa. Esta condición puede asociarse con el grado de transformación y perturbación antropogénica que caracteriza al AI.

En conjunto, el estrato arbustivo evidencia una mayor complejidad y diversidad en la RE, mientras que el AI presenta una estructura simplificada, caracterizada por una riqueza específica reducida y dominancia absoluta de una sola especie. El AP presenta una condición intermedia, con una diversidad menor que la RE, pero con una distribución relativamente uniforme de las especies registradas.

Tabla 13. Comparativa de los valores del índice de diversidad del estrato arbustivo en dentro del AP. AI y RE.

Unidad de análisis	S	H'	H' max	J'
RE	13	2.10	2.56	0.82
AI	1	0	0	0
AP	4	1.28	1.39	0.92



Gráfica 6. Comparativa de los índices de diversidad del estrato arbóreo

Estrato herbáceo

El estrato herbáceo presentó una mayor abundancia de individuos en el AP, con un total de 64 ejemplares, en comparación con los 3 individuos registrados en la RE. De manera consistente, la riqueza específica fue mayor en el AP, con 5 especies, mientras que en la RE se registraron únicamente 2 especies. En el AP, las especies con mayor número de individuos fueron *Digitaria ciliaris*, con 20 ejemplares, y *Eryngium carlinae* y *Sanvitalia procumbens*, con 15 individuos cada una. En la RE, *Pseudognaphalium luteoalbum* fue la especie más abundante, con 2 individuos.

En cuanto al Índice de Valor de Importancia (IVI), *Verbena officinalis* presentó el valor más elevado en el AP, con 45.46%, mientras que en la RE *Pseudognaphalium luteoalbum* obtuvo el mayor valor, con 66.67%.



Imagen 21. **Especies de flora representativas en AP, AI y/o RE. De izquierda a derecha *Digitaria ciliaris y Eryngium carlinae.***

El índice de Shannon-Wiener (H') fue de 1.42 para el AP y de 0.64 para la RE, mientras que la diversidad máxima (H máx) correspondió a 1.61 y 1.95, respectivamente. Estos resultados muestran que el AP presenta una mayor diversidad herbácea que la RE, asociada principalmente con su mayor riqueza específica y abundancia. La diferencia entre la diversidad observada y la máxima fue de 0.19 para el AP y de 1.31 para la RE, lo que indica que la comunidad herbácea del AP se encuentra considerablemente más próxima a su diversidad máxima esperada que la registrada en la RE.

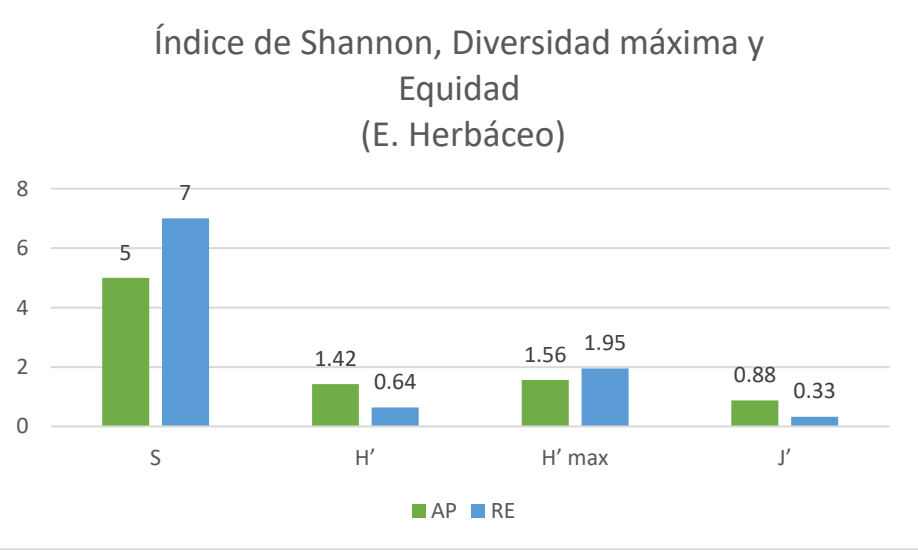
En cuanto a la equidad, el índice de Pielou (J') presentó un valor de 0.88 en el AP y de 0.33 en la RE. El valor elevado registrado en el AP indica una distribución relativamente uniforme de los individuos entre las especies presentes, a pesar de que algunas especies presentan mayor abundancia. En contraste, el valor de 0.33 obtenido en la RE refleja una distribución poco uniforme, con una marcada concentración de los individuos en determinadas especies, particularmente *Pseudognaphalium luteoalbumca*.

Si bien el Área del Proyecto (AP) presentó los valores más favorables de diversidad y equidad entre las unidades de análisis evaluadas, estos resultados deben interpretarse en función de la composición florística registrada. Las especies identificadas corresponden principalmente a elementos herbáceos de carácter arvense y ruderal, con elevada tolerancia a condiciones de perturbación y a ambientes abiertos.

En contraste, en el Área de Influencia (AI) no se registraron especies correspondientes al estrato herbáceo, condición que puede relacionarse con el elevado grado de transformación y perturbación presente en esta unidad de análisis. Durante los recorridos de campo se identificó una fuerte modificación de la cobertura del suelo asociada principalmente con la presencia de viviendas, superficies pavimentadas y tránsito o permanencia de ganado, factores que limitan el establecimiento y permanencia de la vegetación herbácea. En este sentido, la ausencia de especies herbáceas en el AI constituye un indicador de la baja disponibilidad de microhábitat.

Tabla 14. Comparativa de los valores del índice de diversidad del estrato herbáceo dentro del AP y RE

Unidad de análisis	S	H'	H' max	J'
AP	5	1.42	1.56	0.88
RE	7	0.64	1.95	0.33



Gráfica 7. Gráfica comparativa de los índices de diversidad del estrato herbáceo.

III.4.1.4.2 Fauna

El análisis comparativo de la composición de la fauna se realizó considerando la riqueza específica, abundancia, abundancia relativa y diversidad de lo registrado tanto del área del proyecto (AP), en el área de influencia (AI) y en la Región Ecológica (RE), lo que permitió inferir el grado de afectación por motivos del proyecto.

III.4.1.4.2.1 Comparativa de riqueza especifica (s)

Para el AP, AI Y RE, se pudo apreciar que se registraron 3 grupos faunísticos: aves, herpetofauna y mamíferos.

En términos generales, la riqueza específica es mayor en la RE, donde se registraron 33 especies, seguido de AI con un registro de 20 especies y finalmente el AP con un registro de 12 especies. De manera particular, y para todos los grupos faunísticos, la riqueza (S) también fue superior en la RE. En el caso de las aves, se avistaron 25 especies en la RE, frente a 14 en el AI y 6 en el AP, lo que representa una diferencia de 11 y 8 especies respectivamente. Para la herpetofauna, se registraron 3 especies en la RE, 2 especies en AI y 2 en el AP, representando una diferencia de una especie respecto a la RE. Finalmente, en los mamíferos se observó una diferencia de 1 especie, con 5 especies registradas en la RE y 4 especies registradas para AI Y AP.

De manera más específica, 25 especies de las 26 de ornitofauna se registraron en la RE. En contraste, 11 especies fueron exclusivas de la RE y no se observaron en el AI ni AP: *Ramosomyia violiceps, Pheucticus melanocephalus, Chlorophonia elegantissima, Icterus wagleri, Melanotis caerulescens, Basileuterus rufifrons, Cardellina pusilla, Setophaga coronata, Pipilo maculatus, Corthylio caléndula y Contopus pertinax.* Respecto a la NOM-059-SEMARNAT-2010, ninguna de las especies de aves registradas durante los muestreos se encuentra incluida dentro de alguna de las categorías de riesgo establecidas por dicha Norma.

Para la herpetofauna, se encontraron 3 especies para la RE (C*onopsis lineata, Sceloporus torquatus y Sceloporus grammicus)*, mientras que, para AI y AP, se encontraron 2 especies por igual (*Lithobates spectabilis y Sceloporus grammicus*), haciendo una diferencia de 2 especies más para la RE: *Conopsis lineata y Sceloporus torquatus*. En este grupo destaca particularmente *Sceloporus grammicus*, debido a que se encuentra incluida en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr). Esta especie fue registrada en los tres puntos de evaluación —AP, AI y RE—, por lo que su presencia deberá ser considerada dentro de las medidas de prevención y mitigación propuestas para el proyecto

En el caso de los mamíferos, para la RE se registraron 5 especies: *Equus ferrus caballus, Ovis aries, Canis familiaris, Sylvilagus cunicularius y Bassariscus astutus.* Para el AI Y AP, compartieron los mismos registros teniendo 4 especies, 1 especie menos que en la RE: *Bassariscus astutus.*

De las 9 especies, ninguna se encuentra enlistada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual puede deberse a diversos factores relacionados con su estado de conservación y el nivel de riesgo que enfrenta en el país. Asimismo, son especies con una amplia distribución geográfica y poblaciones estables, lo que reduce la necesidad de asignarle una categoría de riesgo.

Tabla 15. Comparativa de la presencia y riqueza específica (S) de las especies de los diferentes grupos faunísticos dentro de la MH y el CUSTF.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	Origen	RE	AI	AP
ORNITOFAUNA								
Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla Aura	Pr	Nativa			X
Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	Sc	Nativa	X	X	X
Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote común	Sc	Nativa	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilota común	Sc	Nativa	X	X	X

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	Origen	RE	AI	AP
Apodiformes	Trochilidae	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Cardinalidae	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Fringillidae	*Chlorophonia elegantissima*	Eufonia Garganta Azul	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Icteridae	*Icterus wagleri*	Calandra de Wagler	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Mimidae	*Melanotis caerulescens*	Mulato Azul	Sc	Endémica	X	X	
Passeriformes	Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo	Sc	Nativa	X		
Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus rufifrons*	Chipe Gorra Canela Común	Sc	Cuasiendémica	X	X	
Passeriformes	Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Passerellidae	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Passerellidae	*Spizella passerina*	Gorrión cejas blancas	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Regulidae	*Corthylio calendula*	Reyezuelo matraquita	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Troglodytidae	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Turdidae	*Catharus aurantiirostris*	Zorzal pico naranja	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María	Sc	Nativa	X	X	
Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas Fibí	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión domestico	Sc	Exótica	X	X	X
Passeriformes	Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	Sc	Nativa	X	X	X
Columbiformes	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejito	Sc	Nativa	X	X	X
Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus rabinus*	Mosquero cardenal	Sc	Nativa	X	X	x
Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate	Sc	Nativa	X	X	X
			HERPETOFAUNA					
Anura	Ranidae	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada	Sc	Endémica	X		X
Squamata	Colubridae	*Conopsis lineata*	Culebra Terrestre del Centro	Sc	Endémica	X	X	
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de Collar	Sc	Endémica	X	X	
Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Pr	Nativa	X	X	X
			MASTOFAUNA					

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	Origen	RE	AI	AP
Carnivora	Canidae	*Canis familiaris*	Perro domestico	Sc	Exotica	9	X	X
Carnivora	Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle norteño	Sc	Nativa	2	X	
Cetartiodactyla	Bovidae	*Ovis aries*	Oveja	Sc	Exotica	13	X	X
Perissodactyla	Equidae	*Equus ferrus caballus*	Caballo domestico	Sc	Exotica	6	X	X
Lagomorpha	Leporidae	*Sylvilagus cunicularius*	Conejo de monte	Sc	Endémica	4	X	X

NOM= NOM-059-SEMARNAT-2010: Sc= Sin categoría; Pr= Sujeta a Protección Especial; A= Amenazada

III.4.1.4.2.2 Comparativa de abundancia y abundancia relativa

Al comparar la abundancia entre ambas áreas, la RE presentó un total de 56 individuos, cifra notablemente mayor que la de AI (38 individuos) Y AP (55 individuos), lo que representa una diferencia de 18 y 1 individuo respectivamente. Esta tendencia se mantuvo en cada grupo faunístico. En el caso de la ornitofauna, la RE concentró la mayor abundancia, con 40 individuos, seguida del AP con 33 y el AI con 23 individuos. Por lo tanto, la RE presentó una diferencia de 17 individuos respecto al AI y de 7 individuos respecto al AP. Para la herpetofauna, se registraron 8 individuos en la RE, 4 en el AI y 7 en el AP. En este caso, la diferencia fue de 4 individuos entre la RE y el AI y de únicamente 1 individuo respecto al AP, lo que evidencia una abundancia relativamente similar entre la RE y el AP, mientras que el AI presentó una menor cantidad de registros Finalmente, los mamíferos mostraron una tendencia diferente, ya que el AP registró la mayor abundancia, con 15 individuos, seguido del AI con 11 y la RE con 8 individuos. La mayor abundancia de mamíferos en el AP y AI se encuentra relacionada, en buena medida, con la presencia de especies domésticas asociadas a las actividades humanas y pecuarias desarrolladas en la zona. En este sentido, es importante considerar que una proporción importante de los mamíferos registrados corresponde a especies domésticas o introducidas, por lo que una mayor abundancia de individuos no necesariamente representa una mayor calidad o valor de conservación del hábitat.

En cuanto a la ornitofauna, la especie más representativa de la RE fue *Cathartes aura, Passer domesticus, Haemorhous mexicanus y Columbina inca* con 3 individuos registrados por especie, las más alta entre todas las aves, lo que indica que son las especies con mayor probabilidad de ser encontrada en esta zona. En el caso del AI *Thryomanes bewickii* y *Columbina inca* fueron las especies con más registros, con 3 avistamientos cada uno, consolidándose como el ave más común en esta área. Finalmente, el ave con más registros en el AP fue *Passer domesticus con 12 registros.*

En el caso de la herpetofauna, la especie *Sceloporus gramminus* fue la que mayor número de registros presento con un total de 6 registros, lo que convierte a esta especie en la más común de la MH. De manera similar, en el AI *Sceloporus gramminus* y *Lithobates spectabilis* compartieron abundancia, ambos con 2 ejemplares, siendo la especie con mayor probabilidad de ser registrada. Por último, en el AP, *Lithobates spectabilis* fue la especie con más abundancia, teniendo un registro de 6 individuos.

Para la mastofauna, *Canis familiaris* y *Ovis aries* fueron las especies con mayor representatividad en los registros. *Canis familiaris* presentó tres individuos en cada una de las unidades de análisis, mientras que *Ovis aries* registró ocho individuos en el AP, cuatro en el AI y uno en la RE. De esta manera, *Ovis aries* presentó la mayor abundancia individual dentro de la mastofauna registrada en el conjunto de las áreas evaluadas. La presencia predominante de especies domésticas en el AP y AI refleja la influencia de las actividades humanas y pecuarias sobre la composición de este grupo faunístico.

Tabla 16. Comparativa de abundancia de las especies de los diferentes grupos faunísticos dentro de cada área

Nombre científico	Nombre común	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
		ORNITOFAUNA		
Cathartes aura	Zopilote aura	-	1	3
Coragyps atratus	Zopilote común	-	1	2

Nombre científico	Nombre común	Abundancia AP	Abundancia AI	Abundancia RE
Zenaida macroura	Huilota común	-	1	1
Ramosomyia violiceps	Colibrí Corona Violeta	-	-	2
Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	-	-	1
Chlorophonia elegantissima	Eufonia Garganta Azul	-	-	2
Icterus wagleri	Calandra de Wagler	-	-	1
Melanotis caerulescens	Mulato Azul	-	-	2
Toxostoma curvirostre	Cuitlacoche pico curvo	4	-	-
Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela Común	-	-	1
Cardellina pusilla	Chipe corona negra	-	-	1
Setophaga coronata	Chipe rabadilla amarilla	-	-	1
Pipilo maculatus	Rascador Moteado	-	-	1
Spizella passerina	Gorrión cejas blancas	8	2	1
Corthylio calendula	Reyezuelo matraquita	-	3	1
Thryomanes bewickii	Saltapared cola larga	-	-	1
Catharus aurantiirostris	Zorzal pico naranja	-	1	2
Camptostoma imberbe	Mosquerito Chillón	-	1	1
Contopus pertinax	Papamoscas José María	-	-	1
Sayornis phoebe	Papamoscas Fibí	-	1	1
Passer domesticus	Gorrión domestico	12	1	3
Haemorhous mexicanus	Pinzón mexicano	-	2	3
Columbina inca	Tortolita	2	3	3
Melozone fusca	Rascador viejito	4	2	2
Pyrocephalus rabinus	Mosquero cardenal	3	2	1
Quiscalus mexicanus	Zanate	-	2	2
	Subtotal	**33**	**23**	**40**
		HERPETOFAUNA		
Lithobates spectabilis	Rana manchada	-	2	6
Conopsis lineata	Culebra Terrestre del Centro	1	-	-
Sceloporus torquatus	Lagartija espinosa de Collar	1	-	-
Sceloporus grammicus	Lagartija espinosa del mezquite	6	2	1
	Subtotal	**8**	**4**	**7**
		MASTOFAUNA		
Canis familiaris	Perro domestico	3	1	3
Bassariscus astutus	Cacomixtle norteño	2	-	-
Ovis aries	Oveja	1	4	8
Equus ferrus caballus	Caballo domestico	1	2	3
Sylvilagus cunicularius	Conejo de monte	1	2	1
	Subtotal	**15**	**11**	**8**
	Total	**55**	**38**	**56**

III.4.1.4.2.3 Comparativa de diversidad de Shannon-Wiener

El análisis del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') permitió identificar diferencias en la diversidad de los grupos faunísticos entre la RE, AI y AP. Los resultados muestran que la tendencia no es homogénea para todos los grupos, por lo que la interpretación debe realizarse de manera particular para aves, herpetofauna y mamíferos.

Para la ornitofauna, la RE presentó el mayor valor de diversidad, con un H' de 3.12, seguida del AI con 2.55 y el AP con 1.61. La diferencia de diversidad fue de 0.57 entre la RE y el AI, y de 1.51 entre la RE y el AP. Estos resultados indican que la comunidad de aves presenta una mayor diversidad en la RE, donde existe una mayor riqueza y una distribución más heterogénea de especies. En contraste, el menor valor registrado en el AP refleja una comunidad de aves más simplificada, en la cual un número reducido de especies concentra una mayor proporción de los registros.

En cuanto a la herpetofauna, nuevamente la RE presentó el mayor valor de diversidad, con un H' de 0.74, mientras que el AI presentó un valor de 0.35 y el AP de 0.28. Esto representa una diferencia de 0.39 entre la RE y el AI, y de 0.46 entre la RE y el AP. Los valores obtenidos reflejan una menor diversidad de herpetofauna en las unidades asociadas directamente con el proyecto, particularmente en el AP, donde la comunidad registrada se encuentra representada por un número reducido de especies.

Para la mastofauna, la tendencia fue diferente a la observada en aves y herpetofauna. El mayor valor de Shannon-Wiener correspondió al AI, con H' = 1.34, seguido del AP con 1.16 y la RE con 0.87. La diferencia entre el AI y la RE fue de 0.47, mientras que entre el AP y la RE fue de 0.29. Estos resultados indican que, para este grupo, el AI presentó una mayor diversidad relativa; sin embargo, este resultado debe interpretarse con cautela, debido a que una proporción importante de las especies registradas corresponde a mamíferos domésticos o asociados a actividades humanas. Por lo tanto, el mayor valor del índice no debe interpretarse directamente como evidencia de mejores condiciones de conservación o de mayor calidad del hábitat.

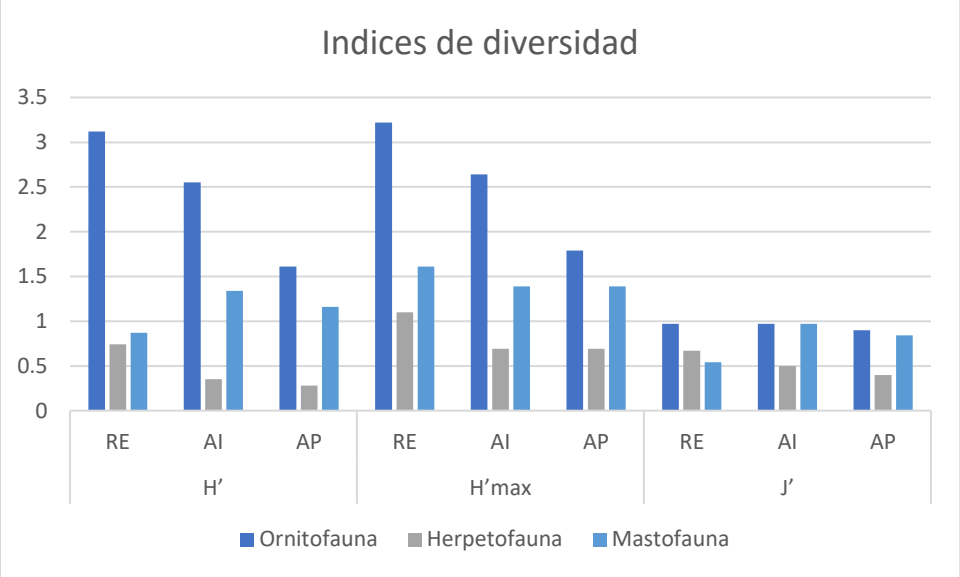
En síntesis, los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener muestran consistentemente que la RE posee una mayor heterogeneidad biológica en comparación con el AI Y AP. Aunque las diferencias entre sitios varían según el grupo faunístico, en la mayoría de los casos la RE presenta valores más altos, lo que indica comunidades más complejas, equilibradas y con una distribución más uniforme de especies. Estas tendencias sugieren que la RE ofrece condiciones ecológicas más favorables para sostener una mayor diversidad de aves, herpetofauna y mamíferos, reafirmando su importancia como área de alto valor biológico y de conservación.

Tabla 17. Comparativa de los valores de diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H' max) y equidad (J') de los grupos faunísticos en la RE, AI y el AP.

Grupos	H'			H'max			J'		
	RE	AI	AP	RE	AI	AP	RE	AI	AP
Ornitofauna	3.12	2.55	1.61	3.22	2.64	1.79	0.97	0.97	0.90
Herpetofauna	0.74	0.35	0.28	1.10	0.69	0.69	0.67	0.50	0.40
Mamíferos	0.87	1.34	1.16	1.61	1.39	1.39	0.54	0.97	0.84

En cuanto a la equidad de los vertebrados, el índice J' mostró patrones contrastantes entre grupos. Para la ornitofauna presentó los valores de equidad más altos, con un J' de 0.97 en la RE y AI, en contraste con el 0.90 obtenido en AP, lo que indica una distribución muy uniforme de la abundancia de las especies. En la herpetofauna, la equidad fue mayor en la RE (0.67), siguiendo de la AI (0.50), y finalmente en la AP (0.40), evidenciando una comunidad con una distribución de abundancias más homogénea. Por su parte, la mastofauna registró un comportamiento similar, con un J' de 0.54 en la RE, 0.97 en el AI y 0.84 en el AP, reflejando también una mayor uniformidad en la distribución de las especies dentro del AP.

En conjunto, los resultados muestran que la ornitofauna constituye el grupo con mayor diversidad y equidad en los sitios de estudio, mientras que la herpetofauna y la mastofauna presentan niveles de diversidad moderados. Aunque la RE exhibe valores de diversidad (H') ligeramente superiores para los tres grupos, el AP muestra, en general, una mayor equidad en la distribución de las abundancias (J'), lo que sugiere comunidades con una estructura más homogénea. Estas diferencias aportan información relevante sobre la organización de las comunidades de vertebrados y permiten evaluar con mayor precisión las variaciones en la composición y estabilidad ecológica entre ambos sitios.



Grafica 8. Comparación de diversidad de Shannon (H'), diversidad máxima esperada (H'max) y equidad (J') de los grupos faunísticos de la RE, AI y el AP.

III.4.2 Abiótico

III.4.2.1 Clima

El clima constituye uno de los principales factores que condicionan la dinámica ambiental de la Región Ecológica, debido a su influencia sobre la disponibilidad de agua, la formación y conservación del suelo, el desarrollo de la vegetación, la generación de escurrimientos superficiales y los procesos de erosión. Asimismo, sus variaciones estacionales pueden incidir directamente en la programación y ejecución de las actividades constructivas del proyecto.

De acuerdo con la información climática disponible, dentro de la Región Ecológica se presentan dos variantes de clima templado subhúmedo con lluvias en verano. El clima identificado con la clave C(w1)(w) ocupa una superficie de 2,655.92 ha, equivalente al 98.32 % del territorio analizado, mientras que la variante C(w2)(w) comprende 45.33 ha, correspondientes al 1.68 % restante.

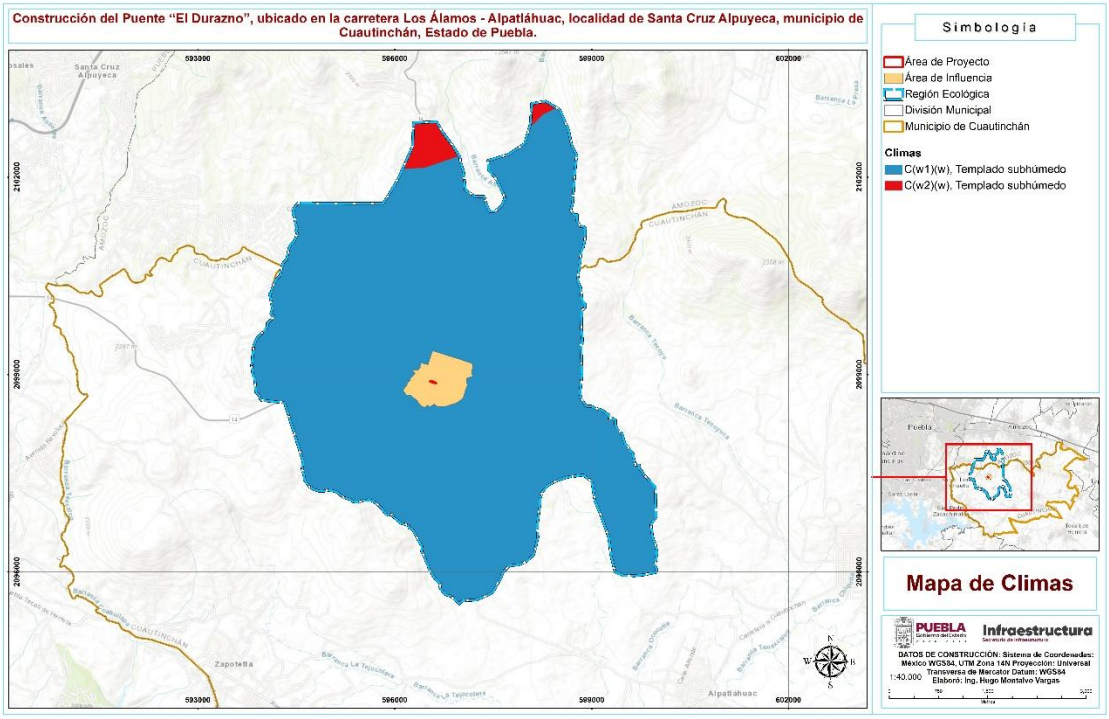


Imagen 22. **Mapa de la climatología presente en la RE.**

La distribución de ambas variantes indica que la Región Ecológica presenta condiciones climáticas relativamente homogéneas, caracterizadas por temperaturas moderadas, concentración de las precipitaciones durante el verano y una disminución significativa de las lluvias durante el invierno. Las diferencias entre las dos variantes están relacionadas principalmente con el grado de humedad, la altitud y la configuración del relieve.

La clasificación climática empleada corresponde al sistema de Köppen modificado por García, utilizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía para representar la distribución de los climas en México. Esta clasificación considera la temperatura, la precipitación y su comportamiento estacional para definir los diferentes tipos y subtipos climáticos presentes en el territorio.

Amozoc

El municipio de Amozoc se localiza dentro de la zona de climas templados del Valle de Tepeaca. En la mayor parte de su territorio predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano, clasificado como C(w1). Hacia las primeras estribaciones y zonas de mayor altitud del volcán La Malinche se presentan condiciones más frías, asociadas con un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano.

La variante templada subhúmeda de menor humedad comprende aproximadamente el 73.37 % del territorio municipal, mientras que la variante templada subhúmeda de humedad media representa el 26.63 %. Esta distribución refleja la influencia que ejercen la altitud y el relieve sobre las condiciones de temperatura y precipitación.

La precipitación anual oscila entre 900 y 1,100 mm, con un promedio aproximado de 973.9 mm. La mayor cantidad de lluvia se concentra durante el verano, particularmente entre los meses de mayo y octubre, mientras que el invierno presenta condiciones comparativamente más secas. Junio se encuentra entre los meses con mayor precipitación, lo que favorece el aumento de los escurrimientos superficiales y la saturación temporal del suelo.

La temperatura media anual se encuentra dentro de un intervalo de 12 a 18 °C. Las temperaturas disminuyen conforme aumenta la altitud, especialmente en las zonas próximas a La Malinche, mientras que en las porciones bajas del municipio se presentan condiciones más templadas.

Durante el invierno, el paso de frentes fríos y la presencia de sistemas de alta presión favorecen cielos despejados, descenso de la temperatura y una mayor oscilación térmica entre el día y la noche. Estas condiciones también pueden propiciar la formación de neblina durante las primeras horas del día y limitar temporalmente la dispersión de contaminantes atmosféricos en las partes bajas.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán se encuentra influenciado por tres unidades morfológicas principales: la Sierra de Amozoc al norte, la depresión de Valsequillo al suroeste y el Valle de Tepeaca en las porciones central y oriental. La interacción entre estas unidades, aunada a las diferencias de altitud, determina la distribución de la temperatura, la precipitación y los escurrimientos superficiales.

En el municipio predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual oscila generalmente entre 12 y 18 °C, mientras que la precipitación anual se encuentra dentro de un intervalo aproximado de 400 a 800 mm. Estas condiciones corresponden a un régimen climático moderado, con una temporada de lluvias claramente diferenciada y un periodo seco durante parte del otoño, invierno y primavera.

La temporada lluviosa se presenta principalmente entre mayo y octubre. Septiembre se encuentra entre los meses con mayor precipitación, con un promedio aproximado de 104.3 mm, mientras que febrero registra los valores más bajos, cercanos a 2.4 mm. La precipitación invernal representa menos del 5 % del total anual, lo cual confirma el carácter estacional de las lluvias.

Mayo suele presentar las temperaturas más elevadas del año, antes del establecimiento pleno de la temporada de lluvias, mientras que enero registra las condiciones térmicas más bajas. Durante la época seca, la menor humedad del suelo y la reducción de la cobertura herbácea pueden favorecer la generación de polvo y la erosión eólica en las superficies desprovistas de vegetación.

Durante el verano, el incremento de las precipitaciones genera una mayor aportación de agua hacia las corrientes temporales y zonas bajas del terreno. Debido a la configuración del relieve municipal, el agua pluvial tiende a concentrarse y desplazarse hacia los cauces y depresiones naturales, aumentando temporalmente la velocidad y el volumen de los escurrimientos.

III.4.2.2 Geología y geomorfología

La geología y la geomorfología constituyen elementos fundamentales para comprender la configuración del territorio, la estabilidad de los materiales, el comportamiento de los escurrimientos y la susceptibilidad del terreno ante procesos de erosión, deslizamiento o acumulación de sedimentos. Estas características también condicionan el diseño y la construcción de obras de infraestructura, especialmente cuando se realizan excavaciones, cortes, rellenos, conformación de terraplenes y cimentaciones.

La Región Ecológica se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, específicamente en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Su configuración geológica es resultado de una prolongada evolución en la que han intervenido procesos metamórficos, sedimentarios, volcánicos, erosivos y de depósito.

Marco geológico regional

El basamento geológico regional está representado por el Complejo Acatlán (PodCM), de edad Ordovícico-Devónico, constituido principalmente por rocas metamórficas, entre las que se encuentran esquistos de biotita, filitas, ofiolitas y metagranitoides polideformados. También se reconocen facies de esquisto verde, anfibolita, esquistos azules y eclogita, así como zonas de milonita relacionadas con procesos de deformación tectónica.

Sobre este basamento se encuentra el Grupo Tecocoyunca (JbjcCgp-Ar), de edad Bajociano-Calloviano, conformado por conglomerado polimíctico, arenisca y limolita. Sus afloramientos se localizan principalmente en la parte sur del marco geológico regional.

Posteriormente se depositaron las rocas correspondientes a la Plataforma Guerrero-Morelos. Entre estas se encuentra la Formación Zicapa (KbaCgp-Cz), de edad Barremiano-Albiano, integrada por conglomerado, caliza y limolita. Sobre esta unidad se presentan las calizas de la Formación Morelos (KaceCz), de edad Albiano-Cenomaniano.

Las unidades anteriores se encuentran cubiertas por materiales terrígenos de la Formación Mexcala (KtmLu-Ar), de edad Turoniano-Maastrichtiano, constituida principalmente por lutita y arenisca. Sus afloramientos se distribuyen de manera restringida en los sectores occidental y oriental del marco regional.

Durante el Eoceno-Oligoceno se depositaron las rocas clásticas del Grupo Balsas (TeoCgp), compuesto principalmente por conglomerado polimíctico. Estos materiales se presentan en distintos sectores del área regional y reflejan antiguos procesos de erosión, transporte y acumulación de sedimentos.

La interacción entre los procesos erosivos y la actividad volcánica posterior favoreció la formación de depósitos asociados con la Formación Coatzingo, de edad Mioceno-Plioceno. Durante el Neógeno y el Cuaternario se desarrolló una importante actividad volcánica, responsable de la presencia de riolita, toba riolítica, dacita, andesita, brecha volcánica, lahares, basalto y otros materiales de origen ígneo.

Las unidades más recientes están representadas por depósitos de grava, arena, limo y aluvión, formados por la erosión de las rocas preexistentes, su transporte mediante escurrimientos y su posterior acumulación en valles, planicies, cauces y depresiones topográficas.

La secuencia descrita corresponde al marco geológico regional y no significa que todas las formaciones afloren directamente dentro del área de intervención. Para definir las características específicas del terreno donde se construirán los elementos del puente deberá prevalecer la información obtenida mediante el estudio de mecánica de suelos y la exploración geotécnica del sitio.

Unidades geológicas de la Región Ecológica

Dentro de la Región Ecológica se identifican cuatro unidades geológicas principales, dominadas ampliamente por materiales ígneos extrusivos de edad cenozoica.

Tabla 18. Tipos de Geología presentes en la RE.

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	Superficie (ha)	Porcentaje
Ts(Ti)	Ígnea extrusiva	Toba intermedia	Cenozoico	1585.37	58.69
Ks(cz)	Sedimentaria	Caliza	Mesozoico	122.80	4.55
Ts(B)	Ígnea extrusiva	Basalto	Cenozoico	949.99	35.17
Ts(Vc)	Ígnea extrusiva	Volcanoclástico	Cenozoico	43.078	1.59
Total				**2701.244**	**100**

La toba intermedia constituye la unidad dominante, al ocupar el 58.69% de la Región Ecológica. Este material se originó mediante la acumulación y consolidación de productos volcánicos expulsados durante eventos eruptivos. Su resistencia, grado de compactación, fracturamiento y susceptibilidad a la erosión pueden variar considerablemente dependiendo de sus condiciones de alteración.

El basalto ocupa el 35.17% de la superficie y corresponde a una roca ígnea extrusiva originada por el enfriamiento de derrames de lava. Generalmente presenta mayor resistencia mecánica que los materiales tobáceos; sin embargo, la presencia de fracturas, discontinuidades o zonas alteradas puede influir en su estabilidad y comportamiento hidráulico.

La caliza representa el 4.55% del territorio y corresponde a una roca sedimentaria formada principalmente por carbonato de calcio. Finalmente, los materiales volcanoclásticos comprenden el 1.59% y están integrados por fragmentos de origen volcánico transportados y depositados mediante distintos procesos.

La predominancia de tobas, basaltos y materiales volcanoclásticos confirma la influencia de la actividad del Eje Neovolcánico en la conformación de la Región Ecológica. Sobre estas unidades se han desarrollado suelos y depósitos superficiales que pueden modificar localmente las condiciones de resistencia, infiltración y estabilidad del terreno.

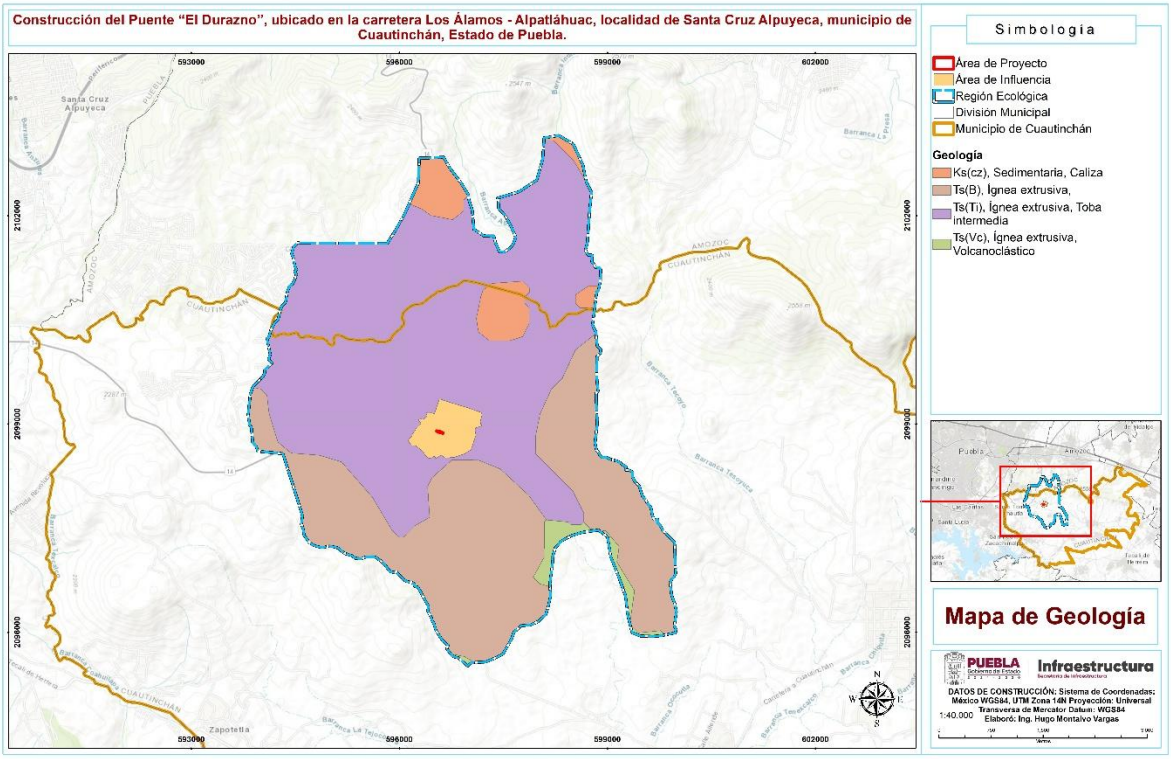


Imagen 23. **Mapa de la geología presente en la RE.**

Características geomorfológicas regionales

Desde el punto de vista geomorfológico, la Región Ecológica presenta un relieve heterogéneo conformado por planicies intermontanas, lomeríos, elevaciones y laderas de origen volcánico, así como zonas de acumulación aluvial asociadas con cauces y depresiones naturales.

La evolución del relieve ha estado determinada por la actividad volcánica, el levantamiento y fracturamiento de las unidades geológicas, la meteorización de las rocas y la acción continua del agua. Estos procesos han favorecido la formación de pendientes suaves a moderadas, aunque localmente pueden existir cambios abruptos de elevación en laderas, barrancas y márgenes de corrientes.

En las partes altas y laderas predomina el proceso de erosión y transporte de materiales. En las zonas bajas, planicies y cauces se presentan condiciones de acumulación de sedimentos. Esta dinámica se intensifica durante la temporada de lluvias, cuando aumenta el volumen y la velocidad de los escurrimientos superficiales.

La susceptibilidad a la erosión depende de la pendiente, el tipo de material geológico, el grado de alteración de las rocas, la profundidad del suelo y la conservación de la cobertura vegetal. La remoción de vegetación

y el movimiento de tierras pueden acelerar estos procesos si no se aplican medidas de estabilización y control de sedimentos.

Amozoc

El municipio de Amozoc presenta una importante diversidad geológica asociada con procesos volcánicos y sedimentarios. Dentro de su territorio se encuentran unidades correspondientes al Cuaternario, que representan aproximadamente el 39.77%; al Neógeno, con 28.97%; y al Cretácico, con alrededor del 12.05%.

Entre los materiales ígneos extrusivos destacan la toba intermedia, el basalto y la brecha volcánica básica. Estas unidades son resultado de la actividad volcánica que participó en la formación del Eje Neovolcánico y que influyó directamente en la configuración del relieve regional.

La presencia de materiales volcánicos con diferentes grados de consolidación y alteración produce variaciones en la resistencia, permeabilidad y susceptibilidad a la erosión. Las tobas poco consolidadas o alteradas pueden erosionarse con mayor facilidad, mientras que los basaltos generalmente forman superficies más resistentes, aunque pueden presentar fracturas que facilitan la infiltración.

Geomorfológicamente, Amozoc presenta planicies intermontanas, lomeríos y elevaciones de origen volcánico. En las zonas próximas a La Malinche se desarrollan laderas de mayor altitud, mientras que hacia el Valle de Tepeaca predominan superficies con pendientes más suaves.

Estas características condicionan la dirección de los escurrimientos, la infiltración del agua y el transporte de sedimentos. Las zonas bajas reciben materiales procedentes de las laderas, especialmente durante precipitaciones intensas, mientras que las superficies con mayor pendiente presentan una susceptibilidad superior a la erosión.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán presenta una geología diversa, integrada por materiales volcánicos y sedimentarios correspondientes a diferentes periodos. Se identifican unidades del Neógeno, que representan aproximadamente el 32.59% del territorio; del Cuaternario, con 12.94 %; del Cretácico, con 4.69%; del Paleógeno, con 2.46%; y otros depósitos atribuidos al Terciario, con alrededor del 0.35%.

Entre las rocas ígneas extrusivas se encuentran la andesita, con una representación aproximada del 11.24 %; materiales volcanoclásticos, con 4.53%; toba intermedia, con 3.01%; y basalto, con 1.55%.

Las unidades sedimentarias incluyen roca sedimentaria sin diferenciar, caliza, arenisca-conglomerado, conglomerado y limolita-arenisca. Esta diversidad litológica indica que las propiedades mecánicas y el comportamiento hidráulico del terreno pueden cambiar dentro del municipio dependiendo de la unidad presente, su grado de fracturamiento, alteración y cobertura superficial.

Geomorfológicamente, Cuautinchán se caracteriza por la presencia de lomeríos, planicies y elevaciones de origen volcánico. El territorio se encuentra influenciado por la Sierra de Amozoc, la depresión de Valsequillo y el Valle de Tepeaca, cuya interacción ha producido pendientes, cauces y zonas de acumulación con características distintas.

En las laderas y lomeríos se presentan procesos de erosión y transporte de partículas, mientras que en las planicies y cauces se desarrolla la acumulación temporal o permanente de sedimentos. Durante la temporada de lluvias, los escurrimientos pueden incrementar la erosión de las márgenes y movilizar materiales hacia las partes bajas.

III.4.2.3 Fisiografía

La fisiografía estudia las características generales del relieve y permite dividir el territorio en unidades relativamente homogéneas de acuerdo con su origen geológico, configuración topográfica, altitud y formas predominantes del terreno. Su análisis es relevante para el proyecto porque las provincias, subprovincias y

sistemas de topoformas condicionan la pendiente, el drenaje superficial, la estabilidad del terreno y las características generales de las superficies donde se desarrollan las obras de infraestructura.

Provincia fisiográfica

La totalidad de la Región Ecológica se localiza dentro de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico, también conocida como Faja Volcánica Transmexicana. Esta provincia atraviesa la porción central del país y se caracteriza por la presencia de sierras volcánicas, volcanes aislados, lomeríos, valles intermontanos, llanuras y depósitos asociados con antiguos procesos volcánicos y aluviales.

El origen de esta provincia está relacionado con distintos episodios de actividad volcánica desarrollados durante el Cenozoico, particularmente durante el Neógeno y el Cuaternario. Estos procesos generaron derrames de lava, depósitos de ceniza y materiales volcanoclásticos que, posteriormente, fueron modificados por la erosión, el transporte y la acumulación de sedimentos.

La configuración actual del relieve es resultado de la interacción entre las estructuras volcánicas y los procesos externos de modelado. Las zonas elevadas funcionan como áreas de captación y origen de escurrimientos, mientras que los valles, llanuras y depresiones reciben y conducen el agua y los sedimentos procedentes de las partes altas.

Subprovincia fisiográfica

La Región Ecológica pertenece específicamente a la subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac, la cual comprende la totalidad de la superficie delimitada, correspondiente a 2701.244 ha, equivalente al 100 % del territorio analizado.

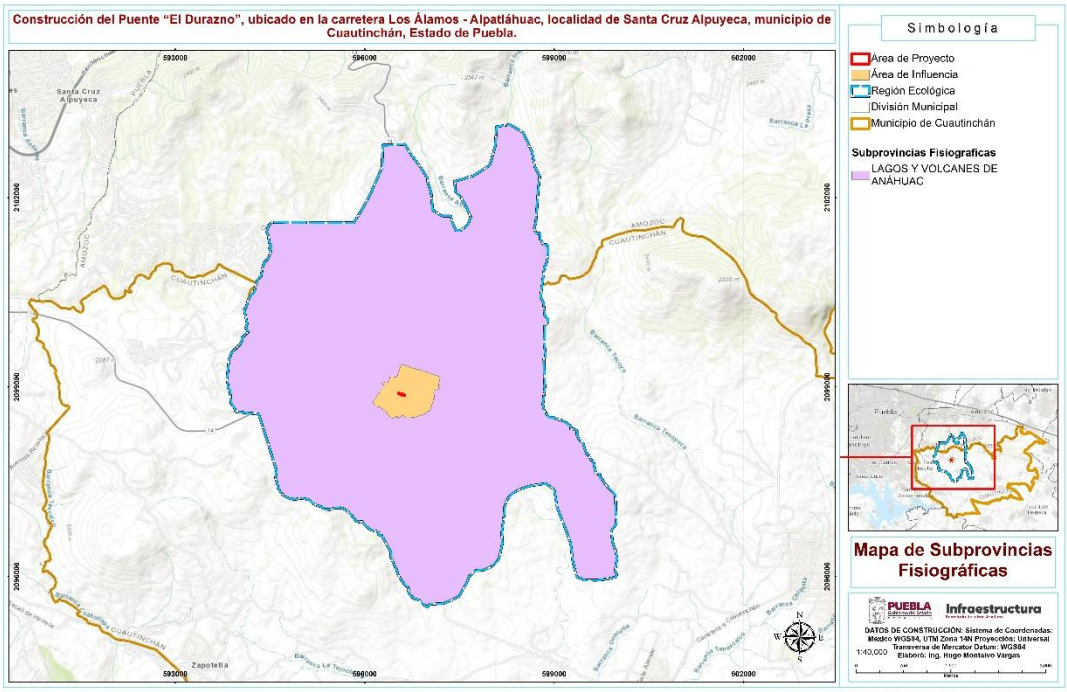


Imagen 24. **Mapa Subprovincias fisiográficas de la RE.**

Esta subprovincia se caracteriza por la presencia de sierras volcánicas, estratovolcanes, laderas tendidas, lomeríos, llanuras de origen volcánico y aluvial, así como cuencas y depresiones interiores. En el centro del estado de Puebla incluye elementos fisiográficos relevantes como el volcán La Malinche, la Sierra de Amozoc, el Valle de Puebla, el Valle de Tepeaca y la depresión de Valsequillo.

Las diferencias de elevación entre sierras, lomeríos, planicies y valles determinan la dirección general de los escurrimientos, el grado de inclinación de las pendientes y la distribución de los materiales erosionados. Las zonas altas presentan una mayor energía del relieve, mientras que las superficies bajas funcionan como áreas de conducción o acumulación.

La pertenencia de toda la Región Ecológica a una sola subprovincia indica que existe una continuidad fisiográfica general. Sin embargo, en su interior se reconocen diferentes sistemas de topoformas que producen variaciones locales en la pendiente, el drenaje y las condiciones de estabilidad superficial.

Sistemas de topoformas

Las topoformas son unidades del relieve definidas a partir de su forma, origen y posición dentro del paisaje. En la Región Ecológica y los municipios que la integran se reconocen principalmente sierras volcánicas, laderas tendidas, llanuras de piso rocoso o cementado, llanuras aluviales y lomeríos, como se aprecia en la siguiente tabla con la presencia del sistema de topoformas en la Región Ecológica.

Tabla 19. Sistema de topoformas en la RE.

Sistema de Topoformas	Descripción	Superficie (ha)	Porcentaje
Sierra	Sierra volcánica de laderas tendidas	1239.19	45.87
Llanura	Llanura de piso rocoso o cementado	1462.057	54.13
Total		**2701.244**	**100**

Las sierras volcánicas corresponden a las superficies de mayor elevación y pendiente. Se encuentran asociadas con antiguos aparatos volcánicos y con la acumulación de materiales ígneos. Estas zonas constituyen áreas importantes para la captación de agua y la generación de escurrimientos.

Las sierras volcánicas de laderas tendidas presentan pendientes generalmente más moderadas que las estructuras volcánicas abruptas. Funcionan como superficies de transición entre las partes altas y las planicies, por lo que en ellas pueden desarrollarse procesos de erosión laminar, formación de cárcavas y transporte de sedimentos.

Las llanuras de piso rocoso o cementado son superficies relativamente planas desarrolladas sobre materiales consolidados o endurecidos. Aunque presentan una pendiente reducida, su capacidad de infiltración puede variar dependiendo del grado de fracturamiento del sustrato y del espesor del suelo que lo cubre.

Las llanuras aluviales están constituidas por materiales transportados y depositados por corrientes superficiales. Generalmente se localizan en zonas bajas, próximas a cauces o depresiones, y pueden presentar acumulaciones de grava, arena, limo y arcilla.

Los lomeríos corresponden a elevaciones de altura moderada y pendientes variables. Estas formas producen cambios locales en la dirección de los escurrimientos y favorecen la alternancia entre áreas de erosión y zonas de acumulación.

Amozoc

El municipio de Amozoc se encuentra completamente incluido dentro de la provincia del Eje Neovolcánico y forma parte de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Comprende, de norte a sur, una porción de las laderas meridionales del volcán La Malinche, la zona de transición entre los valles de Puebla y Tepeaca y las elevaciones correspondientes a la Sierra de Amozoc.

La ubicación de Amozoc entre estructuras volcánicas y superficies de valle produce un relieve diverso. Hacia el norte predominan las zonas de mayor altitud relacionadas con La Malinche; en la porción central se

desarrollan superficies de transición y planicies, mientras que al sur se presentan las elevaciones de la Sierra de Amozoc.

Dentro del municipio se identifican cuatro sistemas principales de topoformas:

1. Sierra volcánica con estratovolcanes o estratovolcanes aislados.
2. Sierra volcánica de laderas tendidas.
3. Llanura de piso rocoso o cementado.
4. Llanura aluvial con lomerío.

La sierra volcánica con estratovolcanes representa las superficies de mayor altitud y energía del relieve. Las laderas tendidas funcionan como zonas de transición hacia las planicies, mientras que las llanuras de piso rocoso o cementado presentan superficies más uniformes. Por su parte, las llanuras aluviales con lomerío combinan áreas de acumulación de sedimentos con elevaciones de baja altura.

Esta diversidad fisiográfica influye en la dirección de los escurrimientos y en la distribución de los suelos. El agua precipitada en las partes altas se desplaza hacia las laderas y planicies, transportando partículas que posteriormente pueden depositarse en las zonas bajas.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán también se localiza dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Su relieve se encuentra condicionado por la presencia de la Sierra de Amozoc al norte, la depresión de Valsequillo al suroeste y el Valle de Tepeaca en las porciones central y oriental.

La mayor parte del territorio municipal corresponde a superficies relativamente planas o de pendientes suaves. No obstante, hacia las zonas próximas a la Sierra de Amozoc y otros lomeríos se presentan cambios de elevación y pendientes más pronunciadas.

Los sistemas de topoformas presentes en Cuautinchán se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 20. Sistemas de topoformas de Cuautinchán

Sistema de Topoformas	Porcentaje Municipal
Llanura de piso rocoso o cementado	82.44 %
Sierra volcánica de laderas tendidas	15.99 %
Llanura aluvial con lomerío	1.25 %
Llanura con lomerío de piso rocoso o cementado	0.32 %
Total	**100%**

La llanura de piso rocoso o cementado constituye la topoforma dominante, al representar el 82.44 % de la superficie municipal. Se caracteriza por presentar un relieve predominantemente uniforme, aunque puede encontrarse interrumpido por cauces, pequeñas depresiones y elevaciones locales.

La sierra volcánica de laderas tendidas ocupa el 15.99 % del territorio y corresponde a superficies inclinadas de origen volcánico. Estas zonas presentan una mayor susceptibilidad a la erosión cuando se elimina la cobertura vegetal o se modifica la pendiente natural.

La llanura aluvial con lomerío representa el 1.25 % y comprende superficies formadas por la acumulación de materiales transportados por el agua, combinadas con elevaciones de baja altura. Finalmente, la llanura con lomerío de piso rocoso o cementado ocupa el 0.32 % del municipio.

La predominancia de llanuras no implica que todo el territorio municipal sea completamente plano. La presencia de cauces, lomeríos y laderas genera variaciones locales que resultan importantes para el diseño de obras de drenaje, accesos y estructuras de cruce.

Condiciones fisiográficas del área del proyecto

De acuerdo con el KMZ proporcionado, el proyecto se localiza aproximadamente en las coordenadas centrales 18.98069° de latitud norte y 98.08253° de longitud oeste, dentro del municipio de Cuautinchán. Por su ubicación, el área forma parte de la provincia del Eje Neovolcánico y de la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

El archivo espacial muestra un proyecto de carácter lineal, compuesto por el eje de la obra, sus accesos y los elementos correspondientes al cruce del puente. Esta configuración permite reconocer que la intervención se desarrolla sobre una superficie localizada, vinculada con la red vial y con un cauce natural.

Aunque el municipio se encuentra dominado por la llanura de piso rocoso o cementado, el KMZ no contiene una capa fisiográfica que permita confirmar directamente la topoforma específica sobre la cual se ubica cada elemento del proyecto. Por lo tanto, su clasificación puntual deberá respaldarse mediante el cruce del trazo con la cartografía fisiográfica correspondiente.

En el entorno inmediato del puente, el cauce genera una interrupción local de la continuidad de la superficie y un desnivel entre los accesos y la parte baja del terreno. Esta condición deberá considerarse en el diseño de las pendientes, terraplenes, obras de drenaje y elementos de protección.

Los accesos deberán adaptarse a la configuración del terreno para reducir la necesidad de cortes y rellenos excesivos. La modificación innecesaria de las pendientes podría concentrar los escurrimientos, incrementar la erosión y producir el arrastre de materiales hacia el cauce.

La construcción del puente no modificará la provincia o subprovincia fisiográfica ni generará cambios relevantes en los sistemas de topoformas de la Región Ecológica. Las alteraciones estarán limitadas al área ocupada por los accesos y elementos constructivos.

III.4.2.4 Orografía

La orografía describe la distribución y características de las elevaciones presentes en un territorio, incluyendo sierras, montañas, cerros, laderas, valles y depresiones. Su análisis permite comprender las diferencias altitudinales, la orientación de las pendientes y la manera en que el relieve condiciona los escurrimientos, la erosión, la estabilidad del terreno y la accesibilidad.

La Región Ecológica se localiza en la porción central del estado de Puebla, dentro de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac. Su configuración orográfica se encuentra influenciada principalmente por el volcán La Malinche, la Sierra de Amozoc, el Valle de Puebla, el Valle de Tepeaca y la depresión de Valsequillo.

Estas unidades producen un relieve contrastante. Las mayores elevaciones se localizan hacia las estructuras volcánicas y serranas, mientras que las menores corresponden a los valles, planicies y depresiones. Entre ambas se desarrollan laderas y lomeríos que funcionan como superficies de transición.

Las diferencias de elevación determinan la dirección general de los escurrimientos. El agua precipitada en las partes altas se desplaza hacia las laderas y zonas bajas, donde puede concentrarse en cauces, barrancas y depresiones. Durante este recorrido, los escurrimientos transportan materiales erosionados y los depositan en planicies y valles.

La orografía también influye en las condiciones climáticas locales. Las zonas de mayor altitud presentan temperaturas comparativamente más bajas y pueden recibir una mayor cantidad de humedad, mientras que los valles y depresiones presentan condiciones más templadas y una menor exposición a los vientos.

Configuración orográfica regional

El principal elemento orográfico del sector norte de la Región Ecológica es el volcán La Malinche o Matlalcuéyetl, cuya elevación máxima alcanza aproximadamente 4,461 msnm Sus laderas meridionales descienden hacia los municipios de Amozoc, Acajete y otras superficies del Valle de Tepeaca.

La Sierra de Amozoc constituye otro elemento relevante. Presenta una orientación general de noroeste a sureste y funciona como una elevación natural entre los valles y depresiones circundantes. Su configuración se encuentra asociada con materiales volcánicos y con procesos prolongados de erosión.

Hacia el centro y oriente se extiende el Valle de Tepeaca, caracterizado por superficies predominantemente planas o de pendiente suave, interrumpidas por lomeríos, cauces y elevaciones aisladas. Estas condiciones han favorecido el establecimiento de localidades, terrenos agrícolas, caminos y obras de infraestructura.

Al poniente se encuentra el Valle de Puebla, mientras que hacia el suroeste se presenta la depresión de Valsequillo, una zona de menor elevación que recibe aportaciones de distintos escurrimientos regionales. La combinación de estas unidades genera una transición desde las partes altas de La Malinche y la Sierra de Amozoc hacia los valles y depresiones.

En consecuencia, el relieve regional no es completamente uniforme. Aunque predominan las superficies de valle, existen variaciones altitudinales que controlan la pendiente del terreno, la dirección del drenaje y la intensidad de los procesos de erosión y acumulación.

Amozoc

El municipio de Amozoc presenta altitudes aproximadas de entre 2,300 y 2,600 msnm Su territorio forma parte del Valle de Tepeaca y se encuentra delimitado al norte por las laderas del volcán La Malinche, al poniente por el Valle de Puebla, al oriente por la continuidad del Valle de Tepeaca y al sur por la Sierra de Amozoc.

En la porción norte del municipio se presentan las mayores elevaciones, asociadas con las laderas meridionales de La Malinche. A medida que se avanza hacia el centro, el terreno desciende y se integra gradualmente con las superficies del valle.

La Malinche presenta una cima con forma de cresta irregular y diversos picos secundarios. En sus laderas se encuentra el pico Xaltonalli y otras elevaciones que forman parte del sistema volcánico regional.

Al sur del municipio se desarrolla la Sierra de Amozoc, integrada por diferentes cerros y elevaciones. Entre los principales se encuentran:

- Cuanecho.
- Cerro Grande.
- Huacatepec.
- Tecuancale.
- Taxcayo Grande.
- Taxcayito.
- La Nopaleada.
- Tlaxcayo.
- Las Cruces.
- Tlapanhetzin.
- Totoltepetl.
- Tepesila.

Estas elevaciones producen pendientes y cambios altitudinales que influyen en el desplazamiento de los escurrimientos hacia los valles y zonas bajas. También favorecen la presencia de cauces temporales y áreas con diferente susceptibilidad a la erosión.

Las superficies centrales y orientales de Amozoc presentan pendientes comparativamente más suaves, debido a su integración con el Valle de Tepeaca. Sin embargo, pueden registrarse variaciones locales relacionadas con lomeríos, cauces y pequeñas elevaciones.

La transición entre las zonas serranas y las planicies favorece el transporte de materiales erosionados. Durante las lluvias intensas, los sedimentos procedentes de las partes altas pueden movilizarse hacia los cauces y superficies bajas.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán presenta un relieve variado, con altitudes aproximadas de entre 2,000 y 2,560 msnm. Su configuración orográfica está determinada por la Sierra de Amozoc al norte, la depresión de Valsequillo al suroeste y el Valle de Tepeaca en las porciones central y oriental.

Las mayores elevaciones se localizan principalmente hacia el norte, en las zonas relacionadas con la Sierra de Amozoc. Desde estas superficies el terreno desciende gradualmente hacia las planicies y valles ubicados en el centro y oriente del municipio.

La porción central presenta un relieve predominantemente suave, aunque interrumpido por lomeríos, cauces y pequeñas depresiones. Hacia el suroeste, el terreno desciende en dirección a la depresión de Valsequillo, que constituye una de las zonas de menor altitud relativa del entorno regional.

Esta configuración determina que parte de los escurrimientos originados en las elevaciones del norte se desplacen hacia las zonas bajas del municipio. Los cauces naturales funcionan como líneas de concentración y conducción del agua pluvial.

En las zonas serranas y laderas predominan los procesos de erosión y transporte. En las planicies y depresiones se presenta una mayor tendencia a la acumulación de materiales. La intensidad de estos procesos depende de la pendiente, el tipo de suelo, la cobertura vegetal y la cantidad de precipitación.

Aunque en Cuautinchán predominan las superficies de pendiente suave, la presencia de cauces genera desniveles locales que pueden ser relevantes para el establecimiento de infraestructura. Estos cambios deben considerarse en el diseño de caminos, accesos, terraplenes, puentes y obras de drenaje.

III.4.2.5 Edafología

La edafología analiza el origen, distribución, composición y propiedades de los suelos. Su estudio resulta relevante para determinar la susceptibilidad del terreno a la erosión, compactación, pérdida de fertilidad, contaminación e infiltración de sustancias, así como para establecer las medidas necesarias durante el despalme, excavación, almacenamiento de materiales y construcción de terraplenes.

Los suelos presentes en la Región Ecológica son resultado de la interacción entre los materiales geológicos, el relieve, el clima, la vegetación y los procesos hidrológicos desarrollados en el Valle Puebla-Tlaxcala y el Eje Neovolcánico. La actividad volcánica aportó cenizas, tobas, basaltos y materiales volcanoclásticos, posteriormente alterados y redistribuidos por procesos de meteorización, erosión, transporte y depósito.

La formación y profundidad de los suelos varían según su posición en el relieve. En las laderas y elevaciones predominan suelos someros, pedregosos y susceptibles a la erosión, mientras que en planicies, depresiones y márgenes de cauces pueden encontrarse perfiles de mayor profundidad o depósitos recientes transportados por el agua.

Unidades edafológicas de la Región Ecológica

De acuerdo con la cartografía edafológica integrada en el estudio, dentro de la Región Ecológica predominan asociaciones encabezadas por Leptosol, acompañadas por Phaeozem y Durisol. Hacia la porción sureste se reconoce una asociación dominada por Durisol, acompañada por Phaeozem y Calcisol.

Las principales asociaciones edafológicas identificadas son:

Tabla 21. Edafología presente en la Región Ecológica.

Unidad	Clave	Superficie (ha)	Porcentaje
Leptosol	LPmo-lo+PHlo-lep+DUeu/2	2001.576177	74.098286
Leptosol	LPrz-lo+PHlep-ca/1	6.302278	0.23331
Durisol	DUptp-oh/2	693.366459	25.668404
Total		**2701.244**	**100**

Las claves representan asociaciones en las que el primer suelo corresponde a la unidad dominante y los siguientes a unidades secundarias. El número colocado después de la diagonal corresponde a la clase textural registrada en la cartografía edafológica.

La presencia de asociaciones, en lugar de unidades completamente homogéneas, indica que las propiedades del suelo pueden variar en distancias relativamente cortas. Esta condición debe considerarse durante las excavaciones y la conformación de los accesos, ya que pueden encontrarse diferencias de profundidad, contenido de fragmentos, humedad, compactación y resistencia.

Leptosol

El Leptosol constituye la unidad dominante en gran parte de la Región Ecológica. Se caracteriza por presentar una profundidad reducida, desarrollo limitado del perfil y frecuente presencia de roca continua, fragmentos pétreos o materiales endurecidos próximos a la superficie.

Su distribución suele asociarse con laderas, lomeríos, elevaciones y superficies donde la erosión limita la formación de perfiles profundos. Debido a su escaso espesor, tiene una capacidad restringida para almacenar agua y sostener vegetación cuando la cobertura superficial es eliminada.

La presencia de fragmentos y roca cercana a la superficie puede dificultar las excavaciones y producir cambios en el rendimiento de la maquinaria. Sin embargo, el comportamiento específico dependerá del grado de fracturamiento, alteración y profundidad del material subyacente.

Los Leptosoles presentan una susceptibilidad importante a la erosión cuando son intervenidos en pendientes. La remoción de vegetación y suelo superficial facilita el arrastre de partículas y deja expuesto el material parental. Por ello, las superficies afectadas deberán estabilizarse y revegetarse cuando las condiciones de la obra lo permitan.

Durisol

Los Durisoles se caracterizan por presentar acumulaciones de sílice y horizontes endurecidos a cierta profundidad. Estas capas pueden limitar la penetración de raíces y modificar el movimiento del agua dentro del perfil.

La presencia de horizontes endurecidos puede reducir la infiltración vertical y favorecer el desplazamiento lateral del agua, especialmente durante precipitaciones intensas. También puede dificultar las excavaciones y requerir maquinaria o procedimientos específicos.

Cuando el horizonte endurecido se encuentre próximo a la superficie, el agua puede acumularse temporalmente sobre él y producir saturación en los materiales superiores. Esta condición deberá considerarse en el drenaje de excavaciones, terraplenes y accesos.

Amozoc

La diversidad edafológica de Amozoc se relaciona con la presencia de materiales volcánicos, superficies de ladera, lomeríos y planicies. Dentro del municipio se reportan Leptosol, Cambisol, Arenosol, Luvisol, Phaeozem, Fluvisol y Durisol.

En las zonas próximas a las elevaciones y laderas pueden presentarse suelos someros, pedregosos y con mayor susceptibilidad a la erosión, principalmente Leptosoles y Regosoles. En las planicies y áreas de depósito se desarrollan suelos de mayor profundidad, como Cambisoles, Phaeozems o Fluvisoles.

La distribución de estas unidades determina diferencias en la infiltración, retención de humedad, fertilidad y estabilidad superficial. Por lo tanto, la respuesta del terreno ante excavaciones o compactación no es uniforme en todo el municipio.

Cuautinchán

En Cuautinchán se reporta la presencia de Luvisol, Vertisol, Regosol, Leptosol, Durisol, Phaeozem, Cambisol, Arenosol y Calcisol. Esta diversidad está relacionada con la transición entre la Sierra de Amozoc, el Valle de Tepeaca y la depresión de Valsequillo.

En las zonas de ladera y lomerío pueden encontrarse suelos someros y susceptibles a la erosión, mientras que en las superficies bajas se presentan materiales con mayor contenido de arcilla o depósitos transportados por el agua.

La presencia de Luvisoles y Vertisoles indica que algunos sectores pueden retener cantidades importantes de humedad. Cuando estos suelos alcanzan condiciones de saturación pueden disminuir su resistencia y presentar cambios volumétricos, por lo que deben considerarse durante la construcción de terraplenes y accesos.

Los Leptosoles presentan menor profundidad y una relación directa con el material rocoso subyacente. Los Durisoles y Calcisoles pueden contener horizontes endurecidos, mientras que los Regosoles y Arenosoles muestran un desarrollo limitado y diferente capacidad de retención de agua.

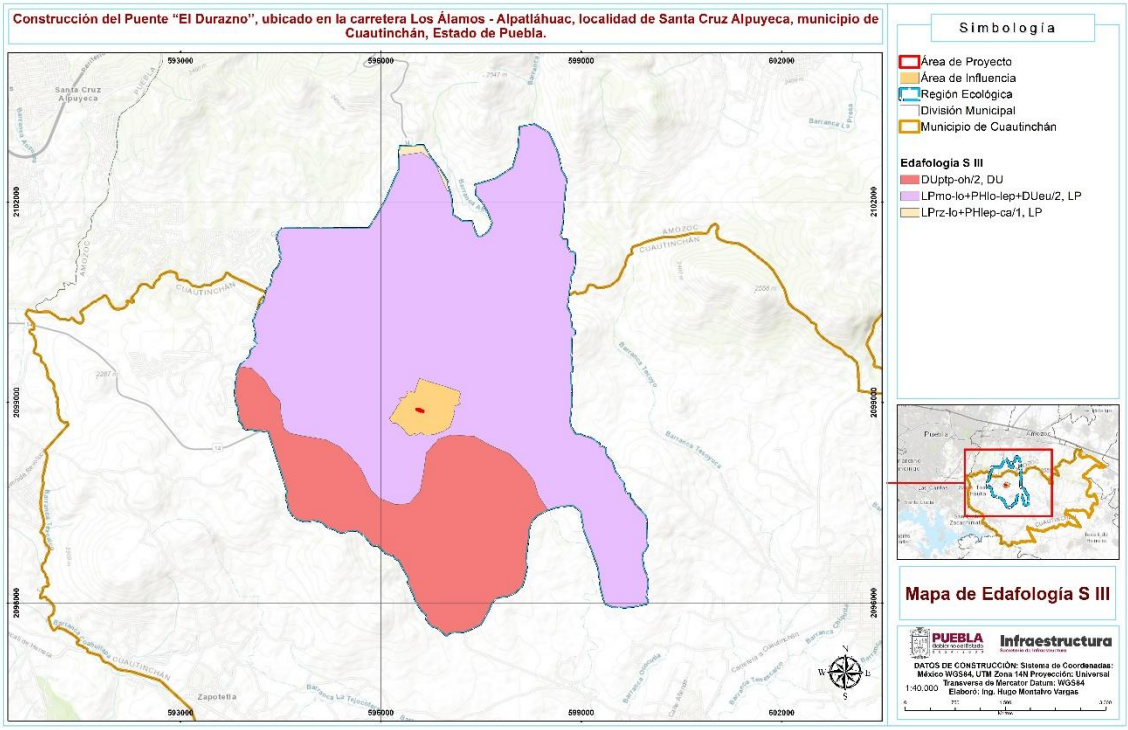


Imagen 25. **Mapa de edafología presente en la RE.**

III.4.2.6 Hidrología superficial

La hidrología superficial comprende el análisis de las corrientes, cuerpos de agua, cuencas, subcuencas y patrones de escurrimiento presentes en un territorio. Su caracterización es particularmente relevante para el proyecto, debido a que la construcción del puente se encuentra vinculada directamente con un cauce y debe conservar su continuidad hidráulica y capacidad de conducción.

La distribución y comportamiento del agua superficial dependen de la precipitación, pendiente, relieve, tipo de suelo, permeabilidad de los materiales geológicos y cobertura vegetal. Durante la temporada de lluvias, estos factores determinan la cantidad y velocidad del agua que se incorpora a los cauces, así como su capacidad para erosionar y transportar sedimentos.

Región hidrológica

La Región Ecológica se localiza dentro de la Región Hidrológica número 18 Río Balsas (RH-18), una de las regiones hidrológicas de mayor extensión e importancia del centro y sur de México. Esta región integra una amplia red de corrientes superficiales que drenan hacia el río Balsas y posteriormente desembocan en el océano Pacífico.

La RH-18 se encuentra conformada por diferentes cuencas y subcuencas. Para la Región Ecológica y el área del proyecto, la unidad principal corresponde a la cuenca del río Atoyac, identificada como RH18A.

El río Atoyac constituye el eje principal del drenaje regional y recibe aportaciones de distintas corrientes originadas en el estado de Puebla y zonas colindantes. Su red está integrada por corrientes permanentes e intermitentes que conducen el agua desde las partes altas hacia valles, depresiones y cuerpos de almacenamiento.

Entre sus afluentes regionales se encuentran los ríos Zahuapan, Alseseca y Nexapa, además de distintos arroyos y escurrimientos temporales. Estas corrientes participan en la captación y conducción del agua procedente de La Malinche, el Iztaccíhuatl, la Sierra de Amozoc y otras elevaciones regionales.

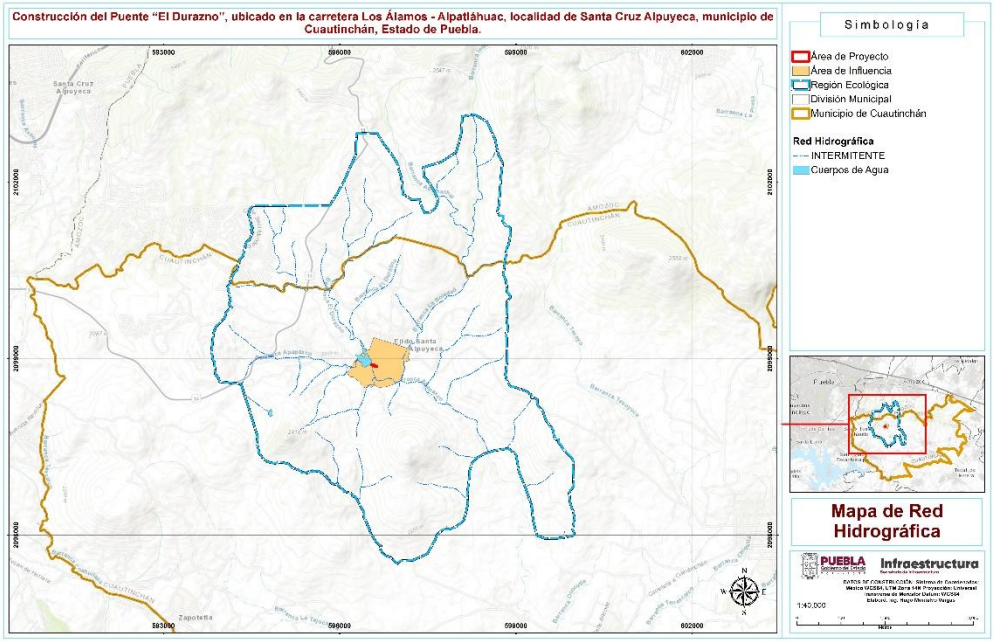


Imagen 26. **Mapa de la Región Hidrográfica.**

Cuenca y subcuenca aplicables

De acuerdo con la información hidrológica asociada con la ubicación del proyecto, las unidades aplicables son las siguientes:

Unidad hidrológica	Clave	Denominación
Región hidrológica	RH-18	Río Balsas
Cuenca	RH18A	Río Atoyac
Subcuenca del proyecto	RH18Ab	Río Atoyac-Balcón del Diablo

La subcuenca Río Atoyac-Balcón del Diablo forma parte del sistema de drenaje de la cuenca del río Atoyac. En ella se desarrollan corrientes de diferente jerarquía y temporalidad que captan los escurrimientos generados en las zonas elevadas de Amozoc y Cuautinchán.

Durante la temporada de lluvias, comprendida principalmente entre mayo y octubre, se registra el mayor volumen de escurrimiento. En este periodo las corrientes intermitentes pueden presentar incrementos rápidos de caudal como respuesta a precipitaciones intensas.

Durante la época seca, el flujo disminuye considerablemente y algunos cauces dejan de conducir agua de manera visible. Sin embargo, la ausencia temporal de flujo no elimina su función hidrológica ni implica que puedan obstruirse, rellenarse o emplearse como sitios para almacenar materiales.

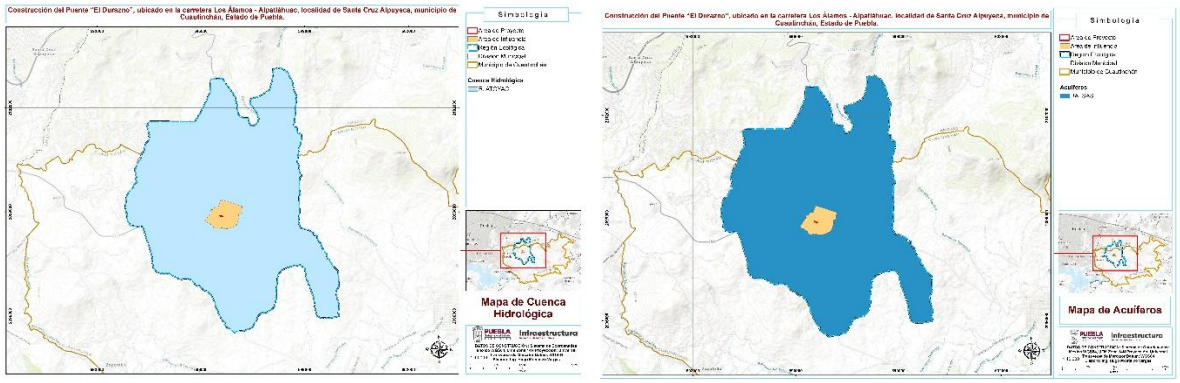


Imagen 27. **Mapas de la región hidrológica y cuenca hidrológica en la que se encuentra la RE.**

Dinámica del escurrimiento regional

La dinámica hidrológica de la Región Ecológica está estrechamente vinculada con la configuración del relieve. Las sierras, laderas y lomeríos funcionan como zonas de captación, mientras que las planicies, depresiones y cauces reciben y conducen los escurrimientos.

El agua se desplaza desde las zonas de mayor elevación hacia las partes bajas siguiendo la pendiente natural. Durante su recorrido puede erosionar el suelo, transportar partículas y depositar sedimentos en puntos donde disminuye la velocidad del flujo.

La predominancia de superficies de llanura en Cuautinchán favorece un desplazamiento más lento y extendido del agua en algunos sectores. No obstante, cuando el escurrimiento se concentra dentro de cauces, barrancas o depresiones, puede incrementar su velocidad y capacidad erosiva.

La urbanización, construcción de caminos y compactación del terreno pueden modificar esta dinámica. La sustitución de superficies permeables por materiales compactados o pavimentos disminuye la infiltración e incrementa el volumen y rapidez del escurrimiento superficial.

Presa Manuel Ávila Camacho

La presa Manuel Ávila Camacho, conocida como presa de Valsequillo, constituye el principal cuerpo de almacenamiento superficial de la región. Recibe aportaciones del sistema del río Atoyac y de diferentes corrientes tributarias.

Este cuerpo de agua desempeña funciones relacionadas con el almacenamiento, regulación de avenidas y aprovechamiento del recurso hídrico. Su presencia confirma la integración de la Región Ecológica dentro de un sistema hidrológico de importancia regional.

La presa se localiza dentro del territorio de Cuautinchán y municipios colindantes. Sin embargo, su presencia dentro del contexto regional no significa que el proyecto tenga contacto directo con el embalse. La relación se establece a través de la red de drenaje y de los escurrimientos que se incorporan progresivamente al sistema del Atoyac.

Por ello, el manejo inadecuado de residuos, combustibles, sedimentos o aguas residuales en los cauces tributarios puede producir efectos acumulativos aguas abajo, aunque la fuente de contaminación se encuentre a cierta distancia del cuerpo de almacenamiento.

Amozoc

El municipio de Amozoc se encuentra dentro de la Región Hidrológica RH-18 Río Balsas y forma parte principalmente de la cuenca del río Atoyac. Su territorio se distribuye entre sistemas de drenaje asociados con las subcuencas del río Alseseca y Río Atoyac-Balcón del Diablo.

La red superficial está formada principalmente por corrientes temporales y escurrimientos estacionales que se originan en las laderas de La Malinche y la Sierra de Amozoc. Estas corrientes conducen el agua hacia los valles y depresiones ubicados al sur y suroeste.

Durante la época de lluvias, los cauces temporales reciben aportaciones procedentes de las zonas altas. En la temporada seca, sus caudales disminuyen o desaparecen superficialmente.

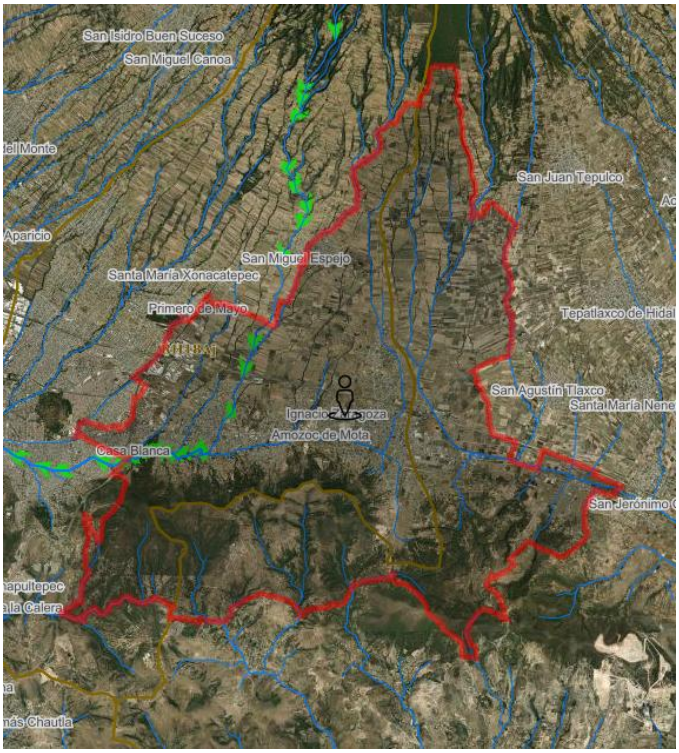


Imagen 28. **Red hidrológica Superficial del municipio de Amozoc.**

La expansión urbana y vial puede modificar localmente la dirección y velocidad de los escurrimientos. Los caminos, superficies compactadas y zonas pavimentadas reducen la infiltración y favorecen una incorporación más rápida del agua hacia las obras de drenaje y cauces naturales.

En las zonas con pendientes elevadas, la remoción de vegetación puede incrementar la erosión y el transporte de sedimentos. Estos materiales pueden depositarse en alcantarillas, canales y cauces, reduciendo gradualmente su capacidad de conducción.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán también forma parte de la Región Hidrológica RH-18 y se integra principalmente en la cuenca del río Atoyac. Su red hidrográfica incluye corrientes permanentes e intermitentes que participan en la captación y conducción de los escurrimientos.

Entre las corrientes regionales relacionadas con el municipio se encuentran el río Atoyac y el sistema Actiopa-Ametlapanapa, además de arroyos y cauces temporales distribuidos en laderas, planicies y depresiones.

La configuración orográfica del municipio determina que los escurrimientos procedentes de la Sierra de Amozoc y de otras elevaciones se desplacen hacia el Valle de Tepeaca y la depresión de Valsequillo. Esta dinámica genera una red de cauces que funciona principalmente durante la temporada lluviosa.

En las superficies de llanura, el agua puede desplazarse de manera extendida hasta concentrarse en depresiones o cauces definidos. En las laderas, el flujo presenta mayor velocidad y capacidad para erosionar el suelo.

La presa Manuel Ávila Camacho constituye el cuerpo de agua superficial de mayor importancia en el entorno municipal y representa aproximadamente el 4.79 % de su territorio. Las corrientes menores forman parte de la red que conduce los escurrimientos hacia este sistema regional.

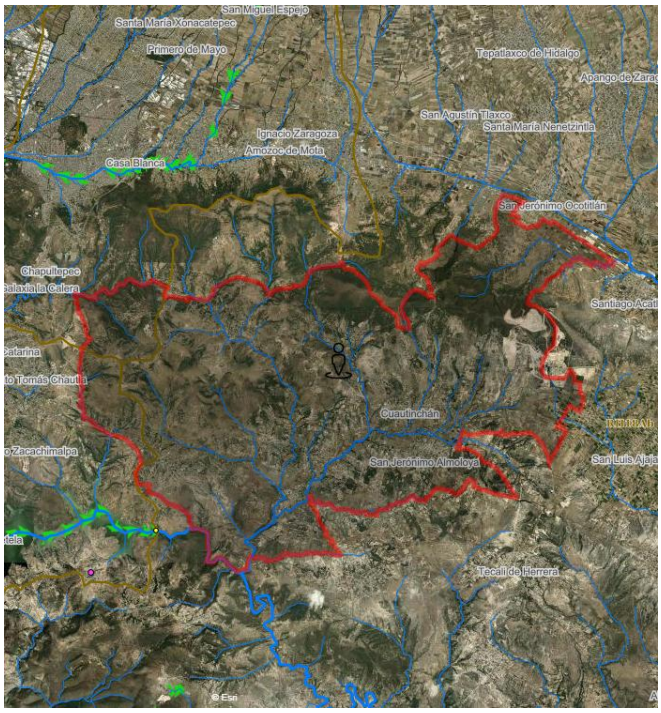


Imagen 29. **Red hidrológica Superficial del municipio de Cuautinchán.**

Cauce asociado con el proyecto

De acuerdo con la información hidrológica integrada en el documento, el proyecto se relaciona con el cauce identificado con el número 1341178, perteneciente a la subcuenca RH18Ab Río Atoyac-Balcón del Diablo.

Las características registradas para este elemento son las siguientes:

- Identificador del cauce:1341178
- Región hidrológica:RH-18 Río Balsas
- Cuenca: RH18A Río Atoyac
- Subcuenca: RH18Ab Río Atoyac-Balcón del Diablo
- Representación cartográfica: Línea central
- Orden a nivel subcuenca: 4
- Magnitud de orden a nivel cuenca:4
- Nivel de corriente en la subcuenca: 3
- Nivel de corriente en la cuenca: 3
- Longitud del segmento identificado: 93.3022 m

La longitud señalada corresponde al segmento representado en la cartografía utilizada y no necesariamente a la longitud hidráulica total del sistema al que pertenece. Los valores de orden y nivel permiten reconocer su posición dentro de la red de drenaje.

III.4.2.7 Hidrología subterránea

La hidrología subterránea comprende el análisis de las unidades geológicas capaces de almacenar y transmitir agua en el subsuelo, así como de sus zonas de recarga, dirección de flujo, condiciones de explotación y disponibilidad. Su caracterización permite determinar la vulnerabilidad del recurso ante la infiltración de contaminantes y establecer medidas para evitar su afectación durante la construcción y operación del proyecto.

El movimiento del agua subterránea depende de la permeabilidad, porosidad y fracturamiento de los materiales geológicos. Los depósitos de grava, arena y materiales aluviales permiten una infiltración relativamente rápida, mientras que las arcillas, limolitas y algunos depósitos lacustres limitan el movimiento vertical del agua.

La Región Ecológica y el sitio del proyecto se encuentran dentro del acuífero Valle de Puebla, identificado por la Comisión Nacional del Agua con la clave 2104. Este acuífero forma parte de la Región Hidrológico-Administrativa IV Balsas y constituye una de las principales fuentes de abastecimiento de agua para la población, los servicios, la agricultura y las actividades industriales de la región.

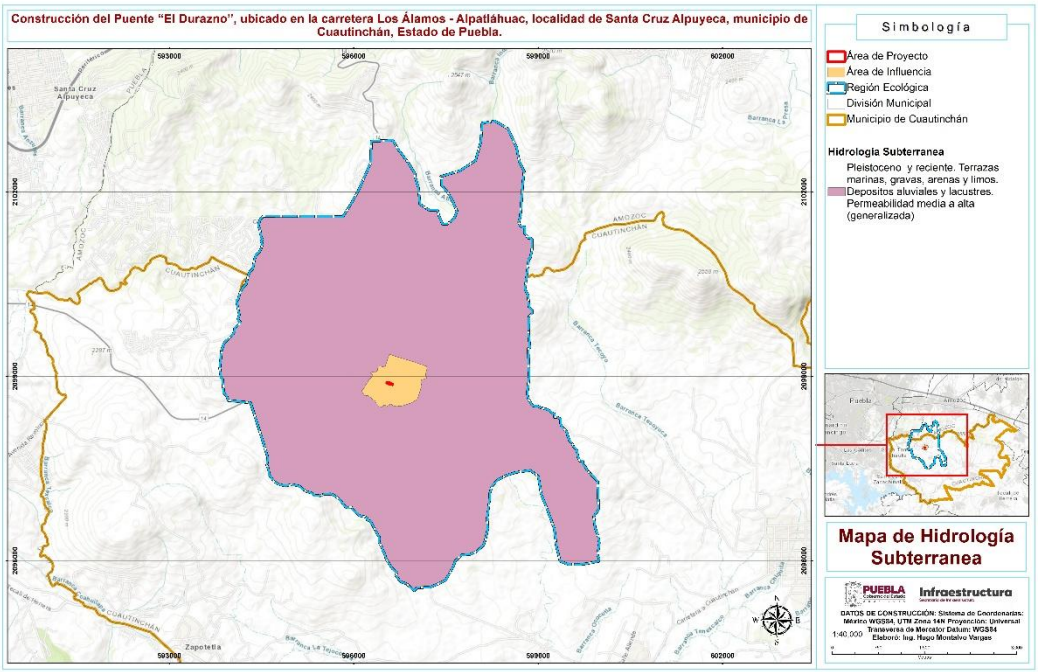


Imagen 30. **Mapa de hidrología Subterránea.**

Acuífero Valle de Puebla

El acuífero Valle de Puebla se localiza en la porción occidental del estado de Puebla, en los límites con los estados de México y Tlaxcala. Comprende una superficie aproximada de 2,025 km² y abarca total o parcialmente diferentes municipios de la zona metropolitana y del Valle de Puebla.

Dentro de su delimitación se encuentran parcialmente los municipios de Amozoc y Cuautinchán, por lo que la Región Ecológica y el área del proyecto se relacionan directamente con este sistema hidrogeológico.

El acuífero limita al norte con los acuíferos Alto Atoyac y Soltepec; al este con el acuífero Valle de Tecamachalco; al sur con los acuíferos Ixcaquixtla y Atlixco-Izúcar de Matamoros, y al oeste con el acuífero Chalco-Amecameca.

El sistema se desarrolla sobre una cuenca de origen tectónico y volcánico, rellena por materiales aluviales, fluviales, lacustres, volcanoclástico y rocas volcánicas fracturadas. La heterogeneidad de estos materiales produce variaciones importantes en la profundidad, permeabilidad y capacidad de almacenamiento.

De manera general, el Valle de Puebla se comporta como un acuífero libre, heterogéneo y anisótropo, aunque localmente puede presentar condiciones de semiconfinamiento por la presencia de depósitos lacustres de baja permeabilidad. Esto significa que el agua no se desplaza con la misma facilidad en todas las direcciones ni en todos los materiales.

Unidades hidrogeológicas

Verticalmente, el sistema hidrogeológico puede dividirse en tres unidades principales: superior, media y profunda. Entre estas unidades se presentan materiales de baja permeabilidad que funcionan como acuitardos o acuicludos y limitan parcialmente la comunicación hidráulica.

1. Acuífero superior, el cual comprende formaciones sedimentarias granulares y también formaciones rocosas fracturadas constituidas por rocas ígneas andesíticas y basálticas de edad Cuaternario, provenientes de los derrames lávicos de los distintos conos volcánicos de las sierras. El acuífero es de tipo libre, en general, tiene alta conductividad hidráulica, el agua tiene buena calidad y es aceptable para el consumo humano.
2. Acuitardo, la cual es la frontera inferior del acuífero libre y la frontera superior del acuífero medio, se compone de depósitos lacustres de arcilla del Plioceno, se caracteriza por mostrarse como la matriz envolvente de arenas volcánicas y gravas.
3. Acuífero medio, o semiconfinado está formado por materiales de la formación Balsas, rocas volcánicas del Eoceno, Mioceno y Oligoceno; la fracturación muestra porosidad secundaria.
4. Acuífero profundo, está formado por materiales heterogéneos, en los cuales predominan depósitos de origen marino del cretácico inferior y superior principalmente calizas, también contiene depósitos de dolomías y evaporitas.

Unidad superior

La unidad superior está constituida por depósitos granulares, sedimentos aluviales y fluviales, brechas volcánicas y rocas volcánicas fracturadas del Cuaternario. Estos materiales reciben recarga procedente de la infiltración de agua pluvial y de los escurrimientos generados en las zonas altas.

Esta unidad funciona principalmente como acuífero libre y presenta permeabilidad de media a alta. Su espesor varía desde pocos metros en los bordes de la cuenca hasta más de 200 m en la porción central, con un promedio aproximado de 130 m.

La unidad superior ha sido tradicionalmente aprovechada mediante pozos. De manera regional presenta agua de mejor calidad que las unidades más profundas; sin embargo, esto no garantiza que el agua extraída en cualquier punto sea automáticamente apta para consumo humano, pues su calidad debe comprobarse mediante análisis específicos.

Debido a su relación más directa con la superficie, también constituye la unidad más vulnerable a la infiltración de contaminantes. Los derrames de combustibles, aceites, aguas residuales o lixiviados pueden desplazarse a través de los materiales permeables y afectar la calidad del agua.

Unidad media

Debajo de la unidad superior se presentan depósitos lacustres de baja permeabilidad que funcionan como una barrera hidráulica parcial. Estos materiales están constituidos principalmente por arcillas y sedimentos finos.

La unidad media se encuentra formada por rocas volcánicas del Plioceno, Mioceno y Oligoceno, así como por conglomerados pertenecientes al Grupo Balsas. Su capacidad para transmitir agua depende principalmente de la presencia de fracturas y discontinuidades.

Esta unidad presenta condiciones de semiconfinamiento y puede contener agua con características fisicoquímicas diferentes a la unidad superior, incluida la presencia de agua sulfurosa en determinados sectores.

Unidad profunda

El acuífero profundo está constituido principalmente por formaciones calcáreas del Cretácico, cuya permeabilidad se relaciona con procesos de fracturamiento y disolución. Sobre esta unidad se encuentran materiales de baja permeabilidad, como lutitas, margas y depósitos lacustres.

La unidad profunda no ha sido explorada con el mismo detalle que la superior. Debido a su profundidad y composición geológica, se considera que puede contener agua con una mayor concentración de sales.

La descripción vertical del sistema puede sintetizarse de la siguiente manera:

Tabla 22. Hidrogeología.

Unidad	Materiales principales	Funcionamiento
Superior	Depósitos aluviales, fluviales, brechas y rocas volcánicas fracturadas	Acuífero libre, permeabilidad media a alta
Material intermedio	Arcillas y depósitos lacustres	Acuitardo o acuicludo de baja permeabilidad
Media	Rocas volcánicas y conglomerados fracturados	Acuífero semiconfinado
Material inferior	Lutitas, margas y depósitos finos	Barrera hidráulica parcial
Profunda	Calizas fracturadas y con disolución	Acuífero profundo con permeabilidad secundaria

Recarga del acuífero

La recarga del acuífero ocurre principalmente mediante la infiltración de agua de lluvia en las zonas altas y permeables. Las estribaciones de La Malinche y la Sierra Nevada constituyen áreas importantes para la incorporación de agua al subsuelo.

Una parte del agua precipitada se infiltra directamente a través del suelo y de los depósitos no consolidados. Otra parte se concentra en cauces, barrancas y zonas de piedemonte, donde puede infiltrarse a través de materiales aluviales, gravas, arenas y rocas fracturadas.

La recarga también puede incluir aportaciones por flujo subterráneo horizontal desde unidades adyacentes y recarga inducida asociada con actividades humanas, como infiltración procedente de zonas agrícolas, redes hidráulicas o cuerpos superficiales.

La capacidad de infiltración varía según el tipo de suelo y material geológico. Las arenas, gravas y rocas fracturadas favorecen el movimiento vertical del agua, mientras que las arcillas y horizontes endurecidos pueden reducirlo y generar desplazamientos laterales.

La conservación de superficies permeables y cobertura vegetal contribuye a mantener la infiltración. En contraste, la pavimentación, compactación y urbanización reducen la cantidad de agua que ingresa al subsuelo e incrementan el escurrimiento superficial.

Profundidad y dirección del flujo

A escala regional, la profundidad al nivel estático presenta variaciones importantes asociadas con la topografía y la explotación del acuífero. Los registros utilizados por CONAGUA muestran profundidades generales de entre 5 y 130 m, con niveles más profundos hacia La Malinche y las sierras que delimitan el valle (CONGUA, 2018).

Estos valores corresponden al comportamiento regional del acuífero y no deben utilizarse como nivel freático específico para el área del proyecto. La profundidad puntual solo puede determinarse mediante perforaciones, piezómetros o estudios geotécnicos e hidrogeológicos realizados en el sitio.

La dirección preferencial del flujo subterráneo se desarrolla, de manera general, desde las zonas altas de recarga hacia las partes bajas del valle y las zonas de descarga. CONAGUA identifica una dirección predominante de norte a sur, con aportaciones provenientes de los flancos oriental y occidental (CONGUA, 2018).

Las estribaciones de La Malinche y la Sierra Nevada funcionan como zonas de recarga, mientras que las áreas bajas asociadas con el Valle de Puebla, el río Atoyac y los acuíferos colindantes participan en la conducción o descarga del flujo subterráneo.

Disponibilidad de agua subterránea

La disponibilidad media anual se determina conforme a la metodología establecida en la NOM-011-CONAGUA-2015, mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{DMA = R - DNC - VEAS}$$

Donde:

DMA: disponibilidad media anual de agua subterránea.

R: recarga total media anual.

DNC: descarga natural comprometida.

VEAS: volumen de extracción de aguas subterráneas.

Para el acuífero Valle de Puebla se reportan los siguientes valores:

Recarga total media anual **(R):** 360.700000 hm^3/año

Descarga natural comprometida **(DNC):** 61.200000 hm^3/año

Volumen de extracción **(VEAS):** 281.482546 hm^3/año

Por lo que:

$$DMA = 360.7 - 61.2 - 281.482546$$

$$\boldsymbol{DMA = 18.017454}$$

El resultado positivo indica que, administrativamente, existe disponibilidad media anual. Sin embargo, el volumen remanente representa aproximadamente el 5 % de la recarga total, por lo que el acuífero se encuentra sometido a una presión importante por las extracciones y demandas existentes.

La disponibilidad positiva no implica que el agua pueda extraerse libremente. Cualquier nuevo aprovechamiento requiere la concesión o asignación correspondiente y debe sujetarse a las restricciones administrativas aplicables.

Los valores corresponden a la actualización publicada por CONAGUA en 2024 y utilizan un volumen de extracción con fecha de corte del 30 de diciembre de 2022. CONAGUA, acuífero Valle de Puebla 2104.

Situación administrativa

La mayor parte del acuífero Valle de Puebla se encuentra sujeta a decretos de veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo. En estas zonas, las extracciones para usos domésticos, agrícolas, industriales o de servicios se encuentran limitadas y requieren autorización.

La porción no cubierta por los decretos de veda está sujeta a la suspensión provisional del libre alumbramiento. Por lo tanto, no se permite perforar pozos, instalar mecanismos de extracción o incrementar volúmenes sin la autorización de CONAGUA.

El principal uso del agua subterránea en el acuífero es el público-urbano. La administración del recurso debe considerar la demanda actual, la conservación de las descargas naturales, el sostenimiento de los ecosistemas y la prevención de abatimientos adicionales.

III.4.2.8 Uso de suelo

El análisis del uso del suelo permite identificar la manera en que el territorio es aprovechado para actividades urbanas, agrícolas, pecuarias, forestales, de conservación, infraestructura y servicios. Por su parte, la cobertura vegetal representa las comunidades naturales o inducidas que actualmente ocupan la superficie.

Este análisis permite determinar el grado de transformación del entorno, reconocer las coberturas que podrían ser afectadas y evaluar la compatibilidad territorial del proyecto. También ayuda a diferenciar las superficies naturales de aquellas previamente modificadas por caminos, agricultura, pastoreo, asentamientos humanos u otras actividades.

La Región Ecológica comprende sectores de los municipios de Amozoc y Cuautinchán, donde existe una combinación de áreas urbanas, terrenos agrícolas, pastizales inducidos, vegetación secundaria y zonas destinadas a conservación. La distribución de estos usos se encuentra relacionada con el relieve, disponibilidad de agua, aptitud agrícola, cercanía con localidades y crecimiento de la infraestructura.

Distribución del uso del suelo y vegetación en la Región Ecológica

De acuerdo con la cartografía integrada en el estudio, dentro de la Región Ecológica se identifican cuatro categorías principales de uso del suelo y vegetación:

Clave	Uso del suelo o vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje %
PI	Pastizal inducido	2047.753364	75.80776391
TA	Agricultura de temporal anual	395.412494	14.63815785
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	257.8666092	9.546213609
VSa/BJ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate	0.212443874	0.007864665
Total		**2701.244911**	**100**

La distribución muestra que la Región Ecológica presenta un grado importante de modificación, debido a que el pastizal inducido y la agricultura de temporal anual ocupan conjuntamente aproximadamente el 89.65 % de la superficie.

La vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y de bosque de táscate representa alrededor del 9.55%. Su carácter secundario indica que las comunidades originales fueron alteradas y actualmente se encuentran en diferentes etapas de regeneración.

<u>Pastizal inducido</u>

El pastizal inducido constituye la cobertura dominante de la Región Ecológica, al ocupar aproximadamente 2047.75 ha, equivalentes al 75.81% de la superficie delimitada.

Esta cobertura se desarrolla como resultado de la eliminación o alteración de la vegetación original y puede mantenerse por actividades como pastoreo, desmonte, incendios, abandono agrícola o remoción recurrente de especies arbustivas y arbóreas.

El pastizal inducido está compuesto principalmente por especies herbáceas adaptadas a condiciones de perturbación. Aunque no corresponde a una comunidad vegetal primaria, proporciona cobertura al suelo, reduce la erosión y puede funcionar como espacio de desplazamiento, alimentación o refugio para fauna adaptada a ambientes abiertos.

Cuando el pastizal es removido durante la temporada seca, el suelo queda expuesto a la acción del viento y al levantamiento de polvo. Durante la temporada de lluvias, la pérdida de cobertura incrementa el arrastre de partículas y la formación de escurrimientos superficiales.

Por ello, la remoción deberá limitarse estrictamente a las superficies necesarias para la obra. Las áreas ocupadas temporalmente deberán estabilizarse y revegetarse al concluir la construcción.

Agricultura de temporal anual

La agricultura de temporal anual ocupa aproximadamente 395.41 ha, equivalentes al 14.64% de la Región Ecológica. Esta actividad depende principalmente de la precipitación estacional y se desarrolla durante el periodo con mayor disponibilidad de humedad.

Los terrenos agrícolas presentan modificaciones periódicas debido a la preparación del suelo, siembra, cosecha y periodos de descanso. Por esta razón, su cobertura vegetal cambia a lo largo del año.

Durante el periodo de cultivo, la vegetación agrícola protege parcialmente el suelo; después de la cosecha, las superficies pueden permanecer expuestas y presentar una mayor susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica.

La presencia de agricultura indica que parte del territorio cuenta con una vocación productiva y que las obras deberán evitar ocupaciones adicionales, afectaciones a cultivos, interrupciones de accesos o depósito de materiales fuera del derecho de vía autorizado.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

La vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, identificada con la clave VSa/BQ, ocupa aproximadamente 257.87 ha, correspondientes al 9.55% de la Región Ecológica.

Esta cobertura se desarrolla en superficies donde el bosque de encino original fue alterado por actividades humanas o fenómenos naturales. Se encuentra formada principalmente por arbustos, rebrotes, especies herbáceas y ejemplares jóvenes propios de etapas sucesionales.

Aunque corresponde a vegetación secundaria, conserva funciones ambientales relevantes, entre ellas la protección del suelo, infiltración de agua, captura de carbono y provisión de refugio y alimento para fauna.

Las superficies con esta cobertura deberán evitarse durante la ubicación de caminos provisionales, almacenes, campamentos o zonas de depósito. En caso de requerirse su intervención, deberá limitarse a la superficie autorizada y aplicarse la restauración correspondiente.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate

La vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate, identificada con la clave VSa/BJ, ocupa aproximadamente 0.21 ha, equivalente al 0.0078% de la Región Ecológica.

Su representación es reducida y se limita a sectores puntuales. A pesar de su baja superficie, deberá verificarse si el trazo o alguna obra temporal coincide con esta cobertura antes de iniciar las actividades.

La vegetación de táscate puede incluir arbustos, ejemplares jóvenes y vegetación herbácea asociada con antiguas comunidades de *Juniperus*. Su conservación resulta importante debido a su limitada representación dentro de la Región Ecológica.

Amozoc

El municipio de Amozoc presenta una estructura territorial diversa, integrada por zonas urbanas, áreas agrícolas, reservas de crecimiento, superficies de preservación y áreas naturales protegidas.

De acuerdo con la actualización del programa urbano municipal, los usos urbanos se agrupan en las siguientes categorías:

- Habitacional.
- Comercio.
- Equipamiento urbano.
- Servicios.
- Vialidad.
- Industria.
- Baldíos urbanos.

En 2023, los usos urbanos comprendían aproximadamente 4,046 ha, equivalentes al 22.03 % del territorio municipal. Su distribución se concentra principalmente en la cabecera municipal, localidades, barrios, corredores viales y zonas industriales.

El crecimiento de Amozoc se encuentra influenciado por su cercanía con la ciudad de Puebla y por su función como punto de comunicación entre los valles de Puebla y Tepeaca. Esto ha favorecido la expansión de la vivienda, comercio, servicios e infraestructura vial.

Áreas de preservación y conservación

Dentro de Amozoc se encuentran superficies con importancia ambiental sujetas a diferentes categorías de conservación. Entre ellas destaca el Parque Nacional La Malinche o Matlalcuéyetl, cuya superficie total es de aproximadamente 46,112.24 ha, de las cuales alrededor de 1,589.38 ha se encuentran dentro del municipio.

También se encuentra el Área Natural Protegida de jurisdicción estatal Flor del Bosque, con una superficie aproximada de 1,501.67 ha, de las cuales alrededor de 1,450.56 ha corresponden al municipio de Amozoc.

El programa urbano incorpora adicionalmente cerca de 3,247.67 ha como áreas municipales de preservación ecológica. En conjunto, estas superficies contribuyen a la conservación de la vegetación, el suelo, la infiltración y la conectividad ecológica.

Estas áreas presentan restricciones particulares y no deben considerarse como reservas para el crecimiento urbano. La ejecución de proyectos deberá verificar su ubicación respecto de los polígonos de conservación y observar la regulación correspondiente.

Reservas urbanas

Las reservas territoriales destinadas a orientar el crecimiento urbano se distribuyen en seis polígonos:

1. San Mateo.
2. Vallartito.
3. Tepalyuca.
4. Santa Cruz.
5. El Charro.
6. Parque Industrial Chachapa II.

Estas reservas buscan ordenar la expansión de la mancha urbana y reducir la ocupación irregular de superficies agrícolas o de conservación.

Preservación agrícola

Las áreas con mayor aptitud para agricultura de temporal se localizan principalmente al norte del área urbana, hasta las cotas inferiores del Parque Nacional La Malinche y los límites con Puebla, Tepatlaxco y Acajete.

Las superficies de preservación agrícola comprenden aproximadamente 8,100.36 ha, equivalentes al 44.10% del territorio municipal. Su conservación es importante para mantener la actividad productiva, limitar la expansión urbana dispersa y proteger los suelos con aptitud agrícola.

Cuautinchán

El municipio de Cuautinchán conserva un carácter predominantemente rural. En su territorio se combinan superficies agrícolas, pastizales inducidos, vegetación secundaria, localidades, caminos e infraestructura.

La agricultura de temporal y las actividades pecuarias han modificado una proporción importante de la cobertura original. En algunas zonas, el abandono de terrenos agrícolas o la disminución del manejo ha permitido el establecimiento de vegetación secundaria arbustiva.

Los pastizales inducidos se utilizan principalmente para pastoreo y se distribuyen sobre planicies, lomeríos y superficies previamente alteradas. En las zonas con pendientes o menor accesibilidad permanecen fragmentos de vegetación secundaria de bosque de encino.

Las localidades y la infraestructura vial ocupan una proporción menor del territorio en comparación con los usos rurales. Sin embargo, los caminos constituyen elementos relevantes porque facilitan la comunicación entre comunidades y el acceso a terrenos agrícolas.

La distribución de usos en Cuautinchán refleja la transformación histórica del territorio. Aunque predominan coberturas inducidas, los fragmentos de vegetación secundaria mantienen funciones importantes para la protección del suelo y la conectividad del paisaje.

III.4.3 Socioeconómico

III.4.3.1 Demografía

La demografía analiza el tamaño, composición, distribución y dinámica de la población asentada dentro de un territorio. Su caracterización permite identificar las condiciones sociales del entorno, la concentración de habitantes, la demanda de servicios y la relación de la población con la infraestructura existente.

Para el proyecto, el análisis demográfico es relevante porque la construcción del puente busca mejorar la comunicación entre localidades y facilitar el desplazamiento de personas, vehículos, bienes y servicios. Asimismo, permite identificar a la población que podría experimentar molestias temporales durante la construcción o beneficios durante la operación.

La Región Ecológica comprende sectores de los municipios de Amozoc y Cuautinchán, los cuales presentan características demográficas contrastantes. Amozoc forma parte de la dinámica metropolitana de Puebla y presenta una elevada concentración de habitantes, mientras que Cuautinchán conserva una distribución predominantemente rural, con población asentada en la cabecera municipal y en localidades dispersas.

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020, los principales indicadores son los siguientes:

Indicador	Amozoc	Cuautinchán
Población Total	125,876	12,340

Indicador	Amozoc	Cuautinchán
Mujeres	64,394	6,236
Hombres	61,482 aproximadamente	6,104
Mujeres	51.16 %	50.54 %
Hombres	48.84 %	49.46 %

Característica territorial Urbana y metropolitana Rural y dispersa

En ambos municipios se observa una distribución relativamente equilibrada entre hombres y mujeres, con una ligera predominancia de la población femenina.

Amozoc

En 2020, el municipio de Amozoc registró una población total de 125,876 habitantes, de los cuales aproximadamente el 51.16 % correspondía a mujeres y el 48.84 % a hombres.

La distribución por sexo representa aproximadamente 64,394 mujeres y 61,482 hombres, con una relación cercana a 95 hombres por cada 100 mujeres. La diferencia no representa un desequilibrio demográfico significativo.

Amozoc concentra aproximadamente el 1.91 % de la población del estado de Puebla y constituye uno de los municipios con mayor población en el entorno inmediato de la capital estatal.

El municipio forma parte de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala y durante las últimas décadas ha experimentado un crecimiento poblacional asociado con la expansión de la mancha urbana, la construcción de vivienda y el establecimiento de actividades comerciales, industriales y de servicios.

Su ubicación entre la ciudad de Puebla y el Valle de Tepeaca ha favorecido el desarrollo de corredores de comunicación y el desplazamiento cotidiano de población hacia centros de empleo, educación, salud y comercio.

La población se concentra principalmente en la cabecera municipal, los barrios urbanos y localidades vinculadas con las principales vialidades. En las zonas periféricas se observa una transición entre áreas urbanas, terrenos agrícolas y asentamientos en proceso de consolidación.

La densidad poblacional es considerablemente mayor que la de Cuautinchán. Tomando como referencia la superficie de 183.70 km^2 empleada en el documento, se obtiene una densidad aproximada de 931.1 habitantes por km^2.

Esta concentración genera una demanda importante de infraestructura vial, transporte, agua potable, drenaje, energía, equipamiento educativo y servicios de salud. También incrementa la movilidad entre Amozoc, Puebla y los municipios localizados hacia el oriente.

La estructura demográfica presenta una participación importante de población joven y en edad productiva. Esta condición representa disponibilidad de mano de obra, pero también demanda constante de empleo, vivienda, educación y sistemas de transporte.

El crecimiento urbano ha favorecido la integración económica de Amozoc con la ciudad de Puebla, aunque también ha generado retos relacionados con expansión irregular, congestionamiento vial, presión sobre los servicios y ocupación de terrenos agrícolas.

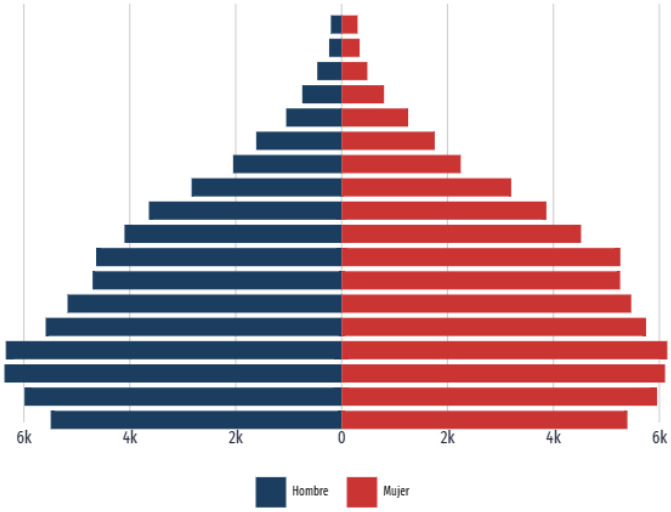


Imagen 31. **Pirámide poblacional del municipio de Amozoc.**

Cuautinchán

En 2020, el municipio de Cuautinchán registró una población total de 12,340 habitantes, de los cuales 6,236 eran mujeres, equivalentes al 50.54 %, y 6,104 eran hombres, correspondientes al 49.46 %.

La distribución por sexo es prácticamente equilibrada, con una ligera predominancia de mujeres. La relación corresponde aproximadamente a 98 hombres por cada 100 mujeres.

En comparación con Amozoc, Cuautinchán presenta una población considerablemente menor y una distribución territorial más dispersa. Los habitantes se concentran principalmente en la cabecera municipal y en localidades rurales conectadas mediante caminos estatales, municipales y comunitarios.

El carácter rural del municipio se encuentra relacionado con el predominio de actividades agrícolas, pecuarias y de aprovechamiento local de los recursos. La dispersión de las localidades incrementa la importancia de los caminos y puentes para acceder a servicios básicos.

La estructura demográfica presenta una participación significativa de población infantil y adolescente. Los grupos de edad con mayor número de habitantes son:

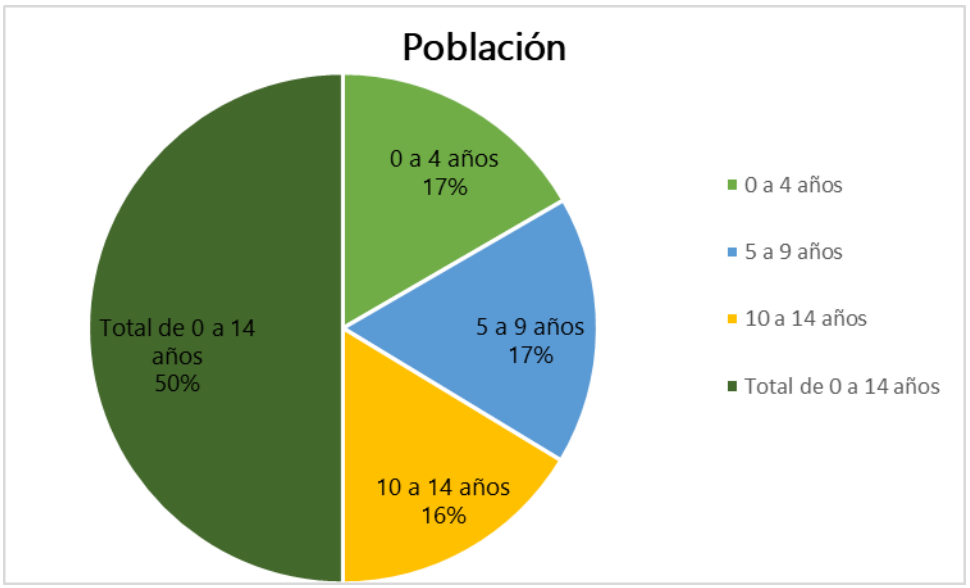


Imagen 32. **Población al año 2020 en el municipio de Cuautinchán.**

Aproximadamente una tercera parte de la población municipal tenía menos de 15 años en 2020. Esta composición genera una demanda importante de escuelas, servicios de salud, espacios comunitarios y medios seguros de transporte.

La presencia de población infantil también deberá considerarse durante la construcción del proyecto, especialmente en la señalización de los frentes de obra, control de velocidad, delimitación de excavaciones y circulación de maquinaria.

La población en edad productiva representa otro componente importante de la estructura municipal y constituye la principal fuente de mano de obra para actividades agrícolas, construcción, comercio, transporte y servicios.

Cuautinchán registró un crecimiento poblacional relevante respecto del censo anterior, asociado con el crecimiento natural, la expansión de localidades y su relación funcional con la Zona Metropolitana de Puebla.

A pesar de este crecimiento, el municipio conserva una densidad relativamente baja y una distribución dispersa. Esta condición puede dificultar el acceso oportuno a servicios especializados, ya que parte de la población debe desplazarse hacia Amozoc, Puebla u otras cabeceras municipales.

La conectividad vial tiene una función social importante, pues permite el traslado de estudiantes, trabajadores, productores, comerciantes y personas que requieren atención médica. Los caminos también facilitan el transporte de productos agrícolas, materiales y bienes de consumo.

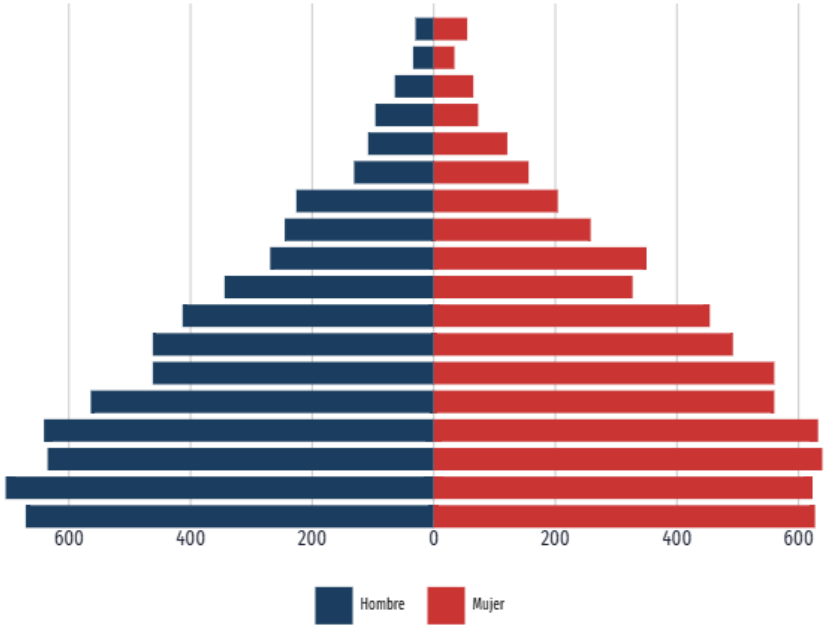


Imagen 33. **Pirámide poblacional del municipio de Cuautinchán 2020.**

Dinámica demográfica regional

La relación entre Amozoc y Cuautinchán refleja una transición entre un espacio urbano-metropolitano y un territorio predominantemente rural. Amozoc funciona como un punto intermedio de acceso a la ciudad de Puebla, mientras que Cuautinchán mantiene una red de localidades con vínculos económicos y sociales hacia los municipios cercanos.

Esta diferencia influye en los patrones de movilidad. La población de Cuautinchán puede desplazarse hacia Amozoc o Puebla para acceder a empleos, educación media superior y superior, hospitales, trámites administrativos, comercio y servicios especializados.

La población de Amozoc presenta desplazamientos principalmente metropolitanos, relacionados con actividades laborales, escolares y comerciales. Por su parte, en Cuautinchán los desplazamientos pueden ser más largos y depender de una menor cantidad de vías disponibles.

En ambos municipios, el crecimiento demográfico aumenta progresivamente la demanda de caminos seguros y funcionales. Las interrupciones causadas por lluvias, deterioro de vialidades o limitaciones en cruces afectan de manera directa el tiempo y costo de los traslados.

III.4.3.2 Vivienda y urbanización

El análisis de la vivienda y urbanización permite conocer las características de los espacios habitacionales, la disponibilidad de servicios básicos, la distribución de los asentamientos y el grado de consolidación urbana existente dentro de la Región Ecológica.

Estos indicadores permiten identificar las necesidades de infraestructura y las condiciones de habitabilidad de la población. Para el proyecto, resultan relevantes porque el puente forma parte de la infraestructura de comunicación utilizada para acceder a viviendas, localidades, servicios y centros de actividad económica.

La Región Ecológica comprende sectores con características distintas. Amozoc presenta una expansión urbana vinculada con la Zona Metropolitana de Puebla, mientras que Cuautinchán conserva una estructura predominantemente rural, formada por la cabecera municipal y localidades dispersas.

Amozoc

En 2020, el municipio de Amozoc registró aproximadamente 31,585 viviendas habitadas. La mayoría corresponde a casas independientes o viviendas unifamiliares, relacionadas con un patrón de urbanización predominantemente horizontal.

La distribución por clase de vivienda se presenta de la siguiente manera:

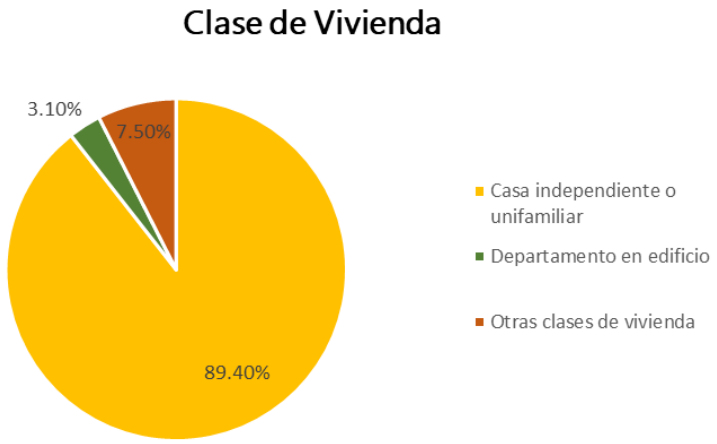


Imagen 34. **Clase de vivienda en el municipio de Amozoc**

Las casas independientes representan casi nueve de cada diez viviendas habitadas. Los departamentos presentan una participación comparativamente baja, lo que indica que el crecimiento urbano se ha desarrollado principalmente mediante la ocupación horizontal del territorio.

Las demás clases incluyen viviendas en vecindad, cuartos en azoteas, locales adaptados para habitación y otras modalidades. Su menor participación refleja la predominancia de vivienda familiar individual.

Tamaño de las viviendas

En relación con el número total de cuartos, las viviendas con tres y cuatro cuartos presentaron la mayor participación, es decir el 55% tienen tres cuartos, mientras que los cuatro cuartos lo abarcan el 45% de la población del municipio.

En conjunto, aproximadamente el 50.5 % de las viviendas contaba con tres o cuatro cuartos. Esto muestra el predominio de viviendas de tamaño medio.

Respecto del número de dormitorios, las categorías más frecuentes son de un dormitorio el 33.3% y de dos dormitorios de 40.1%. Aproximadamente el 73.4 % de las viviendas tenía uno o dos dormitorios. La relación entre el número de habitantes y los dormitorios constituye un indicador importante para evaluar posibles condiciones de hacinamiento, pero no puede determinarse únicamente con estos porcentajes.

Materiales de construcción

La mayor parte de las viviendas presenta materiales duraderos. Aproximadamente el 85.3 % cuenta con techos construidos con losa de concreto o sistemas de vigueta y bovedilla.

La proporción restante utiliza materiales como lámina metálica, asbesto, cartón, madera o teja. Estas diferencias reflejan distintos grados de consolidación y calidad constructiva.

El predominio de losas de concreto indica que una parte importante del parque habitacional cuenta con estructuras permanentes. Sin embargo, la presencia de materiales ligeros también evidencia sectores con condiciones de habitabilidad más vulnerables.

Servicios básicos

Los datos históricos incluidos en el documento señalan que en 2010:

- El 91.1 % de las viviendas disponía de drenaje sanitario.
- El 78.4 % contaba con agua entubada.
- El 98.1 % tenía energía eléctrica.
- El 72.8 % disponía simultáneamente de agua, drenaje y electricidad.

Estos porcentajes muestran que la energía eléctrica presentaba la mayor cobertura, mientras que el agua entubada registraba el rezago más importante.

Los valores corresponden a 2010 y deben presentarse como antecedentes históricos. Para describir la situación actual del municipio deben sustituirse o complementarse con los resultados del Censo de Población y Vivienda 2020.

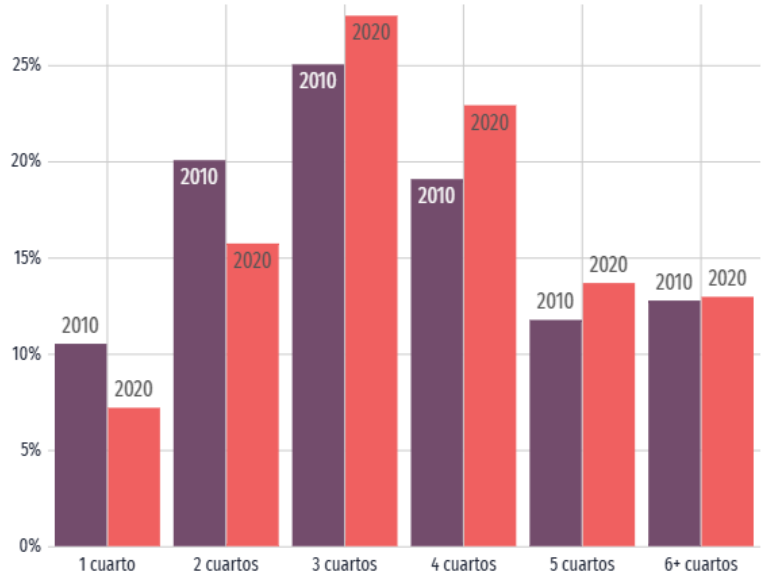


Imagen 35. **Distribución de viviendas particulares habitadas (número de cuartos) del municipio de Amozoc.**

Proceso de urbanización

Amozoc forma parte de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala y presenta una expansión urbana influenciada por su proximidad con la capital del estado y por su ubicación sobre corredores regionales de transporte.

La urbanización se concentra principalmente en la cabecera municipal, barrios y localidades vinculadas con las vías de comunicación. También se ha extendido hacia superficies anteriormente agrícolas o sin urbanizar.

El crecimiento habitacional ha incrementado la demanda de agua potable, drenaje, energía eléctrica, transporte, recolección de residuos, escuelas y servicios de salud. Asimismo, ha generado una mayor presión sobre las vialidades existentes.

La expansión horizontal puede producir fragmentación territorial, aumento de las distancias de traslado y ocupación de terrenos agrícolas. Por ello, los instrumentos de planeación municipal buscan orientar el crecimiento hacia zonas con infraestructura y servicios.

La conectividad con Puebla favorece el desplazamiento diario de habitantes por motivos laborales, educativos, comerciales y médicos. En este contexto, la infraestructura vial tiene una función importante dentro de la dinámica metropolitana.

Cuautinchán

Cuautinchán presenta un patrón de ocupación predominantemente rural. La población se distribuye entre la cabecera municipal y localidades de menor tamaño, separadas por terrenos agrícolas, pastizales y vegetación secundaria.

Las viviendas se concentran en núcleos compactos dentro de las localidades, aunque también existen construcciones dispersas asociadas con parcelas agrícolas, caminos y unidades productivas.

En comparación con Amozoc, el proceso de urbanización es menos intenso. Sin embargo, la cercanía con la Zona Metropolitana de Puebla y el mejoramiento de los caminos han favorecido una integración gradual con los municipios vecinos.

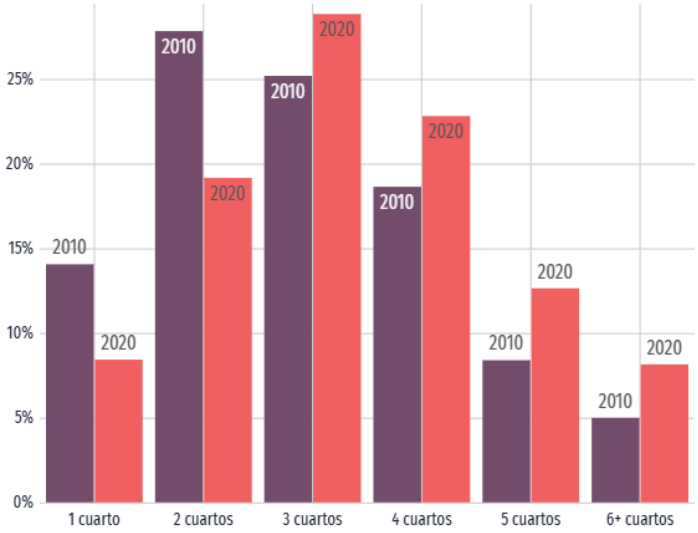


Imagen 36. **Distribución de viviendas particulares habitadas (número de cuartos) del municipio de Cuautinchán.**

Tamaño de las viviendas

De acuerdo con la información de 2020, las viviendas con tres y cuatro cuartos presentaron la mayor proporción, tres cuartos con un 28.8% y cuatro cuartos con 22.8%. En conjunto, aproximadamente el 51.6 % de las viviendas contaba con tres o cuatro cuartos. Sin embargo, las categorías predominantes fueron un dormitorio con 39.1 % y dos dormitorios con 36.2 %. Es decir, aproximadamente el 75.3 % de las viviendas tenía uno o dos dormitorios. Esta distribución es consistente con viviendas rurales de tamaño pequeño o medio.

Al igual que en Amozoc, estos porcentajes no son suficientes para confirmar la presencia de hacinamiento. Para ello se requiere relacionar el número de ocupantes con el número de dormitorios.

Servicios e infraestructura

La dispersión de la población representa un reto para ampliar y mantener las redes de agua potable, drenaje, electricidad, alumbrado, telecomunicaciones y recolección de residuos.

En las localidades rurales, la distancia entre viviendas y centros de población puede incrementar el costo de introducción de servicios. Algunas viviendas pueden depender de sistemas individuales o comunitarios para el almacenamiento de agua y saneamiento.

La calidad y continuidad de los caminos también condicionan el acceso a los servicios. Durante la temporada de lluvias, el deterioro de las vialidades o las limitaciones en cruces pueden dificultar los desplazamientos.

La infraestructura de transporte permite que la población acceda a escuelas, centros de salud, mercados, oficinas administrativas y fuentes de empleo ubicadas en la cabecera municipal o en municipios cercanos.

Proceso de urbanización

El crecimiento urbano de Cuautinchán se concentra principalmente alrededor de la cabecera municipal y de las localidades con mejor acceso vial. Fuera de estos núcleos predomina un patrón de ocupación rural.

El municipio conserva una estrecha relación con las actividades agrícolas y pecuarias, por lo que el crecimiento de la vivienda se encuentra intercalado con parcelas, pastizales y áreas de vegetación secundaria.

La expansión de los asentamientos debe considerar la disponibilidad de servicios, los cauces, las pendientes y las zonas susceptibles a inundación o erosión. La ocupación desordenada de márgenes y áreas de escurrimiento puede incrementar la exposición de las viviendas ante fenómenos hidrometeorológicos.

El mejoramiento de la infraestructura vial puede favorecer la consolidación de localidades existentes. Sin embargo, también puede generar presión para ocupar terrenos colindantes, por lo que deberá acompañarse de una planeación territorial adecuada.

III.4.3.3 Educación

La educación constituye un componente fundamental para el desarrollo social y económico de la población. Su análisis permite conocer la asistencia escolar, el grado promedio de escolaridad, los niveles educativos alcanzados y la disponibilidad de infraestructura para atender a niñas, niños, adolescentes y población adulta.

Para el proyecto, este componente resulta relevante porque la infraestructura vial condiciona el desplazamiento cotidiano de estudiantes, docentes y personal administrativo hacia los planteles educativos. Asimismo, durante la construcción deberán mantenerse condiciones seguras para el tránsito de peatones y vehículos escolares.

Amozoc

En el municipio de Amozoc, la infraestructura educativa comprende planteles de preescolar, primaria, secundaria, educación media superior y algunos servicios de capacitación o educación superior. La mayor concentración de instalaciones se localiza en la cabecera municipal y en las localidades con mayor población.

De acuerdo con la información censal de 2020, aproximadamente 38,412 personas declararon asistir a una institución educativa, mientras que 81,146 habitantes señalaron no encontrarse inscritos o asistiendo a un plantel al momento del levantamiento.

Estas cifras deben interpretarse considerando que la categoría "no asiste" incluye población adulta que concluyó sus estudios, personas en edad laboral y habitantes que abandonaron o no continuaron su formación. Por ello, no representa únicamente deserción escolar.

La asistencia se concentra principalmente en los grupos de edad correspondientes a la educación básica obligatoria. La proporción disminuye conforme aumenta la edad, especialmente después de la educación media superior.

Esta reducción puede relacionarse con la incorporación temprana al mercado laboral, limitaciones económicas, responsabilidades familiares, falta de planteles cercanos o necesidad de trasladarse hacia otros municipios.

<u>Escolaridad por sexo</u>

En 2020, la población masculina registró un grado promedio de escolaridad aproximado de 9.3 años, mientras que la población femenina presentó alrededor de 8.9 años.

La diferencia aproximada de 0.4 años indica una ligera desigualdad en el tiempo promedio de formación. Sin embargo, para evaluar adecuadamente esta brecha debe considerarse la edad de la población, pues las generaciones jóvenes pueden presentar condiciones distintas a las generaciones adultas.

En términos generales, un promedio cercano a nueve años equivale aproximadamente a la conclusión de la educación secundaria. Esto muestra que una proporción importante de la población enfrenta dificultades para continuar hacia la educación media superior y superior.

Los grupos de población joven, particularmente aquellos de entre 25 y 29 años, presentan los niveles promedio de escolaridad más elevados. Esta tendencia refleja una ampliación gradual del acceso educativo entre las generaciones recientes.

Dinámica educativa

La integración de Amozoc con la Zona Metropolitana de Puebla amplía las posibilidades de acceder a instituciones de educación media superior, superior y capacitación técnica ubicadas fuera del municipio.

No obstante, esta relación también genera desplazamientos diarios de estudiantes hacia Puebla y municipios vecinos. La calidad de los caminos, disponibilidad de transporte y tiempos de recorrido influyen directamente en la continuidad escolar.

El crecimiento poblacional de Amozoc ha incrementado la demanda de aulas, docentes, transporte escolar y equipamiento. En las zonas periféricas, la expansión habitacional puede superar temporalmente la capacidad de la infraestructura educativa existente.

Los estudiantes de localidades alejadas pueden depender de transporte público, vehículos familiares o recorridos peatonales para llegar a los planteles. Las deficiencias viales, congestionamientos y afectaciones por lluvias pueden incrementar los tiempos y costos de traslado.

Cuautinchán

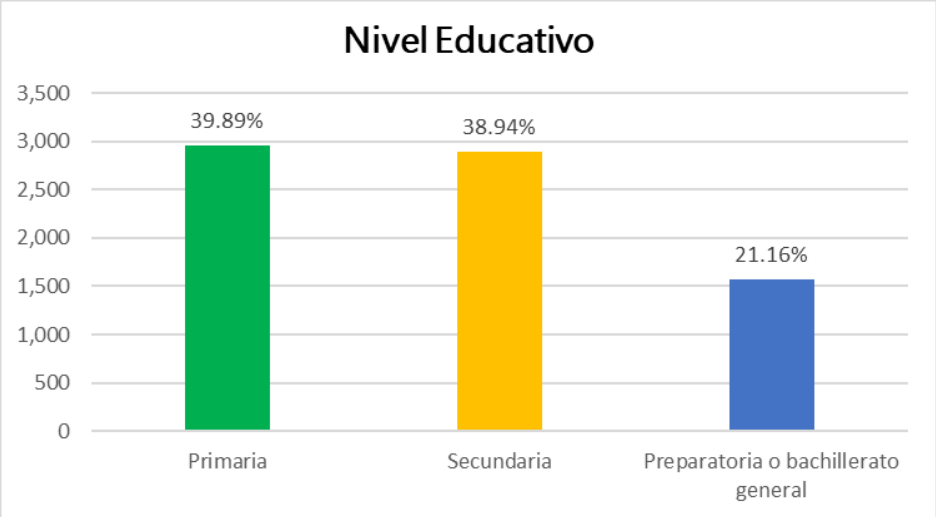
La infraestructura educativa de Cuautinchán se encuentra integrada principalmente por planteles de preescolar, primaria, secundaria y educación media superior, distribuidos entre la cabecera municipal y sus principales localidades.

En las comunidades rurales funcionan escuelas de educación básica y telesecundarias que atienden a la población local. Para cursar niveles especializados o estudios superiores, una parte de los habitantes debe trasladarse hacia Amozoc, Puebla u otras cabeceras municipales.

La dispersión de la población representa uno de los principales retos para la prestación de servicios educativos. Algunas localidades cuentan con una población escolar reducida y se encuentran separadas por distancias que requieren transporte.

Nivel educativo alcanzado

De acuerdo con la información de 2020, los principales niveles académicos alcanzados por la población de Cuautinchán fueron primaria, secundaria y preparatoria o bachillerato general.



La primaria y secundaria concentraron conjuntamente alrededor del 72.7 % de la población considerada en esta distribución. Esto indica que la educación básica constituye el nivel predominante.

La población con preparatoria o bachillerato general representó aproximadamente el 19.5 %. La participación disminuye en los niveles técnicos y superiores, lo que puede relacionarse con la disponibilidad limitada de instituciones y con la necesidad de trasladarse fuera del municipio.

La elevada proporción de población infantil identificada en el análisis demográfico genera una demanda constante de espacios educativos, docentes, transporte y caminos seguros. Aproximadamente una tercera parte de la población municipal tenía menos de 15 años en 2020.

Accesibilidad educativa

La ubicación de los planteles condiciona los desplazamientos de estudiantes. En las localidades rurales, los caminos y puentes son esenciales para acceder a escuelas de nivel secundaria y medio superior.

Durante la temporada de lluvias, el deterioro de las vialidades, el aumento de escurrimientos y las limitaciones en los cruces pueden dificultar o interrumpir temporalmente el traslado hacia los planteles.

Las dificultades de transporte pueden contribuir al ausentismo, retrasos y abandono escolar, especialmente entre estudiantes que deben recorrer distancias largas o depender de un número reducido de rutas.

El mejoramiento de la conectividad puede reducir tiempos de traslado y facilitar el acceso a una mayor oferta educativa. Sin embargo, debe complementarse con disponibilidad de transporte, condiciones de seguridad y capacidad suficiente en los planteles.

Relación regional de los servicios educativos

Amozoc presenta una mayor concentración de población, planteles y servicios, mientras que Cuautinchán conserva una infraestructura distribuida entre localidades rurales.

Esta diferencia genera una relación funcional entre ambos municipios y la ciudad de Puebla. Una parte de la población de Cuautinchán puede trasladarse hacia Amozoc o Puebla para acceder a educación media superior, formación técnica y educación superior.

La movilidad educativa no se limita a estudiantes. También comprende el desplazamiento de docentes, personal administrativo, materiales, alimentos y servicios de mantenimiento.

La infraestructura vial permite mantener la continuidad de estos desplazamientos. Cuando un camino presenta interrupciones, las afectaciones pueden extenderse a varias localidades y niveles educativos.

III.4.3.4 Salud

El análisis del componente salud permite conocer las condiciones de acceso de la población a servicios médicos, seguridad social, infraestructura sanitaria y atención preventiva. También permite identificar limitaciones territoriales que pueden dificultar la atención de emergencias o el traslado hacia hospitales.

Para el proyecto, este componente resulta relevante porque las condiciones de las vialidades influyen en el desplazamiento de ambulancias, personal médico, pacientes y habitantes que requieren acceder a unidades de salud. Durante la construcción también deberán prevenirse riesgos para trabajadores y población cercana.

Es importante diferenciar entre afiliación, acceso efectivo y carencia por acceso a los servicios de salud. Una persona puede estar afiliada a una institución y, aun así, enfrentar dificultades relacionadas con distancia, disponibilidad de personal, medicamentos, horarios o capacidad de atención.

Amozoc

El municipio de Amozoc forma parte de la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala y cuenta con unidades de consulta externa, centros de salud, consultorios privados y servicios vinculados con instituciones públicas.

La población también puede trasladarse hacia la ciudad de Puebla para recibir atención hospitalaria general, especializada y de urgencias. La cercanía metropolitana amplía la oferta disponible, pero genera desplazamientos frecuentes y dependencia de la infraestructura vial.

Carencia por acceso a servicios de salud

De acuerdo con la información municipal de la Secretaría de Bienestar, elaborada con datos de la medición multidimensional de la pobreza de CONEVAL 2020, aproximadamente 45,072 personas, equivalentes al 35.3 %, presentaban carencia por acceso a los servicios de salud.

Estos datos no representan a las personas que "contaban con acceso", como actualmente dice el documento, sino a quienes presentaban una carencia social.

La carencia por acceso a servicios de salud indica que la población no se encontraba afiliada o inscrita a una institución que le permitiera recibir atención médica en los términos definidos por CONEVAL.

El porcentaje muestra que aproximadamente una de cada tres personas presentaba esta carencia en 2020. Esta condición incrementa la dependencia de centros de salud públicos, consultorios privados de bajo costo, consultorios anexos a farmacias y atención mediante pago directo.

Seguridad social

La carencia por acceso a la seguridad social afectaba aproximadamente a 81,831 personas, equivalentes al 64 % de la población considerada por la fuente.

La seguridad social incluye mecanismos de protección asociados con servicios médicos, incapacidades, riesgos de trabajo, pensiones y otras prestaciones laborales. Su ausencia se encuentra relacionada frecuentemente con empleo informal, trabajo por cuenta propia y actividades sin afiliación institucional.

La elevada proporción de población sin seguridad social implica una mayor dependencia de los servicios proporcionados por la Secretaría de Salud y de esquemas de atención no vinculados con una relación laboral formal.

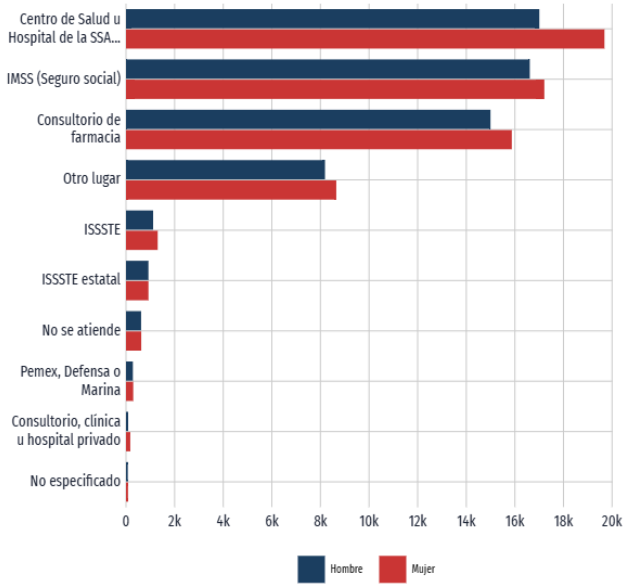


Imagen 37. **Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo (2020)**

Acceso territorial

La distribución de la población y expansión urbana pueden producir diferencias en el acceso. Las localidades y colonias cercanas a la cabecera municipal cuentan con mayor proximidad a consultorios y unidades médicas, mientras que los sectores periféricos pueden requerir recorridos más largos.

La conexión con Puebla permite acceder a hospitales con mayor capacidad resolutiva. Sin embargo, el traslado depende de las condiciones del tránsito, transporte público y vialidades.

En situaciones de emergencia, los tiempos de recorrido pueden ser determinantes. El congestionamiento, deterioro de caminos o interrupción de cruces puede retrasar la llegada de ambulancias y el traslado de pacientes.

Cuautinchán

En Cuautinchán, los servicios médicos son proporcionados principalmente mediante unidades de primer nivel y casas de salud distribuidas entre la cabecera municipal y algunas localidades.

La atención de primer nivel comprende actividades preventivas, vacunación, consulta general, control prenatal, seguimiento de enfermedades crónicas, planificación familiar y promoción de la salud.

La infraestructura municipal presenta una capacidad más limitada para resolver urgencias complejas, cirugías o padecimientos que requieren atención especializada. En estos casos, la población debe trasladarse hacia Amozoc, Tepeaca, Puebla u otros centros regionales.

Lugares de atención utilizados

De acuerdo con los datos incluidos en el documento, los principales lugares a los que acudió la población de Cuautinchán para recibir atención médica en 2020 fueron:

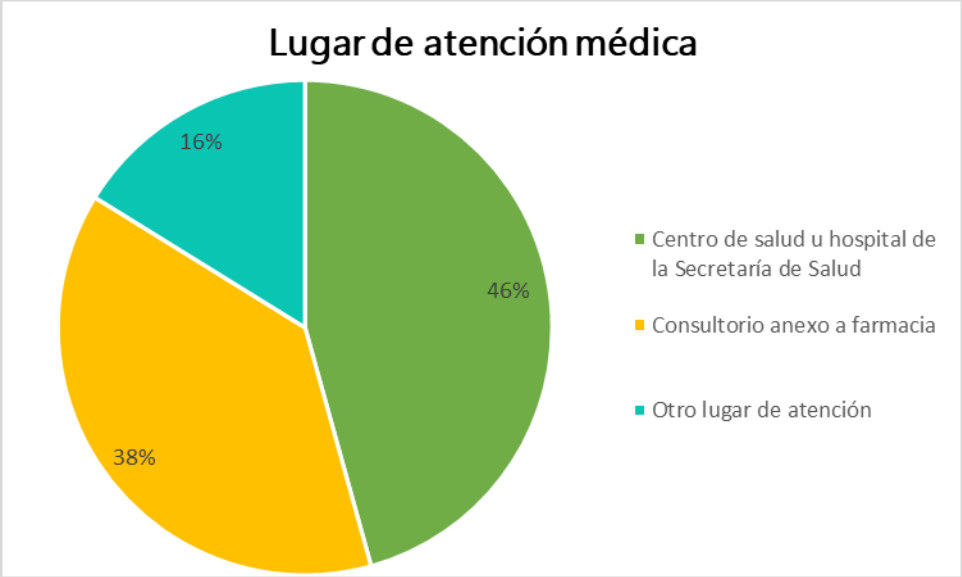


Imagen 38. **Lugares de atención médica utilizados en el municipio de Cuautinchán.**

Los centros y hospitales de la Secretaría de Salud constituyeron la principal opción, al atender aproximadamente a 5,250 personas.

Los consultorios anexos a farmacias fueron utilizados por aproximadamente 4,380 personas. Su elevada participación puede relacionarse con disponibilidad inmediata, cercanía, horarios amplios y costos relativamente accesibles.

La categoría "otro lugar" comprendió alrededor de 1,860 personas. Para interpretar adecuadamente esta cifra deberá consultarse la clasificación completa de la fuente, ya que puede incluir consultorios particulares, curanderos, atención domiciliaria u opciones no especificadas.

Las cifras representan opciones declaradas de atención y no necesariamente el número de personas afiliadas. Por ello, no deben sumarse o interpretarse automáticamente como cobertura institucional.

Acceso a atención especializada

La población que requiere servicios de segundo y tercer nivel debe desplazarse hacia centros urbanos con hospitales generales o especializados.

Los servicios de segundo nivel incluyen hospitalización general, cirugía, pediatría, ginecología, obstetricia y atención de urgencias. El tercer nivel comprende procedimientos y especialidades de mayor complejidad.

La cercanía relativa con la Zona Metropolitana de Puebla amplía las posibilidades de atención, pero también implica tiempos y costos de traslado. Las localidades rurales alejadas de las principales vialidades presentan mayores dificultades.

La disponibilidad de caminos funcionales es especialmente importante para mujeres embarazadas, personas adultas mayores, pacientes con enfermedades crónicas, personas con discapacidad y habitantes que requieren tratamientos periódicos.

Durante la temporada de lluvias, el deterioro de caminos y el aumento de los escurrimientos pueden dificultar los traslados. Los puentes y cruces constituyen puntos críticos para mantener la continuidad de las rutas.

Condiciones regionales de salud

Amozoc dispone de una mayor concentración de población y servicios, mientras que Cuautinchán depende principalmente de unidades de primer nivel y de traslados hacia municipios con mayor infraestructura.

Esta relación genera desplazamientos frecuentes por consultas, estudios, tratamientos, compra de medicamentos y atención de emergencias. La infraestructura vial conecta a las localidades rurales con las unidades médicas municipales y metropolitanas.

Las condiciones de pobreza, empleo informal y falta de seguridad social pueden limitar la capacidad de la población para cubrir gastos de transporte, medicamentos y atención privada.

La accesibilidad no depende únicamente de la presencia física de una unidad médica. También intervienen el estado de los caminos, disponibilidad de transporte, distancia, tiempo de recorrido y condiciones de seguridad.

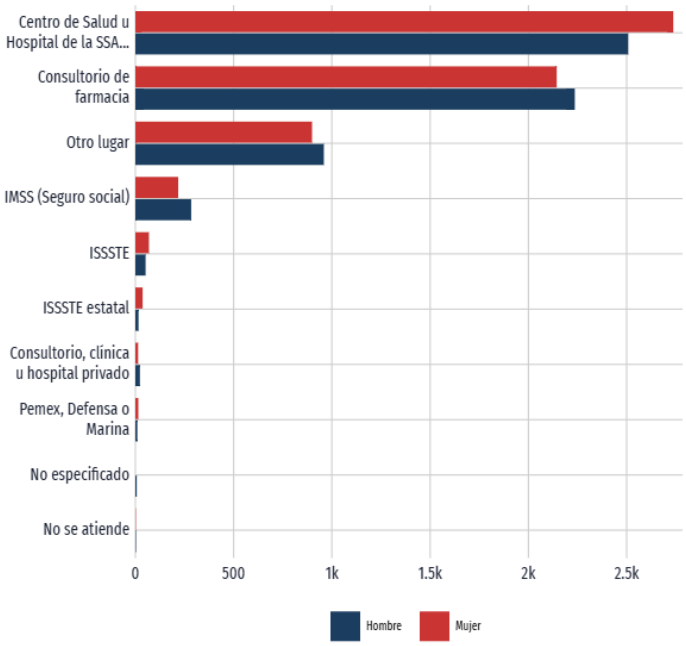


Imagen 39. **Distribución de personas afiliadas a servicios de salud por sexo (2020)**

III.4.3.5 Actividades Productivas

Amozoc

El municipio de Amozoc, cuenta diversas fuentes de ingreso las actividades económicas más relevantes es la industria manufacturera, comercio al por mayor y comercio al por menor. Sin embargo, también se

dedican a la agricultura, pues cuenta con cultivos n grano como el maíz, frijol, hab y trigo, y algunos frutos como capulín, durazno y pera; dentro de la producción ganadera realizan la cría de bovino para carne y leche, porcino, caprino y ovino.

Dentro de su mayor actividad productiva es la industria, el municipio se desarrolla la actividad industrial, principalmente la industria textil, mueblerías, industrias químicas con la fabricación de plástico y hule, industrias metálicas básicas como equipo eléctrico y electrónico.

La población económica activa del municipio es del 55.3% y el 44.7% corresponde a la población económicamente inactiva; dentro de las actividades económicas por sector se cuenta con una población ocupada del 96.8% distribuidas dentro del sector primario, secundario, y terciario.

Tabla 23. Clasificación de la Actividad productiva del municipio de Amozoc.

SECTOR	Actividad productiva	Porcentaje (%)
Primario	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	12.3
Secundario	Minería, industria manufacturera, electricidad y agua, y construcción	51.6
Terciario	Comercio, turismo y servicios. de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros	32.9

Cuautinchán

La economía municipal se sustenta principalmente en actividades del sector primario. La agricultura constituye la actividad económica predominante, destacando el cultivo de maíz, frijol, trigo, haba, forrajes y frutales de clima templado como por ejemplo duraznos y ciruela. La ganadería representa una actividad complementaria importante mediante la cría de bovinos, ovinos, caprinos, porcicultura y crianza de aves.

El sector secundario está representado por pequeñas industrias de transformación, talleres de manufactura, producción de materiales para la construcción y actividades relacionadas con la explotación y transformación de mármol y ónix, recursos que históricamente han caracterizado al municipio. A lo largo de los años el sector industrial también ha tenido presencia dentro del municipio, actualmente se encuentra una planta cementera y una empresa dedicada a la fabricación y exportación de muebles de madera.

Por su parte, el sector terciario se integra por establecimientos comerciales y de servicios orientados a satisfacer las necesidades de la población local y de los municipios vecinos.

De acuerdo con la estructura económica municipal, aproximadamente el 61.6% de la actividad productiva corresponde al sector primario, 23.9% al sector secundario y 10.9% al sector terciario.

Tabla 1. Clasificación de la Actividad productiva del municipio de Cuautinchán

SECTOR	Actividad productiva	Porcentaje (%)
Primario	Agricultura, ganadería, porcicultura y crianza de aves	61.6
Secundario	Industria manufacturera, producción de materiales, explotación y transformación de mármol y ónix	23.9
Terciario	Comercio, turismo y servicios. de transporte, comunicación, profesionales, financieros, sociales, gobierno y otros	10.9

III.5 PAISAJE

El concepto de paisaje está referido fundamentalmente a la imagen de un área o territorio determinado, ya sea rural, urbano, acuático, atmosférico, o a una situación combinada entre estos. El paisaje comunica a través de su imagen una información sobre la constitución de sus elementos a través de la trasformación de la energía y la materia en el tiempo y en el espacio, causada por la evolución natural y por la intervención del hombre (Pérez, 2011).

El paisaje se identifica como conjunto de interrelaciones derivadas del vínculo geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Es una herramienta útil para establecer estrategias y directrices relevantes dentro de un área de estudio.

Su análisis permite identificar elementos importantes respecto a la situación actual y antecedentes de desarrollo de la región. Es un indicador que muestra tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y fragmentación del hábitat. El observador genera un paisaje a partir de la percepción del terriotrio, por lo tanto pasa a ser una realidad física experimentada condicionada por la percepción.

Para evaluar el paisaje existen diferentes métodos, en este apartado se realizó una caracterización y evaluación del paisaje según el método de la perspectiva introducida del Estudio del Paisaje Visual o Percibido. En este método, el observador mantiene un rol preponderante desde el propio terreno de observación y centrado en la percepción del territorio visual; para esta línea de trabajo se considera al paisaje como: *el área de la superficie terrestre, en donde los diferentes componentes naturales como geología, litología, relieve, clima, aguas, suelos, vegetación y fauna, tanto en estado natural como modificados, se encuentran en estrecha interacción formando un sistema integrado que produce servicios, recursos naturales, sitios de vida, actividad humana y que además, son fuente de valores estéticos y culturales* (Muñoz-Pedreros, 2004).

En el caso de este estudio, el paisaje se determinó dentro del área del proyecto y su Sistema Ambiental, en la cuenca visual y su evaluación a partir de lo siguiente:

- Delimitación de Unidades de Paisaje: determinadas por diversos factores como relieve, vegetación, rocas, entre otros factores, los cuales, a partir de sus características fisiográficas y componentes como forma, textura y color, son delimitados.
- Análisis, evaluación y calidad de las cuencas visuales: las cuencas son miradores naturales o áreas visualmente percibidas a partir de las cuales se estableció su valor escénico y su grado de vulnerabilidad ante las intervenciones relacionadas con el proyecto

III.5.1.1 DELIMITACIÓN DE UNIDADES DE PAISAJE (UP)

La unidad de paisaje es una herramienta conceptual y metodológica derivada de la consideración del paisaje como sistema territorial complejo y vinculada a la necesidad de establecer una lectura científica del territorio; nace de la exigencia de dar respuesta a los desafíos operativos de la planificación territorial.

Para la delimitación de las Unidades de Paisaje (UP) se consideraron las características fisiográficas del terreno, el tipo de cobertura vegetal, el grado de intervención antrópica, la estructura visual del paisaje y la información obtenida durante los recorridos de campo. Como resultado se identificaron tres unidades de paisaje que presentan condiciones relativamente homogéneas desde el punto de vista ecológico y escénico.

La delimitación de las Unidades de Paisaje, se realizó mediante los recorridos de campo realizados en el área de estudio, las características fisiográficas del terreno, la identificación e interpretación de la cobertura vegetal existente y el grado de perturbación antrópica. Los elementos de cada unidad de paisaje se identifican y refinen por rasgos esenciales y su distribución espacial.

UP-1. Unidad de Ribera. Esta unidad corresponde al cauce y sus márgenes, que constituyen un elemento predominante visual localizado en el área del proyecto. Estos escurrimientos se extienden a superficies

destinadas a actividades pecuarias, siendo una predominante visual del paisaje. La presencia del escurrimiento superficial se acompaña por vegetación herbácea, arbustiva y algunos elementos arbóreos asociados a las condiciones de humedad del sitio, el cual contrasta respecto a las áreas transformadas que lo rodean. No obstante, la calidad de la unidad se ve condicionada por el grado de conservación de la vegetación ribereña y la presencia de residuos encontrados en el área, así como erosión de las márgenes y otros procesos de alteración derivado de actividades humanas.

La unidad de ribera presenta especial relevancia visual, debido a que el puente se establecerá transversalmente sobre el cauce, generando una modificación puntual de la continuidad visual de esta unidad, sin embargo, al tratarse de una infraestructura lineal la afectación sobre la visibilidad general de la unidad se considerará localizada.

UP-2. Unidad agrícola-pastizal. Esta unidad se comprende por medio de terrenos agrícolas, zonas urbanas, así como pastizales inducidos que son consecuencia de actividades antrópicas. La ausencia de elementos arbóreos continuos y la continuidad de los pastizales inducidos, permite una mayor profundidad visual y distinción de cada superficie, viendo así, una estructura homogénea con predominio de vegetación herbácea, reflejando un paisaje transformado respecto a las condiciones naturales originales.

Se encuentran distribuidas parcelas destinadas a cultivos de maíz cuya productividad depende de la precipitación y cuerpos de agua naturales o artificiales dentro de la región ecológica. La unidad representa una estructura que involucra variaciones de color y cobertura dependiendo de la etapa del ciclo agrícola. La presencia de varias superficies de cultivos distribuidas separadamente, evidencia un uso productivo de la región ecológica y constituye una transición entre las áreas de mayor transformación y las áreas de vegetación arbustiva.

UP-3. Vegetación Arbustiva Asociada al Bosque de Encino. Corresponde a superficies donde predominan especies arbustivas y vegetación secundaria derivada de procesos naturales y actividades humanas previas. Esta unidad funciona como una zona de transición y delimitación entre las áreas conservadas, los terrenos agrícolas y las zonas urbanizadas. Es encontrada en sectores de menor intervención y se identifican como remanentes de la vegetación original, constituyendo los elementos de mayor complejidad estructura y naturalidad dentro del paisaje. Estos remanentes funcionan como un elemento de contraste frente a las superficies de pastizal y agricultura, contribuyendo a incrementar la heterogeneidad meramente rural del paisaje. Esta es la unidad con mayor grado de transformación antrópica debido a las actividades pecuarias y desarrollo urbano que han tenido las localidades en los últimos años.

III.5.2.2 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE CUENCAS VISUALES

La cuenca visual se define como el área perceptible desde una posición determinada o un conjunto de puntos que construyen un área de interés concordante con los objetivos del estudio. La evaluación de cuencas visuales considera los sitios de exposición ante las actividades del proyecto, es decir áreas que se expondrán al impacto directo desde el punto de vista de afectación paisajística.

Para la elección de los puntos de observación de cuencas visuales se consideraron dos criterios: la distancia, ya que a medida que aumenta ésta la calidad de la percepción visual disminuye, y la existencia de áreas de concentración visual, que son puntos de visualización o miradores. De acuerdo con esto se identificaron 5 puntos de observación.

El análisis de cuencas visuales se realizó considerando la topografía local, la cobertura vegetal existente, la infraestructura presente y los puntos de observación potenciales dentro y fuera del predio.

La visibilidad del proyecto se encuentra conformada principalmente por pastizales y grandes superficies dedicadas al cultivo de maíz; las zonas se encuentran fraccionadas por la presencia de remanentes de vegetación arbórea y arbustiva asociada al bosque de encino, limitada por la zona urbana y los predios destinados a la oferta inmobiliaria.

Las zonas con cobertura vegetal conservada se encontraban más alejadas del sitio del proyecto, sin embargo, cada cuenca contaba con la presencia de actividades antrópicas y áreas perturbadas destinadas a cultivos o a construcciones inmobiliarias.

SITIO	DESCRIPCIÓN
	Cuenca visual 1 Se observa una cuenca predominantemente rural, con elevación de relieves suaves a moderado cubierta principalmente por vegetación herbácea y arbustiva, con presencia dispersa de elementos arbóreos. Se identifican viviendas e infraestructura de baja densidad, así como caminos que atraviesan el paisaje. La combinación de superficies abiertas, vegetación y relieve genera una escena con amplitud visual moderada. La presencia de asentamientos humanos evidencia una transformación del entorno, aunque se conservan elementos naturales que mantienen visible una región rural.
	Cuenca visual 2 En esta cuenca predomina un paisaje con actividades agropecuarias con superficies de cultivo intercaladas con áreas de vegetación herbácea y arbustiva. Al fondo destaca una elevación de pendiente suave, parcialmente cubierta por vegetación, que funciona como elemento de cierre visual. Se observa infraestructura habitacional dispersa y caminos rurales. La presencia de diferentes coberturas y texturas, genera un contraste propio de una región rural media, aunque el predominio de superficies agrícolas refleja un grado importante de transformación del paisaje.

SITIO	DESCRIPCIÓN
	Cuenca visual 3 El principal elemento focal de la cuenca es la presencia de un cuerpo de agua cubierto por lirio acuático *(Eichhornia crassipes)*. En los alrededores del cuerpo de agua se observan superficies de vegetación herbácea y arbustiva, así como áreas abiertas asociadas a actividades agropecuarias. El relieve presenta lomeríos y pendientes suaves que permiten una percepción relativamente amplia del paisaje. La presencia del componente hídrico incrementa el contraste de color, textura y forma, aportando diversidad y calidad visual a la cuenca, sin embargo, la transformación del entorno por actividades productivas y la presencia de vegetación asociada a ambientes intervenidos reflejan la modificación del paisaje natural.
	Cuenca visual 4 En esta cuenca se observa la predominancia de superficies de vegetación arbustiva y secundaria asociada a bosque de encino distribuidas sobre un relieve de lomeríos. La vegetación presenta una estructura relativamente continua en determinados sectores, generando masas de color y textura que contrastan con las áreas abiertas. En el horizonte se distinguen elevaciones montañosas, aunque se observan también zonas transformadas y elementos asociados a actividades humanas. La cobertura vegetal es el componente dominante de la escena.
	Cuenca visual 5 Se observa un paisaje predominantemente abierto dominado por pastizal inducido y vegetación herbácea, con presencia dispersa de individuos arbustivos y arbóreos. Destaca un camino de terracería que funciona como elemento lineal y conectividad del territorio, donde se encuentran terrenos para futuras construcciones de condominios habitacionales que provocaran demanda en la infraestructura vial de la zona.

III.5.2.3 CALIDAD VISUAL

La calidad visual del paisaje fue evaluada considerando la diversidad de la cobertura vegetal, el grado de conservación del entorno, la presencia de elementos naturales relevantes, la configuración topográfica y el nivel de intervención antrópica existente.

La región ecológica presenta una calidad visual media-baja, debido a la presencia de un mosaico heterogéneo conformado por superficies propias de una región rural como pastizal inducido, agricultura de temporal y remanentes de vegetación secundaria de bosque de encino, además de elementos asociados al relieve, cuerpos de agua, caminos y asentamientos humanos dispersos.

La calidad visual, se encuentra condicionada por la transformación del territorio derivada de las actividades agropecuarias, el establecimiento de pastizales inducidos, la apertura de caminos y la presencia de infraestructura y asentamientos humanos. Se mantiene una calidad visual moderada, con sectores de mayor valor escénico asociados a la presencia de vegetación y cuerpos de agua, y otros de menor calidad visual donde predominan superficies productivas y elementos antrópicos.

La evaluación visual busca establecer el valor escénico intrínseco del paisaje en estudio y el grado de vulnerabilidad que presenta éste a las características del proyecto.

Para llegar a evaluar la calidad visual del paisaje (CVP), se tienen que considerar distintos factores que lo componen:

Tabla 2. Factores ambientales para evaluar.

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta-Valor 5	**Alta-Valor 4**	**Media- Valor 3**	**Baja-Valor 2**	**Muy baja- Valor 1**
GEOMORFOLOGÍA	Relieve muy montañoso marcado y prominente, con riscos, cañadas, cañones, o bien, relieve de gran variedad superficial o sistema de dunas o presencia de algún rasgo muy singular.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, poco o ningún detalle singular.	Relieve suave, pero sin formar un valle en toda su extensión. Se muestran algunos lomeríos suaves, depresiones o formaciones rocosas esporádicamente.	Relieve muy bajo formando extensas planicies, pero sin depresiones, cañones o cañadas que le agreguen un mayor atractivo visual.
CUBIERTA VEGETAL	Gran variedad de ecosistemas con especies altamente llamativas, formas, textura y coloración interesantes. Cubierta vegetal sin alteración antrópica.	Uno o más ecosistemas, pero con especies vegetales interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra aparentemente inalterada.	Solo un tipo de comunidad vegetal, pero con formaciones y crecimiento de las especies vegetales que resultan interesantes visualmente. La cubierta vegetal se muestra ligeramente alterada.	Presencia de uno o varios tipos de ecosistemas con o sin formaciones interesantes en sus especies vegetales, pero con su cubierta vegetal considerablemente alterada.	Ausencia de vegetación autóctona o una gran parte de la superficie visual se encuentra desprovista de vegetación restándole casi en su totalidad la calidad del paisaje.

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta-Valor 5	**Alta-Valor 4**	**Media- Valor 3**	**Baja-Valor 2**	**Muy baja- Valor 1**
FAUNA	Presencia visual o auditiva de fauna de forma permanente en el lugar. Especies altamente llamativas. Alta riqueza de especies.	Mediana presencia de fauna con valor visual y auditivo que aumenta la calidad del paisaje	Baja abundancia (aunque constante) de fauna llamativa visual o auditivamente.	Presencia esporádica de fauna en el lugar. Especies poco vistosas, o baja riqueza de especies.	Ausencia visual o auditiva de fauna de importancia paisajística.
AGUA	Elemento que realza considerablemente la calidad visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y libre de contaminantes de origen antrópico.	Corrientes o cuerpos de agua de bajo orden (pequeños) que contrastan ligeramente con el paisaje. El agua se muestra limpia.	Corrientes y/o cuerpos de agua poco contrastantes. Sus aguas se muestran con elementos contaminantes que deterioran la calidad visual y olfativa del paisaje.	Corrientes o cuerpos de agua ausentes o poco perceptibles. Las aguas se encuentran altamente contaminadas restándole significativamente la calidad visual y olfativa al paisaje.
COLOR	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje.	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Mediana variedad de colores que contrastan armoniosamente en el paisaje.	Colores medianamente contrastantes, aunque con poca variedad.	Pocos colores presentes y de tonalidades apagadas. Muy bajo contraste entre colores.
FONDO ESCÉNICO	El paisaje circundante ejerce una muy alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una alta influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una mediana influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce una baja influencia positiva a la calidad visual.	El paisaje circundante ejerce muy baja influencia positiva a la calidad visual.
SINGULARIDAD O RAREZA	Alta singularidad y rareza a nivel regional. Hay una alta armonía y contraste entre los distintos elementos distintivos del paisaje.	Algo común en la región. Los elementos característicos del paisaje se tornan medianamente armoniosos.	Bastante común en la región, aunque a nivel local suele tornarse ligeramente heterogéneo.	Presenta singularidad solamente a nivel de algunos elementos que componen el paisaje inmediato, pero a nivel regional resulta casi como un paisaje homogéneo.	No presenta rareza o singularidad a nivel regional

Factores	Calidad de paisaje				
	Muy alta-Valor 5	**Alta-Valor 4**	**Media- Valor 3**	**Baja-Valor 2**	**Muy baja- Valor 1**
ACTUACIONES HUMANAS	Libre de intervención o modificación humana	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.

Se incluyen ocho factores representativos del paisaje visual; dichos factores presentan cinco criterios con características distintas de calidad para así disminuir el sesgo de sobre o subvaloración de algún factor. La ponderación de los factores se realiza desde un punto estratégico, tratando de cubrir el mayor alcance visual, esto, a consideración del propio ponderador. El ponderador, debe tener un conocimiento general en cada uno de los factores a evaluar con el objetivo de lograr conseguir una calificación adecuada.

Para categorizar estos valores, se generó una escala de calidad paisajística para calificar las condiciones de los sitios de muestreo y el área total.

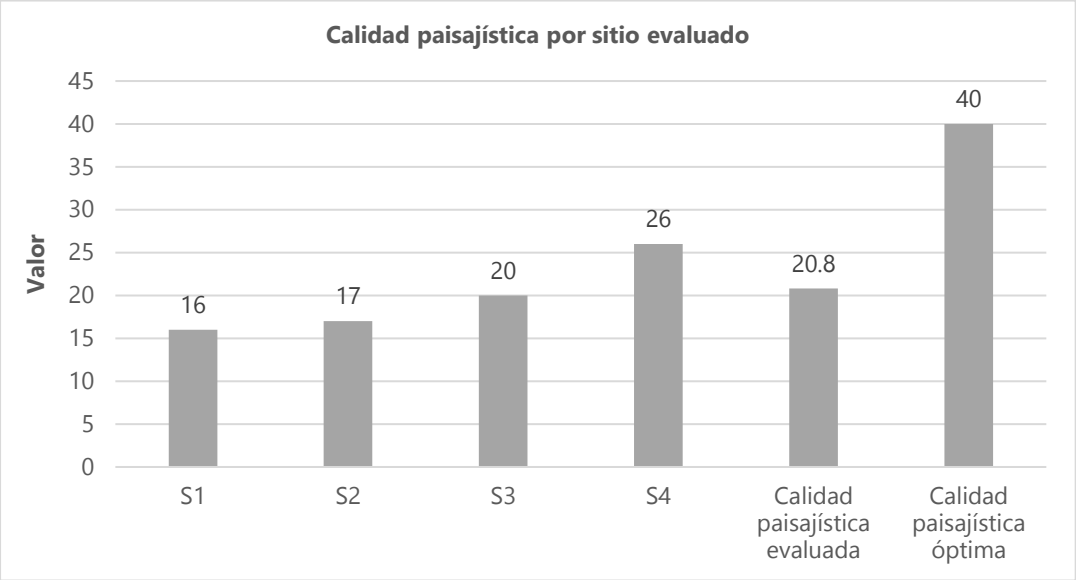
Tabla 1. Escala utilizada para evaluar la calidad visual.

Escala de calidad paisajística	
Muy alta	33.6 - 40
Alta	27.2 - 33.5
Media	20.8 - 27.1
Baja	14.4 - 20.7
Muy baja	8 - 14.3

Resultados de la evaluación aplicada para la calidad del paisaje. Se realizó la evaluación en 2 sitios del área del proyecto y en 2 sitios de la Región Ecológica:

Factor	Sitios evaluados				Calidad paisajística
	Área del proyecto / Área de influencia		Región Ecológica		
	S1	S2	S3	S4	
Geoformas	1	2	3	3	2.25
Vegetación	2	2	3	4	2.75
Fauna	2	2	3	3	2.5
Agua	2	2	2	4	2.5
Color	2	2	3	4	2.75
Fondo escénico	2	2	4	4	3
Singularidad o rareza	2	2	3	3	2.5
Actuaciones humanas	2	2	3	3	2.5
Calidad del paisaje por sitio	**16**	**17**	**20**	**26**	**20.8**
	Baja	Baja	Media	Media	Media

De acuerdo con la evaluación realizada, la calidad paisajística obtuvo un valor de 20.8, correspondiente a una categoría de calidad visual media. Las superficies correspondientes al área del proyecto y aquellas destinadas a actividades agrícolas presentan una calidad visual relativamente baja, debido al predominio de superficies modificadas, cultivos y elementos asociados al aprovechamiento antrópico del territorio. En contraste, las zonas que conservan una mayor cobertura de vegetación y aquellas asociadas al cuerpo de agua presentan una calidad visual alta, debido a la mayor diversidad de formas, texturas, colores y elementos naturales que aportan interés y estructura al paisaje.



En cuanto a los factores evaluados, de forma individual éstos también fueron valorados con una calidad ambiental baja-moderada, con un máximo de 4 puntos para los factores de vegetación y fauna y un máximo de 3 puntos para actuaciones humanas. Se observa usos de suelo de vegetación secundaria asociada a bosque encino, pastizal inducido para actividades pecuarias y asentamientos humanos. En cuanto a la fauna encontrada en el área del proyecto, se identificaron individuos de conejo de monte *(Sylvilagus cunicularius)* representativos de Bosque de encino. Se obtuvieron registros indirectos de cacomixtle norteño *(Bassariscus astutus)* y registros directos de caballo *(Equus ferrus caballus)*, ovejas *(Ovis arries)* y perros domésticos *(Canis familiaris);* así como avistamientos de aves nativas como Zopilote aura *(Cathares aura),* Chipe Gorra Canela Común *(Basileuterus rufifrons),* Papamoscas Jose María *(Contopus pertinax)*, entre otras; y herpetofauna endémica como rana manchada *(Lithobates spectabilis)*, culebra terrestre del centro *(Conopsis lineata)* lagartija espinosa de Collar (*Sceloporus torquatus*), y especie nativa como lagartija espinosa del mezquite (*Sceloporus grammicus*), siendo una la última una especie amenazada.

En el fondo escénico predominan lomeríos con pendientes suaves a moderadas cubiertos por vegetación arbustiva asociada al bosque de encino, los cuales conforman el elemento visual dominante del paisaje. En ciertas zonas la continuidad de la cobertura vegetal proporciona una imagen de alta naturalidad, aunque en algunos puntos de observación es posible identificar coberturas fragmentadas o elementos aislados, así como caminos de terracería y áreas de agricultura que representan elementos antrópicos puntuales.

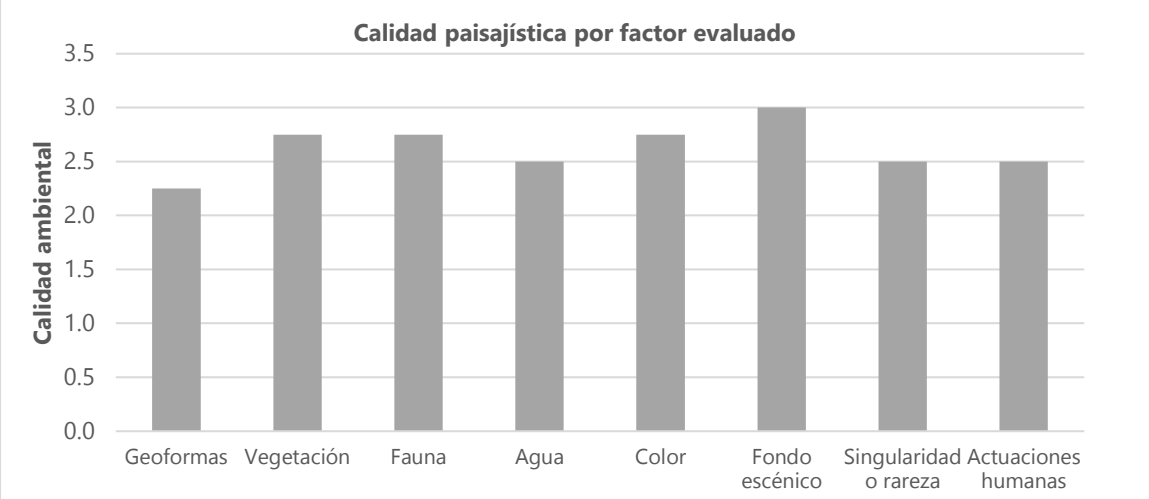




Imagen 1. Especies representativas de bosque de encino.

En este contexto, la región conserva elementos de importancia ecológica local, aun cuando éstos se encuentran inmersos en un territorio ampliamente aprovechado. La vegetación secundaria, los árboles y arbustos dispersos, así como los parches de cobertura vegetal remanente, contribuyen a mantener cierta variedad de estructuras rurales del paisaje, proporcionando sitios potenciales de refugio, alimentación y desplazamiento para fauna silvestre, además de participar en procesos como protección del suelo, retención de humedad, regulación del escurrimiento superficial y conectividad ecológica a escala local.








III.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Estado Actual de la Región Ecológica

La Región Ecológica presenta una cobertura vegetal influenciada por la Sierra de Amozoc que representa parte de la estructura arbórea y cobertura original de la región. La delimitación de RE (Región Ecológica) se compone por una superficie de 2701.244 hectáreas; esta delimitación comprende las unidades ambientales que mantienen una relación funcional con el área de intervención del proyecto considerando aspectos relacionados con la hidrología, cobertura vegetal, características fisiográficas, usos del suelo, conectividad ecológica y presencia de actividades antropogénicas.

En estas áreas se distribuyen pastizales inducidos establecidos para actividades pecuarias o como resultado de la modificación de la cobertura vegetal original, aun así, se identifican fragmentos de bosque encino que representan esta cobertura original mencionada.

Conforme a lo mencionado en el apartado anterior, actualmente se observa un paisaje con un grado importante de transformación derivado principalmente de las actividades agropecuarias, particularmente de la agricultura de temporal anual y la ganadería. Esta condición se encuentra estrechamente relacionada con la dinámica productiva de las localidades del entorno, donde las actividades agrícolas constituyen un componente importante de la relación de la población con el territorio. El proyecto se localiza en una zona

de transición entre áreas rurales, agrícolas y sectores con vegetación secundaria, siendo un punto de cruce estratégico entre las localidades aledañas y rutas comerciales.



Imagen 2. Cultivos de maíz en la localidad de Santa Cruz Alpuyeca.



Imagen 3. Zona urbana con presencia de pastizal inducido y fragmentaciones arbustivas.

En los puntos de muestreo se observó predominancia de superficies de cultivo, pastizales y áreas con vegetación secundaria arbustiva de bosque encino, dentro de la cual permanecen elementos arbóreos y arbustivos asociados con las comunidades de encino identificadas en la cartografía ambiental utilizada para el proyecto. Las fotografías obtenidas durante el trabajo de campo muestran que la presencia de los ejemplares arbóreos y arbustivos en su mayoría, no se presentan de manera uniforme ni como una masa forestal continua en toda la región, sino que se encuentra distribuida en agrupaciones, individuos aislados y parches intercalados con terrenos agrícolas y áreas de pastoreo.

Esta condición es relevante para interpretar el estado ecológico de la región, debido a que la presencia actual de vegetación secundaria asociada a encino puede entenderse como parte de un paisaje sometido a procesos históricos de transformación, sucesión vegetal y crecimiento urbano. En este sentido, la condición observada en campo corresponde a un mosaico en el que coexisten remanentes de vegetación, comunidades secundarias y superficies destinadas a actividades productivas.



Imagen 4. Remanentes de vegetación y pastizales que funcionan como parches de vegetación.

Durante los recorridos, se observan superficies destinadas a la venta y construcción de condominios habitacionales debido a la oferta inmobiliaria de la zona, el desarrollo y crecimiento urbano que se ha registrado durante los últimos años en los municipios de Amozoc y Cuautinchán; este crecimiento demográfico induce a una mayor demanda de zonas habitacionales concentrándose cercanamente a las áreas naturales, lo que ha consumido zonas naturales y aumentado la demanda de infraestructura vial para mejorar las vías de comunicación.



Imagen 5. Terrenos destinados a la construcción de condominios habitacionales.

Dentro de los recorridos, se identificó un componente hidrológico relevante para el diagnóstico ambiental de la región: un cuerpo de agua asociado al riego y abrevadero de ganado que constituye un elemento de disponibilidad hídrica para las actividades agropecuarias circundantes. Durante los recorridos de campo se observó que la superficie de este cuerpo de agua presenta una cobertura considerable de lirio acuático (Eichhornia crassipes), especie de carácter invasor que se distribuye de manera extensa sobre el espejo de agua, dejando únicamente claros dispersos de agua libre.



Imagen 6. Cuerpos de agua dentro de la región ecológica.

Grado de conservación de la región ecológica

Con el objetivo de determinar las condiciones ambientales actuales de la Región Ecológica mediante el análisis integrado de sus componentes físicos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos identificados durante los recorridos en campo, en este apartado se busca establecer el grado de conservación, deterioro y vulnerabilidad ambiental del territorio, así como identificar las principales presiones y tendencias ambientales que condicionan su capacidad de respuesta ante las modificaciones derivadas del proyecto.

Se considera que la región ecológica presenta un grado de conservación moderado, entendido en términos de la conservación de sus coberturas vegetales, continuidad del hábitat y nivel de transformación del territorio.

La presencia extendida de agricultura de temporal y pastizales, la actividad ganadera y la oferta inmobiliaria, ha generado una transformación significativa de las condiciones originales del paisaje. Esta situación es congruente con la problemática ambiental identificada para el estado de Puebla, donde la conversión de superficies naturales a agricultura, las prácticas ganaderas, el crecimiento urbano y la falta de infraestructura que conecte los diferentes puntos urbanos, se reconocen entre las principales presiones.

La presencia de los elementos de vegetación secundaria asociada a encino, arboles y arbustos dispersos, indican que todavía existen componentes de cobertura vegetal capaces de aportar estructura y diversidad del paisaje, por lo cual, se considera como una región ecológica moderadamente transformada en el cual las funciones ecológicas originales han sido modificadas, pero donde aún permanecen componentes naturales.

La función de estos elementos arbóreos y arbustivos como elementos de conectividad, refugio y regulación de procesos ambientales debe considerarse particularmente cuando se encuentran próximos a cauces o corredores naturales. La fragmentación del paisaje puede dificultar el movimiento de fauna, por lo que la conservación de los elementos remanentes constituye un aspecto relevante dentro del ecosistema.

Fragilidad ambiental

El análisis de fragilidad ambiental de la región se realizó considerando los criterios principales: vegetación, hidrología y suelo, cuya integración permite identificar las zonas con mayor o menor capacidad de respuesta y recuperación frente a las presiones derivadas del uso y aprovechamiento del territorio. La fragilidad

ambiental está definida en función de la resistencia y resiliencia del ecosistema. Un cambio pequeño natural o un estímulo puede producir alteraciones que lleguen a ser irreversibles, mientras que en otros casos, el ecosistema puede soportar grandes cambios sin verse alterado de manera significativa.

Como resultado, la superficie total del área de estudio se distribuye en dos categorías: Fragilidad Media, con 2,480.78 ha (91.84% del total), y Fragilidad Alta, con 220.46 ha (8.16% del total).

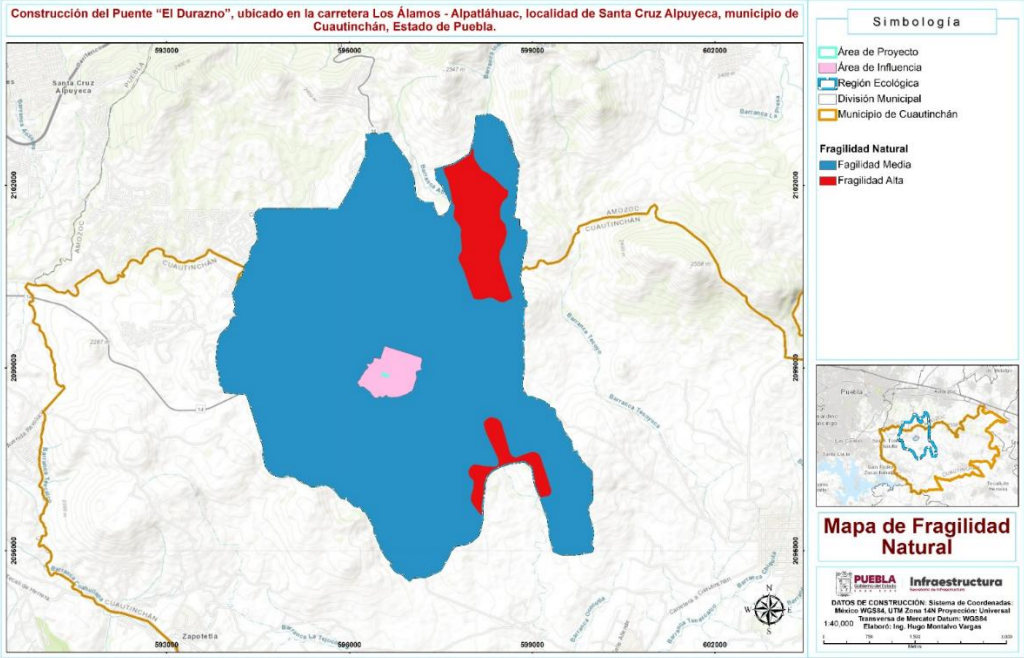


Imagen 7. Mapa de fragilidad ambiental en la región ecológica.

La Fragilidad Media es consistente con las condiciones observadas en campo dominada por agricultura de temporal, pastizales inducidos y áreas de uso pecuario, con remanentes fragmentados de vegetación secundaria que aportan elementos variados relacionados a una región rural y funciones ecológicas. La actividad agropecuaria genera presión constante sobre el suelo y cobertura, y respecto a la hidrología no muestra alteraciones críticas.

La Fragilidad Alta de menor extensión, se concentra en las zonas donde estos tres criterios convergen de forma más crítica, como es el caso del cuerpo de agua identificado en la región, específicamente en áreas naturales difícilmente de acceso.

Fragilidad Ambiental	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Fragilidad Media	2480.783545	91.83852724
Fragilidad Alta	220.4613677	8.161472757

III.6 PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN LA REGIÓN O REGIONES ECOLÓGICAS

El municipio de Amozoc y Cuautinchán implícitos dentro de la RE, han registrado un gran desarrollo poblacional e infraestructural durante los últimos años a raíz de la presencia de importantes vías de comunicación, como la carretera Federal Puebla - Tehuacán y las autopistas: Puebla - Veracruz, Puebla - Teziutlán y Puebla – Xalapa, que conectan al municipio con el resto del país, convirtiéndolo en un espacio estratégico para el establecimiento de áreas industriales.

A causa de lo descrito anteriormente, el municipio tuvo un crecimiento demográfico induciendo a una mayor demanda de zonas habitacionales, provocando una expansión acelerada y desordenada de la mancha urbana concentrándose tanto en la cercanía de las principales vías de comunicación como en las áreas naturales.

La transformación de la cobertura vegetal por actividades agropecuarias y crecimiento urbano constituyen actividades productivas estrechamente vinculadas con el territorio y representan una degradación sobre la vegetación natural y secundaria.

En el municipio se tienen pequeños cuerpos de agua perenne e intermitentes, aunque debido al crecimiento de la mancha urbana, algunos de ellos han desaparecido en el transcurso de los años. El proyecto se ubica sobre un cauce estacional con presencia de agua sin flujo superficial, sin embargo, durante la salida de campo fue observado seco a pesar de ser temporada de lluvias. La presencia de este cauce estacional dentro de la región con actividades agropecuarias, es relevante debido a los procesos de escurrimiento, infiltración y cobertura de suelo, así como uso para riego de cultivo y uso ganadero. Ciertas zonas del cauce se registraron con presencia de residuos sólidos urbanos producidos por los habitantes de la zona, mismos que son arrastrados causando daños en ecosistemas y riesgos de inundaciones.



Imagen 8. Cauce en zona del proyecto. Se observa presencia de residuos sólidos urbanos.

Como se mencionó anteriormente, el crecimiento urbano orientado a hacia las áreas naturales y la presencia de industrias dedicadas a la extracción de recursos de manera insostenible, ha consumido gran parte de los ecosistemas del municipio a través de la deforestación y degradación de los sitios, generando pérdida de las condiciones del hábitat como cambios en el agua, aire, suelos y paisajes naturales, dando como consecuencia una degradación de biodiversidad. Estos efectos en las áreas naturales e incremento en la contaminación impactan en la fauna y flora del lugar.



Imagen 9. Crecimiento urbano en dirección a áreas naturales.

La presencia de actividades ganaderas y predominio de agricultura de temporal ha sido una de las principales problemáticas ambientales, ya que se relaciona con la transformación y fragmentación del medio biótico de la zona, acompañada de posibles procesos de degradación edáfica y modificación del régimen de escurrimientos. A pesar de las modificaciones y zonas perturbadas presentes en la región, aún se conservan ciertos elementos ambientales de importancia ecológica local.

Cambio de vegetación y uso de suelo

La presencia de superficies agrícolas, pastizal inducido, áreas clasificadas como vegetación secundaria arbustiva de bosque encino y fracciones pequeñas de zonas urbanas, representan un cambio en el tipo de vegetación, que evidencia las actividades productivas de las localidades, las cuales han tenido participación significativa en la conformación del paisaje actual y de cambios en el medio biótico. Junto con esta información y los recorridos en campo, se reconoce que el territorio no se compone de un paisaje forestal continuo, sino de coberturas fraccionadas.

La transformación de las coberturas vegetales, manifiesta discontinuidad de los elementos arbóreos y arbustivos, por lo cual estas superficies con presencia de agricultura y pastizales, funcionan como separación entre la vegetación original, generando fragmentaciones en el paisaje, lo que indica áreas sometidas a diferentes grados de intervención humana. CONABIO reconoce precisamente al cambio de uso del suelo y a la presencia de áreas agrícolas, infraestructura y zonas urbanas como factores que pueden incrementar la fragmentación y reducir la conectividad entre fragmentos de vegetación.

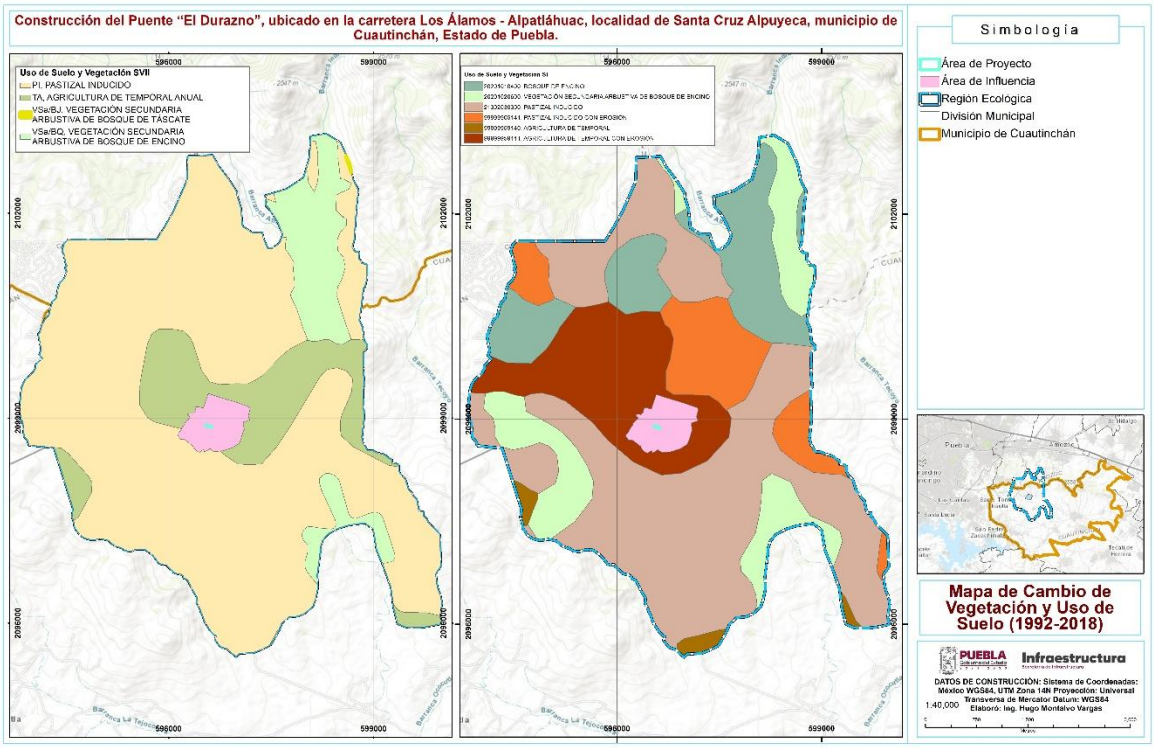


Imagen 10. Mapa de cambio de vegetación y uso de suelo desde el año 1992 hasta el año 2018.

	1997		2018	
Uso de suelo y vegetación	**Superficie (Ha)**	**Porcentaje**	**Superficie (Ha)**	**Porcentaje**
Pastizal inducido	1200.59	44.44	2047.75	75.8
Pastizal inducido con erosión	289.06	10.7	-	-
Agricultura de temporal anual	-	-	395.41	14.6
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Táscate	-	-	0.21	0.07
Vegetación Secundaria Arbustiva de Bosque de Encino	335.21	12.4	257.86	9.53
Bosque de encino	385.82	14.28	-	-
Agricultura de temporal	35.23	1.32	-	-
Agricultura de temporal con erosión	455.3	16.86	-	-
Total	**2701.21**	**100**	**2701.21**	**100**

Tabla 3. Comparación de cambio de uso de vegetación y uso de suelo del año 1997 al año 2018

Las áreas naturales han sufrido un decremento debido a la expansión urbana y cambio de uso de suelo. En el periodo del año 1992 al 2018, se perdieron 385 hectáreas de bosque de encino, lo que quiere decir que el municipio perdió 14.28% de las superficies con este tipo de vegetación; también ha aumentado la superficie destinada para pastizal inducido con un incremento de 847 hectáreas (31.36%). El acelerado cambio de uso de suelo se refleja en las pérdidas de zonas naturales y en el aumento de hectáreas para zonas agrícolas.

Se identifican fragmentos de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino que conservan parte de la estructura arbórea característica de la región, aunque presentan diferentes niveles de intervención derivados de actividades como el aprovechamiento forestal, el cambio de uso del suelo y la apertura de áreas para la producción agropecuaria e industria inmobiliaria.

Este análisis refleja un paisaje transformado por las actividades productivas desarrolladas durante varias décadas, donde la vegetación natural ha sido sustituida parcial o totalmente por usos agropecuarios, dando como resultado un sistema ambiental heterogéneo en el que predominan ambientes modificados por el ser humano, mientras que los remanentes de vegetación arbórea desempeñan un papel importante en la conservación de la biodiversidad, la regulación hidrológica, la protección del suelo frente a procesos erosivos y la conectividad ecológica.

III.7 Reporte general de incidencias del Proyecto y su AI

	Elemento del proyecto que incide	Superficie de incidencia (hectáreas)	% de incidencia respecto de la superficie total del proyecto
Uso de suelo y vegetación	Agricultura de temporal anual	0.142701	100
Áreas de importancia ambiental	-	-	-
Corrientes y cuerpos de agua	Corriente de agua intermitente	1.17924634	1.99
Ecosistemas relevantes	-	-	-
Otros (especificar)	-	-	-

Tabla 24. Elementos, superficie y porcentaje de incidencias dentro del proyecto.

En materia de uso de suelo y vegetación, se identifica una incidencia correspondiente a agricultura de temporal anual, con una superficie de 0.142701 ha, equivalente al 100 % de la superficie total del proyecto, indicando que el área donde se desarrollará el proyecto se encuentra actualmente asociada a terrenos con uso agrícola de temporal.

Respecto a las corrientes y cuerpos de agua, se registra la presencia de una corriente de agua intermitente, cuya superficie de incidencia corresponde a 1.17924634 ha, representando el 1.99 % de la superficie total del proyecto.

Por otra parte, dentro del área de incidencia del proyecto no se identificaron áreas de importancia ambiental ni ecosistemas relevantes de acuerdo con los elementos considerados en el presente análisis. Asimismo, en el rubro de otros elementos específicos no se reportaron incidencias adicionales.

La principal incidencia ambiental identificada corresponde al uso de suelo agrícola de temporal, mientras que la presencia de corriente de agua intermitente constituye el principal elemento hidrológico que deberá ser considerado en la ejecución del proyecto, mediante la implementación de las medidas preventivas y de protección ambiental mencionadas en apartados anteriores.

III.8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

* Agencia de Seguridad, Energía y Ambienta (ASEA), (2020). Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del Sector Hidrocarburos, modalidad Particular. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/789436/Gu_a_MIA-P.pdf
* Atlas Nacional de Riesgos (2026) http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Puebla&CVE_ENT=21
* Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2026) Estaciones climatológicas https://www.datos.gob.mx/dataset/estaciones_sistema_informacion_hidrologica/resource/2c135da3-118e-43f3-be63-39c5c3928b61
* Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2018) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Puebla (2104) Estado de Puebla https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2020/02/Actualizaci%C3%B3n-de-la-disponibilidad-media-anual-de-agua-en-el-acu%C3%ADfero-Valle-de-Puebla.pdf
* Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2024) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Valle de Puebla (2104), estado de Puebla. https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2104.pdf
* Comisión Nacional del Agua, 1990. Estudio de Actualización Geohidrológica del Valle de Puebla, realizado por Exyco, S.A.
* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Climas de México, clasificación de Köppen modificada por García. http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/clima1mgw.html
* Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Medición de la Pobreza Municipal 2020. Consulta de indicadores de pobreza, rezago social y carencias sociales.
* Cruz S. (2016) Propuesta del Plan de Manejo de Residuos Especiales y Peligrosos para un depósito de Materiales de la construcción https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/91a195a7-be74-400f-aa91-678b4e553169/content
* Dios J. (2018) Plan de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación adaptando a los materiales y procesos constructivos de la región. https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/500/1/Plan%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20residuos%20de%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n%20en%20obras%20de%20edificaci%C3%B3n%20adaptado%20a%20los%20materiales%20y%20procesos%20constructivos%20de%20la%20regi%C3%B3n.pdf
* García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. https://publicaciones.geografia.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/83/82/251
* Gobierno de la ciudad de Puebla (2026) Usos de suelo y Densidades del Municipio de Puebla https://datos.pueblacapital.gob.mx/dataset/usos-de-suelo-y-densidades-del-municipio-de-puebla
* Gobierno de México (2024) Amozoc https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/amozoc#economy
* Gobierno de México (2024) Cuautinchán https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/cuautinchan#health
* INEGI. Panorama Sociodemográfico de Puebla 2020. Municipio de Amozoc.
* INEGI. Panorama Sociodemográfico de Puebla 2020. Municipio de Cuautinchán.
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2020. Consulta de información demográfica, educación, vivienda y características de la población del municipio de Amozoc.

* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Censo de Población y Vivienda 2020. Consulta de información demográfica, educación, vivienda y características de la población del municipio de Cuautinchán.
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Conjunto de datos vectoriales de climas, escala 1:1 000 000. https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Conjunto de datos geológicos, escala 1:250 000. https://www.inegi.org.mx/temas/geologia/
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Continuo Nacional de Geología. https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267599
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Espacio y Datos de México. Consulta de la provincia Eje Neovolcánico, la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac y sus topoformas. https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (1987) Provincias fisiográficas en el Estado de Puebla https://www.researchgate.net/figure/Provincias-Fisiograficas-en-el-Estado-de-Puebla-INEGI-1987-mostrando-los-puntos-de-la_fig1_286335431
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2000) Fisiografía https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825222949/702825222949_5.pdf
* Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2010) Compendio de Información Geográfica Municipal 2010 Amozoc, Puebla. https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21015.pdf
* International Union of Soil Sciences (IUSS). World Reference Base for Soil Resources: International soil classification system. Sirve para describir Leptosoles, Durisoles y Phaeozems. https://wrb.isric.org/
* Juárez-Palacios, C., Chacón-Hernández, A., Pasquetti-Hernández, J., Alafita-Vázquez, R., & Rojas-Galaviz, C. (2006). El Sistema Ambiental como unidad de análisis para la evaluación de impacto ambiental.
* Kunken J. (2025) Construction Noise: How to reduce Noise Polltion & Protect Workers https://www.procore.com/library/construction-noise#how-to-reduce-noise-pollution-on-the-jobsite
* Laboratorio A-L de México & West Analítica (2020) Sustratos de fibra de coco. https://www.laboratoriosaldemexico.com.mx/wp-content/uploads/2023/02/Sustratos-en-Fibra-de-coco.pdf
* Martínez J. (2014) Mastofauna del Municipio de Cuautinchán, Puebla. https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/bf345e0c-2436-4b5a-a269-dcc1551cd9a6/content
* Mejía M. & Gutiérrez J. (2021). Potencial de mallas tejidas en fibras de fique (furcraea) para la protección del suelo y el control de erosión en taludes. https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/e98d6ab4-0c73-4688-a13d-7c5183ac02a9/content
* Navarrete M. (2020) Procedimiento para el manejo de residuos sólidos urbanos en obras civiles. https://repositorioinstitucional.buap.mx/server/api/core/bitstreams/cb18ddf1-6166-48d2-9cde-9191c3826150/content
* Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Portal de Suelos de la FAO. https://www.fao.org/soils-portal/es/

* Se consultó la MIA Regional de 7 puentes Alcantarilla ubicados en el municipio de Amozoc de Mota, Puebla (2022) https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgiraDocs/documentos/pue/estudios/2023/21PU2023V0007.pdf
* Secretaría de Bienestar. Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social
* Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2021-2024) Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable https://www.amozoc.gob.mx/documentos/PROGRAMA-AMOZOC-VERSION-ABREVIADA.pdf
* Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)
* Servicio Geológico Mexicano (SGM). Carta geológico-minera Puebla E14-5, escala 1:250 000. https://www.sgm.gob.mx/CartasDisponibles/
* Servicio Geológico Mexicano (SGM). GeoInfoMex: Sistema de consulta de información geológico-minera. https://www.sgm.gob.mx/GeoInfoMexGobMx/
* Servicio Meteorológico Nacional–Comisión Nacional del Agua. Información climatológica por estado y estaciones meteorológicas. https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica
* SIATL (2026) https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/#
* Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas [SIGACUA] (2020) https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/sistema-de-informacion-geografica-de-acuiferos-y-cuencas-sigacua-55161
* Sistema Estatal de Información de Puebla (SEI). Biblioteca de Mapas y Cartografía Digital. Información cartográfica y estadística municipal utilizada para contextualización territorial.

* Data México. Perfil Municipal de Cuautinchán, Puebla. Información sobre población, vivienda, educación, salud, empleo y actividades económicas.
* Data México. Perfil Municipal de Amozoc, Puebla. Información socioeconómica y demográfica municipal.
* Alanís, E. (2020). *Muestreo ecológico de la vegetación (E. Alanís Rodríguez, A. Mora Olivo, & JS Marroquín de la Fuente, Eds.;). Editorial Universitaria UANL*.
* Killeen, T. J., Siles, T. M., Soria, L., Correa, L., & Oyola, N. (2005). Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia*, *40*(3), 32-69.
* RIESGO, E. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCION AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MEXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES-CATEGORIAS DE RIESGO Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSION, EXCLUSION O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO PREFACIO.
* Gotelli, N. J., & Colwell, R. K. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology letters*, *4*(4), 379-391.
* León-Cortés, J., Naranjo, E., Ramírez-Marcial, N., Rangel Salazar, J. L., Horvath, A., Muñoz Alonso, A., & Ishiki Ishihara, M. (2010). Manual para el reconocimiento, evaluación y monitoreo de la

diversidad biológica. *Colegio de la Frontera Sur-Biología Integral en Impacto Ambiental, San Cristóbal de las Casas Chiapas, México*.

* Whitworth, D., Newman, S. H., Mundkur, T., & Harris, P. (2007). Wild birds and avian influenza: An introduction to applied field research and disease sampling techniques. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Rome.
* Aguirre-Muñoz, A., Mendoza-Alfaro, R., Arredondo-García, H., Arriaga-Cabrera, L., Campos-González, E., Contreras-Balderas, S., Gutiérrez-Mendoza, A., Espinosa-García, F. J., Fernández-Salas, I., Galaviz-Silva, L., González-Guzmán, R., López-Arroyo, J. I., March-Mifsut, I., Ortega-Rubio, A., Salinas-Rodríguez, M. M., Sánchez-Cordero, V., & Simberloff, D. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía. En R. Dirzo, R. González & I. J. March (Eds.), Capital natural de México. Vol. II. Estado de conservación y tendencias de cambio (pp. 277–318). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
* Becker, M., & Dalponte, J. C. (1999). Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros: Um Guia de Campo. Editora Universidade de Brasília.
* Wemmer, C., Kunz, T. H., Lundie-Jenkins, G., & McShea, W. J. (1996). Mammalian sign. En D. E. Wilson, F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran & M. S. Foster (Eds.), Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals (pp. 157–176). Smithsonian Institution Press.
* Aranda, M. (2000). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C.
* Rabinowitz, A. (1997). Wildlife Field Research and Conservation Training Manual. Wildlife Conservation Society.
* Blaustein, A. R., & Kiesecker, J. M. (2003). Complexity in conservation: Lessons from the global decline of amphibian populations. Ecology Letters, 5, 597–608.
* Blaustein, A. R., & Johnson, P. T. J. (2003). The complexity of deformed amphibians. Frontiers in Ecology and the Environment, 1(2), 87–94.
* Galán, P. (2015). Anfibios y reptiles de Galicia. Hércules Ediciones.
* Rödel, M.-O., & Ernst, R. (2004). Measuring and monitoring amphibian diversity in tropical forests. I. An evaluation of methods with recommendations for standardization. Ecotropica, 10, 1–14.
* Ryan, M. J., Lips, K. R., & Eichholz, M. W. (2002). Monitoring herpetofauna in tropical forests: Detecting population changes and biodiversity.
* Doan, T. M. (2003). Which methods are most effective for surveying rain forest herpetofauna? Journal of Herpetology, 37(1), 72–81.
* Ribeiro-Júnior, M. A., Gardner, T. A., & Ávila-Pires, T. C. S. (2008). Evaluating the effectiveness of herpetofaunal sampling techniques across a gradient of habitat change in a tropical forest landscape. Journal of Herpetology, 42(4), 733–749

* Aranda, M. (1996). Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, A.C
* **Conesa Fernández-Vítora, V. (2003).** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (3ª ed. rev. y ampl.). Madrid: Mundi-Prensa. ISBN: 8471146479.
* **Galocho, J. (1988).** *Metodología cartográfica: cartografía directa y sobreposición digital*. Madrid: Editorial Universitaria.

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN..... 1

IV.1 Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales..... 2

IV.1.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales. 2

IV.1.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica 13

IV.2 Impactos ambientales del proyecto y medidas de prevención, mitigación, compensación y restauración 15

Matriz de valoración..... 15

IV.2.2 Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. Incluir en los anexos específicos por sector, el análisis completo de tales impactos y de la aplicación de las medidas. 16

IV.3 Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos. 19

IV.4 Medidas de compensación y/o restauración ambiental 22

IV.4.1 Medidas de Mitigación..... 23

IV.4.2 Medidas de Restauración..... 45

IV.4.3 Programa de Vigilancia Ambiental 51

Bibliografía 57

IV. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

IV.1 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Con base en la información relativa a las obras y actividades que comprenderá la realización del proyecto de acuerdo a lo descrito en el capítulo I, así como, en la caracterización de la Región Ecológica, se procedió a elaborar la evaluación de acuerdo a través de los siguientes pasos:

- Identificar las principales actividades que pueden ser fuentes de presión ambiental para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto (Preparación del sitio y construcción, abandono del sitio y operación y mantenimiento);
- Determinar los impactos potenciales para cada factor ambiental (atmósfera, hidrología, suelo etc);
- Elaboración de la matriz de causas-efectos y matriz de importancia;
- Valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto;
- Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor, y
- Conclusión y resultado de los impactos significativos.

IV.1.1 Metodología empleada para la identificación, análisis y evaluación de impactos, en particular los impactos negativos significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales.

La matriz de identificación de los posibles impactos que se presentarán por la construcción del puente se realizará en 2 fases, la primera fase permitirá la identificación puntual por cada componente ambiental de acuerdo a las actividades que se realizarán en éste (Matriz de causa-efecto), permitiendo agrupar las interacciones que se presentarán. Al mismo tiempo esta clasificación sirve para desarrollar actividad por actividad o por cada componente ambiental la descripción de los impactos que se esperan en la obra y de esta manera desechar aquellas interacciones que no representen modificaciones al medio.

La segunda fase consiste en la valorización y categorización de los impactos, resultados de la primera fase, esto mediante la asignación de valores numéricos establecidos dentro de una formula, el cual permitirá la valorización de los mismos y al mismo tiempo conocer las características que presentarán.

Matriz de interacción de causa-efecto (Primera fase)

La matriz de causa-efecto desarrollada para la determinación de interacciones del proyecto se conformó con filas en las que se colocaron desde los sistemas y hasta los factores del medioambiente presente, mientras que en las columnas se asentaron las etapas del proyecto con sus respectivas actividades. Colocados de esta manera, es posible la revisión de cada uno de los factores con cada una de las actividades, de tal manera que al coincidir se coloca un numero uno (1) para los factores que sufrirán modificaciones (interacción) y un número cero (0) para aquellos que no lo serán, esto se repetirá para todas las etapas del proyecto y a cada componente.

Identificación de los factores socio-ambientales y actividades del proyecto

A partir de la interacción proyecto-entorno, se determinaron los impactos ambientales a generarse; y para fundamentar su análisis, el proyecto debe aportar información con respecto a sus diferentes fases de ejecución, por lo que, esta tarea consistió en estudiar los elementos y procesos del mismo que ocasionarán los impactos ambientales (objeto de la evaluación), así mismo, se requiere del estudio del entorno donde se desarrollará el proyecto, concepto que se ha denominado a la parte del medio ambiente que interacciona con éstas actividades.

Estos elementos fueron los dos primeros pasos para conocer los aspectos que se encuentran implicados en la interacción de los factores que potencialmente pueden ser afectados o incluso ser benéficos en el área donde el proyecto se desarrollará (Gómez, 2003).

Actividades del proyecto

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales, se determinaron las acciones que pueden causar afectaciones por parte de las actividades del proyecto, posteriormente estas actividades se presentan en una matriz de causa - efecto, con el objeto de diferenciar los impactos ambientales que se producen con el proyecto para cada subfactor ambiental a impactar.

En la siguiente tabla se presenta la lista de las actividades en sus diferentes etapas que se requerirán para el proyecto y que son como consecuencia las que ocasionarán los cambios en el sistema ambiental.

Tabla 1. Lista de actividades identificadas para las diferentes etapas del proyecto.

ETAPAS DEL PROYECTO	ACCIONES DEL PROYECTO	
Preparación del sitio	Asentamiento de obras provisionales	
	Limpieza y nivelación	
Construcción	Desmonte	
	Movimiento de Maquinaria	
	Sub-estructura	Excavaciones y despalmes para Cimentación (Subestructura)
		Armado y Colado de pilas
	Accesos de puente	Trazado y despalme del terreno
		Terraplén
		Estribos
	Acarreo de materiales	
	Superestructura	Izaje y posicionamiento de trabes
		Armado y colado de losa de tablero
		Colocación de parapetos
		Colocación de carpeta asfáltica
		Señalamiento vertical y horizontal
	Mano de obra	
Abandono Del Sitio	Limpieza del puente	
	Retiro de Maquinaria y Obras provisionales	
Operación Y Mantenimiento	Operación del Proyecto	
	Mantenimiento del Proyecto	

Factores ambientales y sociales

Una vez identificadas las acciones del proyecto, posteriormente se determinó los componentes del ambiente que serán impactados. Los factores ambientales son susceptibles de recibir impactos por el desarrollo de las actividades del proyecto en cuestión, y de acuerdo a Gómez Orea (2003) la complejidad del entorno y su carácter de sistema, aconseja disponer los efectos relevantes en varios niveles, de esta manera el último nivel representará subfactores simples y concretos, por lo tanto, solo se adicionaron y renombraron algunos subfactores que potencialmente serán impactados por el proyecto.

Tabla 2. Lista de factores socio-ambientales que potencialmente son impactados en las diferentes etapas del proyecto.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
MEDIO FÍSICO	Medio Abiótico	Agua	Calidad del Agua (Río Fuerte)
			Dinámica de los Cauces
			Drenaje Superficial
		Suelo	Erosión
			Relieve y Topografía
			Calidad del Suelo
			Fertilidad
		Atmosfera	Calidad del Aire
			Confort Sonoro
			Microclima
		Procesos del Medio Inerte	Compactación
			Transporte de sólidos
	Medio Biótico	Vegetación	Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010
			Agricultura de temporal (Individuos aislados de Matorral Xerófilo)
			Vegetación Ruderal
		Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
			Reptiles
			Anfibios
			Mamíferos
			Aves

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR
	Procesos del medio biótico		Movilidad de especies
	Medio Perceptual	Paisaje	Unidad de Ribera
			Unidad agrícola-pastizal inducido
			Unidad de Veg. Secundaria de Bosque de Encino
Medio Socioeconómico		Medio Económico	Comercio
			Empleo
		Medio social	Accidentes
			Infraestructura Urbana
			Calidad de Vida

Conformada la matriz causa-efecto y evaluada nuevamente las interacciones con respecto al presente proyecto, ésta se presenta de la siguiente manera:

				ETAPAS DEL PROYECTO																				
				PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN																	ABANDONO DEL SITIO		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
				ACTIVIDADES POR ETAPA																				
SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	Asentamiento de obras provisionales	Limpieza y nivelación	Desmonte	Movimiento de Maquinaria	Excavaciones y desplames para Cimentación (Subestructura)	Armado y Colado de pilas	Trazado y despalme del terreno	Terraplén	Estribos	Acarreo de materiales	Izaje y posicionamiento de trabes	Armado y colado de losa de tablero	Colocación de parapetos	Colocación de carpeta asfáltica	Señalamiento vertical y horizontal	Mano de obra	Limpieza del puente	Retiro de Maquinaria y Obras provisionales	Operación del Proyecto	Mantenimiento del Proyecto
								Sub-estructura		Accesos de puente				Super- estructura										
MEDIO FÍSICO	Medio Abiótico	Agua	Calidad del Agua	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1
			Dinámica del Cauce	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Drenaje Superficial	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	Erosión	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
			Relieve y Topografía	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Calidad del Suelo	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
			Fertilidad	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Atmosfera	Calidad del Aire	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
			Confort Sonoro	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
			Microclima	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Procesos del medio Inerte	Compactación	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
			Transporte de sólidos	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
	Medio Biótico	Vegetación	Especies bajo la NOM-SEMARNAT-2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Agricultura de temporal (Individuos aislados de Matorral Xerófilo)	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
		Fauna	Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
			Reptiles	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
			Anfibios	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
			Mamíferos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Aves	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Medio Perceptual	Paisaje	Unidad de Ribera	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
			Unidad agrícola-pastizal inducido	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
			Unidad de Veg. Secundaria de Bosque de Encino	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio socioeconómico		Medio económico	Comercio	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1
			Empleo	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
		Medio social	Accidentes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
			Infraestructura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
			Calidad de Vida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Imagen 1. Resultados de la primera fase de evaluación (Matriz causa-efecto).

Analizando la matriz la mayoría de las interacciones **se presentan en la etapa de preparación del sitio y construcción** con el 77%, siendo esta etapa en la que más actividades modificarán las condiciones actuales del medio donde se llevarán a cabo. Posteriormente se presenta la etapa de operación y mantenimiento en la cual se tiene el 14% de las interacciones, ya que en esta etapa también se lleva a cabo actividades que afectan al medio. Con 9% de las interacciones se presenta la etapa de Abandono del sitio.

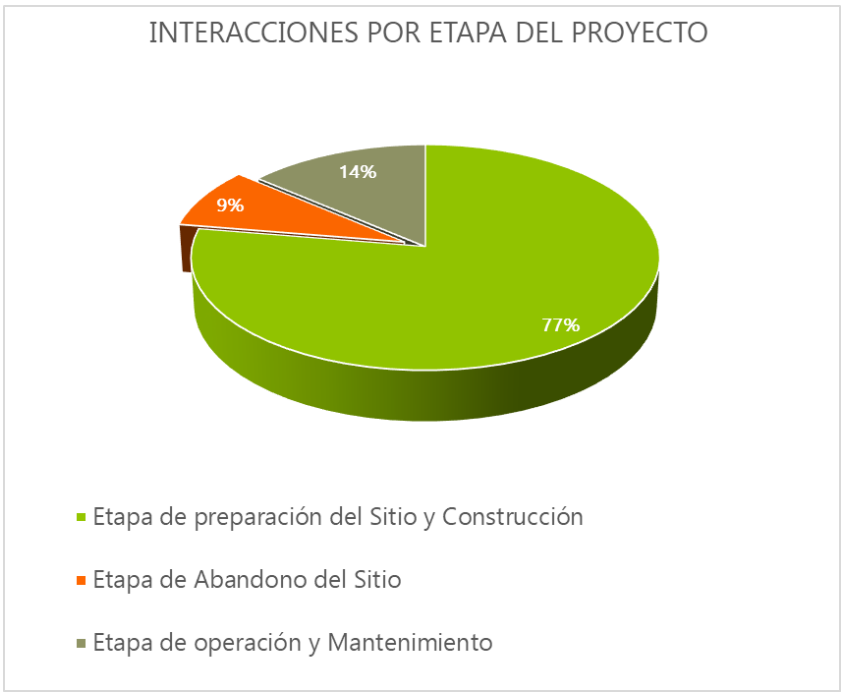


Imagen 2. Porcentaje de impactos por etapa del proyecto.

La distribución de dichas interacciones entre los diferentes componentes ambientales se observa como:

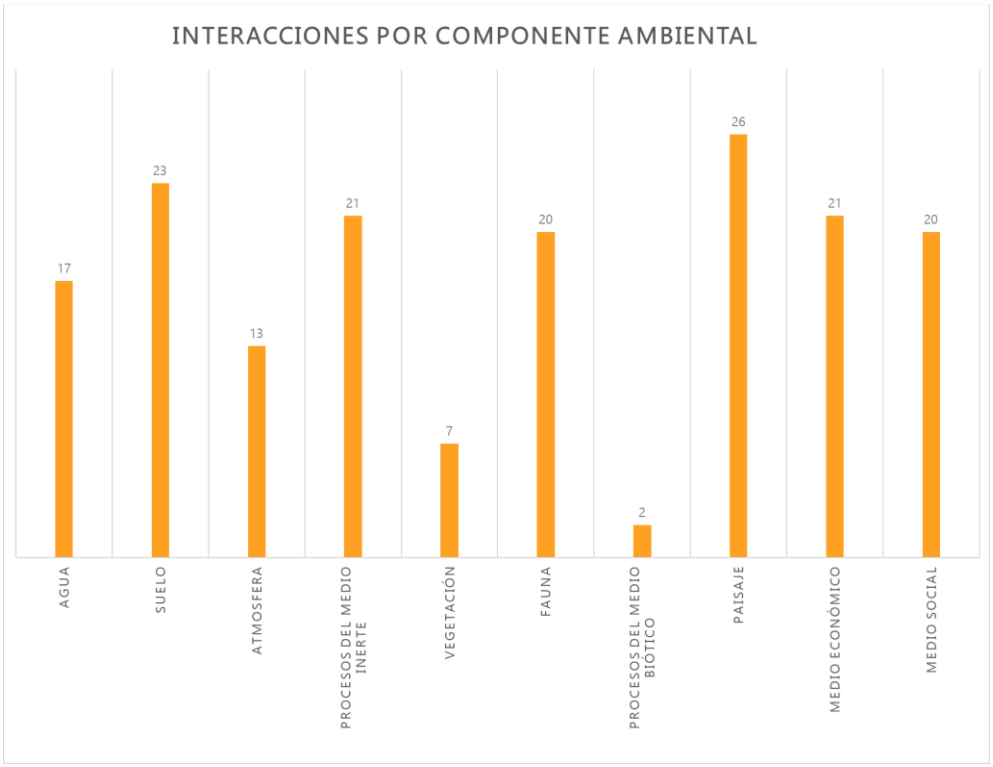


Imagen 3. Distribución de interacciones por componente ambiental y social de la primera fase de evaluación (Matriz casau-efecto).

El comportamiento de las interacciones nos indica que el mayor número de éstas incide en el componente de Paisaje con 26 interacciones debido al movimiento de maquinaria y personal trabajando en la zona a construir, lo que generará poca visiblidad de fondo hacía la rivera, incremento de elementos antropogénicos como ruido, polvo, emisiones, residuos y tráfico.

Posteriomente se tienen 23 interacciones para los factores de suelo y 21 para los procesos del medio inerte, lo cual resulta normal al tratarse del componente en el que se asentarán las actividades y obras a realizar. Para los procesos del medio inerte, estos impactos se presentan en los potenciales efectos que tendrá el arrastre de materiales desde el área donde se establecerán los pilotes, obras provisionales y almacenamiento de material.

La fauna presenta tan solo 20 interacciones, esto se debe a que todas las obras a realizar generarán la emisión de ruidos los cuales ahuyentarán de forma temporal a a la fauna afectando sus hábitos hogareños, a pesar de ser especies adaptadoras urbanas (En el caso de las aves), así mismo, se pueden tener posibles daños por atropello y daño a la herpetofauna al momento de realizar los desmontes y despalmes respectivos en las áreas que serán afectadas para la ampliación de la sección hidraúlica.

Por su parte, el siguiente componente es el Agua con 17 interacciones ya que las obras se tratan de un puente que cruza un flujo de agua intermitente y estas actividades pueden incidir sobre las condiciones actuales del cuerpo de agua como son sus características fisicoquímicas en su área de influencia. A continuación, se presenta con 7 interacciones el factor de flora, donde los impactos serán solo hacía las especies como opuntia y huizaches, ya que, se requerirá del desmonte de solo algunos individuos aislados (17 individuos) en un uso de suelo de agricultura temporal con elementos aislados de matorral xerófilo, resaltando que NO se afectará vegetación de tipo forestal, además de presentar sus características como cobertura, altura y diámetro del tronco en el anexo digital del capítulo 3 (Carpeta Levantamiento en campo). Finalmente la atmósfera tendrá solo 13 interacciones y los procesos del medio biótico con 2, siendo el factor con menos impactos detectados.

Además de posibles impactos negativos, la obra traerá consigo beneficios para los pobladores de la región y municipio de Cuautlancingo. Teniendo 21 impactos positivos al medio económico por la adquisisción de servicios y apoyo al comercio que se tendrá al mantener comunicada la zona a través de una obra mucho más segura principalmente en temporadas de crecida maximas del río. Así mismo, se tendrán 23 interacciones en el medio social, principalmente de tipo negativo en el factor de accidentes, los cuales, son efectos potenciales al tratarse de todas las maniobras y actividades que se requieren para la ampliación del puente.

La anterior valoración no arroja el real grado de incidencia del proyecto en cada uno de los componentes ambientales, esto debido a que la matriz causa-efecto solo nos permite determinar los impactos que se derivan de la implementación del proyecto, sin embargo, NO permite conocer la magnitud de los mismos, por lo que no podemos descartar impactos cuya importancia sea mínima o su efecto en el ambiente sea insignificante, para lo cual se realiza la segunda fase del proceso de evaluación.

Caracterización de los impactos

Indicadores de impacto

Para la evaluación de impacto ambiental se consideraron los siguientes indicadores:

Atmósfera

* Presencia de vehículos y maquinaria de la empresa contratista para la obra.
* Tránsito diario promedio anual en la zona (No. de vehículos que van de paso).
* Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017.

* Niveles de ruido, en el AI. Unidad de medida en decibelios (dBA).
* Combinación de olores y contaminación del aire (contaminación fuerte y frecuente, contaminación moderada y ocasional, claro).
* Clima. - variantes de clima templado subhúmedo con lluvias en verano. El clima identificado con la clave C(w1)(w)
* Temperatura y Precipitación. - Temperatura media anual (12 y 18 °C), mientras que la precipitación anual se encuentra dentro de un intervalo aproximado de 400 a 800 mm.
* Temporada de lluvias claramente diferenciada y un periodo seco durante parte del otoño, invierno y primavera.
* La temporada lluviosa se presenta principalmente entre mayo y octubre. Septiembre se encuentra entre los meses con mayor precipitación, con un promedio aproximado de 104.3 mm, mientras que febrero registra los valores más bajos, cercanos a 2.4 mm. La precipitación invernal representa menos del 5 % del total anual, lo cual confirma el carácter estacional de las lluvias.

Suelo

* Relieve. - Llanura y Sierra volcánica de laderas tendidas
* Suelos. - Leptosol

Hidrología

* Región Hidrológica número 18 Río Balsas (RH-18)
* Cuenca. - RH18A río Atoyac
* Subcuenca. - RH18Ab, Río Atoyac-Balcón del Diablo
* Escurrimientos que cruza el puente. – Intermitente
* Acuífero. - Existe disponibilidad media anual en el acuífero. Sin embargo, el volumen remanente representa aproximadamente el 5 % de la recarga total, por lo que el acuífero se encuentra sometido a una presión importante por las extracciones y demandas existentes.

Flora

* Número de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.- Ninguna.
* Tipos y estatus (Primario o secundario). - Arbóreo, arbustivo y herbáceo;
* Coberturas forestales y no forestales. - Cobertura predominantemente no forestal.
* 415 especies de probable ocurrencia en la RE, de la cuales 364 son endémicas o nativas y 50 son exóticas o invasoras.
* Fragmentación de la vegetación en la RE. Relicto.

Fauna

* Número de especies endémicas registradas en el SA.
* Número de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010.- 15 especies, 7 bajo protección especial (Pr), 7 amenazada (A), y 1 en peligro de extinción.
* Especies y su estatus. - 4 especies de aves (1 Amenazada y en peligro de extinción y 2 sujetas a protección especial), y 11 especies de reptiles (5 sujetas a protección especial y 6 amenazadas).

Paisaje

* Unidad de Ribera
* Unidad agrícola-pastizal
* Unidad de vegetación secundaria de Bosque de Encino

Social

- El municipio de Amozoc presenta la mayor cantidad de habitantes (125,876 hab.) a comparación de Cuantinchán (12,340 hab.).
- Actividades productivas Cuantinchán. - Agricultura, ganadería, porcicultura y crianza de aves.
- Actividades productivas Amozoc. - Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.
- Servicios de salud, educación, agua potable, drenaje y energía eléctrica.

Cambio climático, vulnerabilidad y riesgos

- Sequía. - Si
- Erosión hídrica Laminar. - media
- Sismos. - Riesgo Medio
- Peligro por cenizas volcánicas. - Alto
- Peligro de incendio. – Alto.

Valoración de los impactos

Para facilitar el manejo de los impactos que se determinaron en la fase 1, estos se dividieron en 2 grupos, el primero lo constituyen los impactos derivados directamente de los procesos constructivos, los cuales se presentan en las etapas de Preparación del Sitio, Construcción y de abandono del sitio, mientras que el segundo grupo lo integran aquellos que se presentan de la etapa operativa del mismo, presentados como: Operación y Mantenimiento.

Los impactos fueron sometidos a evaluación para obtener una valorización de estos y determinar sus características. Esto mediante la conformación, nuevamente de una matriz de correlación, integrando las filas con los impactos obtenidos y para las columnas cada uno de los criterios propuestos dentro de la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vitoria (1997).

Hay que recordar que esta metodología utiliza ciertos criterios que nos permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, agrupándolos en una fórmula que nos dará como resultado la importancia del impacto.

La importancia del impacto puede medir cualitativamente el impacto ambiental, en función, tanto del grado de incidencia o intensidad de la alteración producida, como de la caracterización del efecto, que responde a su vez a una serie de atributos de tipo cualitativo, tales como: extensión, efecto, plazo de manifestación, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, sinergia, acumulación y periodicidad.

Tabla 3. Atributos de tipo cualitativo

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
SIGNO **(+/-)**	El signo del impacto hace alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados. Existe la posibilidad de incluir un tercer carácter (x) que refleja efectos cambiantes difíciles de predecir o efectos asociados a circunstancias externas al proyecto.	(+) (-)
INTENSIDAD **(I)**	Este término se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa, el rango de valoración está comprendido entre 1 y 12, en el que 12 expresará una destrucción total del factor en el área donde se produce el efecto, y el 1 una afectación mínima. Los valores comprendidos entre esos 2 términos reflejarán situaciones intermedias.	BAJA 1 MEDIA 2 ALTA 4 MUY ALTA 8

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
		TOTAL 12
EXTENSIÓN **(EX)**	Se refiere al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y extenso (4). En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar critico se le atribuirá un valor de 4 unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en el que se manifiesta y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras habrá que buscar otras alternativas al proyecto, anulando el efecto.	PUNTUAL 1 PARCIAL 2 EXTENSO 4 TOTAL 8 CRITICA +4
MOMENTO **(MO)**	Alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado. Así pues, cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto Plazo, asignándoles a ambos un valor (4). Si es un periodo de tiempo que va de 1 a 5 años, Medio Plazo (2), y si el efecto tarda en manifestarse más de 5 años, Largo Plazo con valor asignado (1). Si ocurre alguna circunstancia que hiciese critico el momento del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cinco unidades por encima de las especificadas.	LARGO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 INMEDIATO 4 CRITICO +4
PERSISTENCIA **(P)**	Se refiere al tiempo que permanecería el **efecto** desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, consideramos que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4).	FUGAZ 1 TEMPORAL 2 PERMANENTE 4
REVERSIBILIDAD **(RV)**	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la acción, por medios naturales, una vez que aquella deja de actuar sobre el medio. Si es a Corto Plazo se le asigna un valor (1), si es a Medio Plazo (2) y si el efecto es irreversible le asignamos el valor de (4). Los intervalos de tiempo que comprenden estos periodos, son los mismos asignados al parámetro anterior.	CORTO PLAZO 1 MEDIO PLAZO 2 IRREVERSIBLE 4
SINERGIA **(SI)**	Este atributo contempla el reforzamiento de 2 o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocado por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que se espera de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma valor (1), si presenta un sinergismo moderado (2) y si es altamente sinérgico (4).	NO SINÉRGICO 1 SINÉRGICO 2 MUY SINÉRGICO 4

TÉRMINOS	DESCRIPCIÓN	VALOR
ACUMULACIÓN (AC)	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple) el efecto se valora como (1). Si el efecto es acumulativo el valor se incrementa a (4).	SIMPLE 1 ACUMULATIVO 4
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, siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta. En el caso de que el efecto indirecto o secundario, su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Este término toma el valor de 1 en el caso de que el efecto sea secundario y el valor 4 cuando sea directo.	INDIRECTO 1 DIRECTO 4
PERIODICIDAD (PR)	La periodicidad se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular), o constante en el tiempo (regular o continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor de (4), a los periódicos (2) y a los de aparición irregular, que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia, y a los discontinuos (1).	IRREGULAR 1 PERIÓDICO 2 CONTINUO 4
RECUPERABILIDAD (MC)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas). Si el efecto es totalmente Recuperable, se le asigna el valor de (1) o (2) según lo sea de manera inmediata o medio plazo, si lo es permanente, el efecto es Mitigable, y toma un valor de (4). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de recuperar tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de (8). En caso de ser irrecuperables, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será (4).	INMEDIATA 1 MEDIO PLAZO 2 MITIGABLE 4 IRRECUPERABLE 8

El rango de valores para cada uno de los criterios permite obtener valores cualitativos a las características de los impactos los cuales mediante la aplicación de la siguiente formula arrojan la valoración de los impactos.

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

Los valores que se obtienen varían entre 13 y 100, los cuales son clasificados por rangos y es lo que le da la relevancia al impacto, estos rangos se dividen de la siguiente manera:

ESCALA DE GRADO DE AFECTACIÓN POR INTERACCIÓN	
≤ 25	**IRRELEVANTES**
26-49	**MODERADOS**
50-74	**SEVEROS**
≥ 75	**CRÍTICOS**

IV.1.2 Impactos ambientales existentes en la Región Ecológica

El análisis del crecimiento demográfico y el cambio de uso de suelo en Amozoc y Cuautinchán revela un proceso acelerado de fragmentación ambiental. La expansión urbana desordenada —impulsada por autopistas estratégicas y la industria inmobiliaria— junto con las actividades agropecuarias, provocó la pérdida irreversible del 14.28% del bosque de encino (385 hectáreas) entre 1992 y 2018, en contraste con un aumento del 31.36% en pastizales inducidos (847 hectáreas). Esta dinámica ha fragmentado el paisaje forestal continuo en un mosaico heterogéneo y ha impactado la red hidrológica local; de hecho, el proyecto se cruza con un cauce estacional que actualmente carece de flujo superficial y presenta degradación por acumulación de residuos sólidos urbanos, lo que eleva el riesgo de inundaciones y altera los procesos de infiltración en la región.

La evaluación de impactos puede realizarse en una secuencia lógica de investigaciones (indicadores ambientales) de los diferentes sectores involucrados: medio físico, biológico, ecológico, estético y socio económico, procurando seguir la relación causa-efecto de los impactos que previamente ya se han identificado, así como, de aquellos que afectan de manera indirecta a otros elementos tanto naturales como sociales.

En base a esta identificación (matriz causa-efecto) se realizó la evaluación de los impactos para finalmente obtener los impactos significativos de acuerdo con la importancia y magnitud de los mismos, por lo que, se presenta en el siguiente apartado los resultados de la evaluación para el proyecto.

La relación del impacto se presentará conforme a lo siguiente:

Tipo. - El tipo hará alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados, el cual se presentará en la columna de NAT (Naturaleza). Así mismo, se considerará si este es Residual, Acumulativo, Sinérgico o Significativo (Intensidad + magnitud). La numeración se pondrá para identificar el tipo de impacto que se ha evaluado, de acuerdo a los criterios establecidos por Conesa, los cuales se pueden ver en la tabla siguiente.

Duración. - Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4). Estos valores se presentan en la columna PE.

Extensión. - Se referirá al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y/o extenso (4). Estos valores se presentan en la columna EX.

Intensidad. - Las señales de alerta serán clasificadas en tres tipos: menor (Irrelevante), moderados y mayores o severos. Mostrados en la columna de categoría.

Efecto. - Este atributo se referirá 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 (4), siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario (1), su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Los valores se presentan en la columna EF.

Indicador. – Este indicador describirá la presión que ejerce las diferentes actividades humanas sobre el ambiente y los recursos naturales.

Esta valoración realizada bajo la metodología de Conesa, también da a conocer las características que presenta cada uno de los impactos ambientales considerados, demostrando si estos son Severos, Residuales, Acumulativos, Sinérgico o Significativos. La evaluación integral de los impactos generados por el proyecto arroja:

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)										
			NAT	I	EX	PE	EF	I	CATEGORÍA	RESIDUAL	ACUMULATIVO	SINÉRGICO	SIGNIFICATIVO
Construcción de carretera Álamos-Alpatláhuac	Suelo	Degradación del suelo	-	2	2	2	4	33	MODERADO	NO	SI	SI	NO
	Hidrología	Disminución de abastecimiento de agua subterránea (Infiltración y captación de agua que realizan las plantas como servicio ambiental)	-	2	5	2	4	44	MODERADO	NO	SI	SI	NO
	Procesos del medio inerte (Erosión)	Erosión en sitios desprovistos de vegetación	-	2	2	4	1	39	MODERADO	NO	SI	SI	NO
	Microclima	Incremento de la incidencia de luz sobre plántulas cerca de la franja de vegetación afectada	-	2	1	4	4	36	MODERADO	SI	SI	SI	NO
	Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	Cambios en la dinámica poblacional para este estrato vegetal Pérdida de vegetación de	-	2	1	4	4	34	MODERADO	SI	SI	SI	NO

Principales obras y/o actividades que actualmente se desarrollan en la Región Ecológica, que se relacionan con el Proyecto	Componente ambiental impactado	Impacto ambiental	Caracterización del impacto (indicar tipo, duración, extensión, intensidad y efectos)										
		agricultura temporal, pastizal inducido con elementos aislados de matorral xerófilo											
	Fauna (Hábitat)	Pérdida de áreas donde realizan sus ámbitos hogareños con residuos	-	2	2	2	4	36	MODERADO	NO	SI	SI	NO
	Unidad de Bosque	Impacto visual por el desmonte de vegetación que provee de un escenario	-	4	2	2	4	37	MODERADO	NO	NO	SI	NO

IV.2 IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y RESTAURACIÓN

Matriz de valoración

A continuación, se presentan los resultados arrojados a través de la evaluación realizada por medio de la metodología Conesa Fernández-Vitora, la cual se anexa de manera digital (Ver anexo de Carpeta Capítulo IV).

En la tabla se presenta por cada etapa del proyecto la siguiente información sobre los impactos ambientales del proyecto, siendo: Actividad, componente y sub componente ambiental en el que incide, Impacto ambiental, Caracterización del impacto indicando el tipo, duración, extensión e intensidad, entre otros, de acuerdo con la metodología utilizada, Efecto, Tipo de medida, Descripción de la medida, incluyendo el nombre, objetivo, periodicidad de aplicación y plazo de ejecución, Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia.

La relación del impacto se presentó conforme a lo siguiente:

Tipo. - El tipo hará alusión a su carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados, el cual se presentará en la columna de NAT (Naturaleza). Así mismo, se considerará si este es Residual, Acumulativo, Sinérgico o Significativo (Intensidad + magnitud). La numeración se pondrá para identificar el tipo de impacto que se ha evaluado, de acuerdo a los criterios establecidos por Conesa, los cuales se pueden ver en la tabla siguiente.

Duración. - Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o mediante la introducción de medidas correctivas. Si la permanencia del efecto tiene lugar durante menos de 1 año, se considera que la acción produce un efecto Fugaz (1). Si dura entre 1 y 10 años, Temporal (2); y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, consideramos el efecto como permanente (4). Estos valores se presentan en la columna PE.

Extensión. - Se referirá al área de influencia teórica del impacto con relación al entorno del proyecto (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será total (8), considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto parcial (2) y/o extenso (4). Estos valores se presentan en la columna EX.

Intensidad. - Las señales de alerta serán clasificadas en tres tipos: menor (Irrelevante), moderados y mayores o severos. Mostrados en la columna de categoría.

Efecto. - Este atributo se referirá 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 (4), siendo en este caso la repercusión de la acción, consecuencia directa de esta.

En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario (1), su manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden. Los valores se presentan en la columna EF.

IV.2.2 Resumen del análisis de los impactos ambientales significativos, acumulativos, sinérgicos y residuales, considerando cómo se suman los impactos del Proyecto a los impactos existentes en la región ecológica y sus efectos, así como el resultado de la aplicación de las medidas. Incluir en los anexos específicos por sector, el análisis completo de tales impactos y de la aplicación de las medidas.

Caracterización de los impactos ambientales y sociales por el proyecto.

Mediante la valoración realizada durante la fase 2, se conocen las características que presenta cada uno de los impactos ambientales considerados, demostrando si estos son Severos, Residuales, Acumulativos o de tipo Sinérgico. La evaluación integral de los impactos generados por el proyecto arroja lo siguiente.

Impactos caracterizados para la fase constructiva

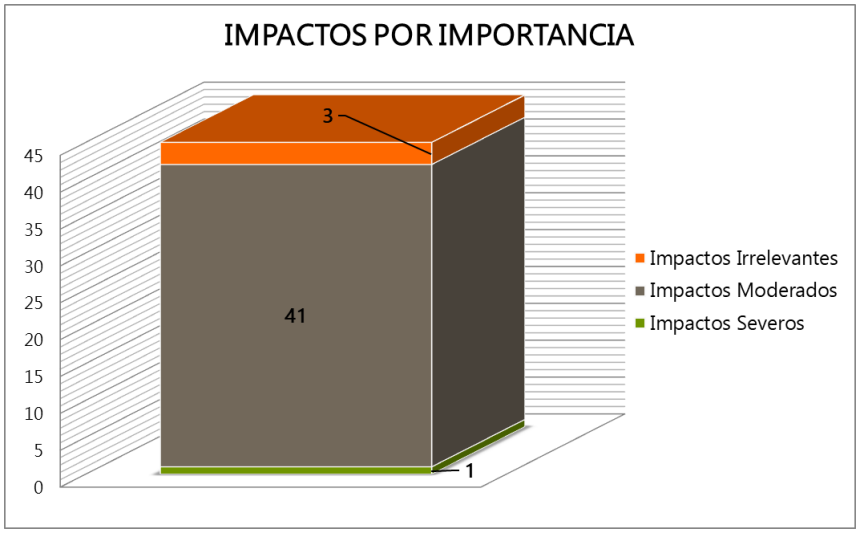


Imagen 4. **Resultados de la importancia del impacto durante la etapa de preparación del sitio, y construcción del proyecto.**

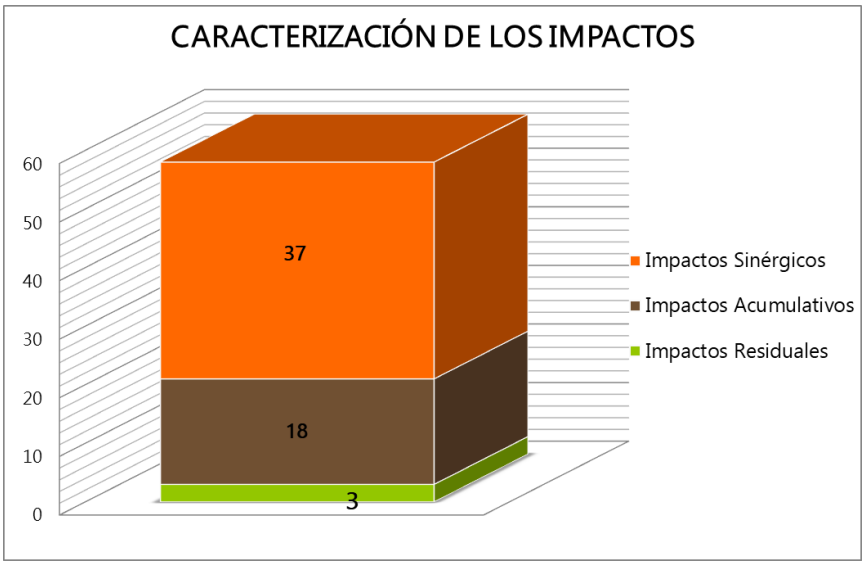


Imagen 5. **Caracterización del impacto durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.**

Durante la construcción del proyecto prevalecen los impactos moderados (41) y los irrelevantes con 3, sin tener la presencia de impactos críticos, siendo solo 1 de tipo severo, sin embargo, este será de tipo positivo, el cual se refiere a la generación de empleos. Por otra parte, se tienen impactos de tipo sinérgicos (37) así como de tipo acumulativos (18), y 3 tipo residual.

Impactos caracterizados para la fase constructiva

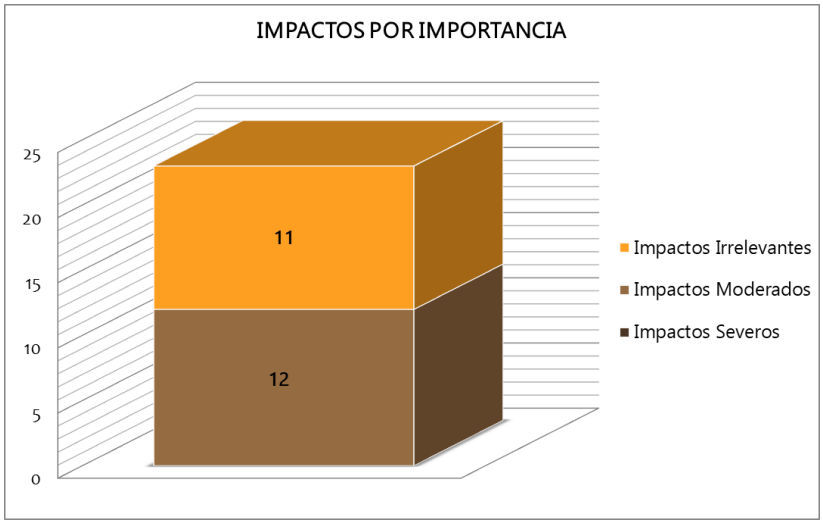


Imagen 6. **Resultados de la importancia del impacto durante la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.**

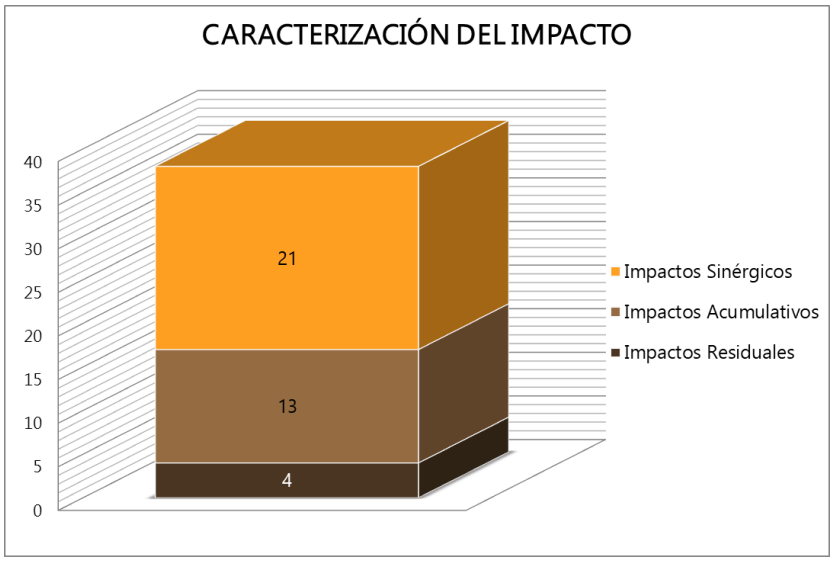


Imagen 7. Caracterización del impacto durante la etapa de operación y abandono del proyecto.

Para la etapa de operación y mantenimiento no se tienen impactos críticos ni severos, teniendo en mayor porcentaje a la etapa de construcción los impactos irrelevantes con 11, sin embargo, se sigue teniendo en mayor cantidad a los impactos moderados (12). En cuanto a la caracterización se cuentan con 21 sinérgicos, 13 acumulativos y 4 de tipo residual.

El mayor número de impactos sinérgicos se presentan para el caso de la fauna, ya que la presencia de ruido, la construcción sobre la zona hidráulica en áreas con vegetación de agricultura temporal con elementos aislados de matorral xerófilo, la contaminación de superficies donde transitarán maquinaria y las colectas indebidas puede afectar a la dinámica de población de la fauna, lo cual los hace susceptibles de morir al escapar o permanecer en otras áreas con mayores peligros y crear conflictos intraespecíficos en sus poblaciones, aunado a esto, como impactos acumulativos, la presencia de residuos ya presentes en el área afectará las condiciones fisicoquímicas del recurso hídrico ante una mala disposición de los mismos por las actividades propias del proyecto, los cuales pueden verse arrastrados por el cauce del agua, acumulándose en otros sitios y azolvándolos, lo cual ocasiona que se obstruya (Impactos acumulativos) el área y que impidan que el agua fluya en su cauce de forma natural. Estos efectos de forma sinérgica pueden crear que en sus niveles máximos del cauce pueda desbordarse en ciertos puntos debido a los obstáculos que encuentra en su camino.

También se encontró mayores impactos acumulativos y sinérgicos para los factores del agua y suelo, ya que, por efecto del transporte de residuos, el escurrimiento puede beneficiar que todo tipo de material pueda acarrearse hasta 750 metros aguas abajo, destacando que se generará el impacto: "Contaminación del Agua con residuos de Manejo Especial", ya que este se presentará por las actividades de construcción del puente, siendo que al tener mucho movimiento de suelo, la generación de residuos, el movimiento de maquinaria y personal, será difícil llevar un control del arrastre de los mismos, si no se cuenta con medios de contención, afectando su calidad y por consiguiente la vida que de ella depende.

Respecto a todas las actividades previstas, se generará residuos de tipo urbano, de manejo especial y en menor cantidad de tipo peligroso, lo que potencialmente ocasionará contaminación al suelo y ecosistema conformado por vegetación ruderal y no menos importante, aunque con una caracterización de tipo Moderado, el paisaje de Unidad de Ribera y agrícola-pastizal, las cuales son áreas que están dominadas por agricultura, la cuales producen maíz principalmente.

Se destaca que existirán impactos positivos que favorecen a los factores no solo de la fauna, si no, de la vegetación, el suelo y el agua al establecer actividades como señalamientos alusivos a la prevención y

restricción de áreas durante la construcción. La limpieza de la obra, también serán impactos que favorecerán enormemente el paso de la fauna y el agua bajo del puente, además de mejorar las áreas para crear condiciones de oportunidad para las especies de flora nativa a establecerse ya que mucha fauna es dispersora de semillas y algunos de ellos pueden dejar sus heces cerca de estas áreas cuando realizan sus cruces de un lado a otro.

El Medio Económico destaca con impactos de tipo positivo al generarse el consumo de productos en el municipio de Amozoc y Cuantinchán principalmente y la generación de empleo de gente de la región, siendo que en el aspecto de salud que es la seguridad de personal, se caracterizaron de tipo negativo y sinérgicos debido a que el proyecto representa un riesgo de accidentes durante la etapa de instalación de obras provisionales, acarreos, suministro de materiales, servicios y tránsito de personal, por lo que, se considera un impacto para los trabajadores y usuarios de terracerías.

Finalmente se tiene que los efectos acumulativos a la atmósfera, tendrá un menor número de efectos, siendo que estos se tendrán en cuanto a la calidad del aire, emisión de ruidos y la generación de polvos, destacando que estos ya se presentan ante una vía de comunicación que ya opera desde hace varios años, sin embargo, para las etapas de construcción y de mantenimiento del proyecto estos serán reversibles y temporales.

IV.3 Delimitación del Área de influencia del Proyecto de acuerdo con la extensión e intensidad de los impactos ambientales significativos, sinérgicos, acumulativos y residuales antes señalados y sus efectos.

Las Áreas de Influencia no son polígonos uniformes pues la continuidad ecológica o los efectos aislantes de la fragmentación de los hábitats, así como los procesos de organización social entre las comunidades son cambiantes (Domínguez-Cervantes, 2009). Al tener diferencias físico-bióticas y antrópicas, se puede obtener subzonas que nos permiten realizar la caracterización física y social, además de conocer la extensión de las superficies que mantienen una estrecha interacción social, económica y ecológica.

Es evidente que se debe tener como primer paso la **identificación de los límites de las superficies aledañas** que mantiene el proyecto con una interacción social, económica, cultural y ecológica. El siguiente acercamiento tiene que ver con las condiciones fisiográficas y de usos de suelo y vegetación que conforman la región de estudio, así como las características hidrológicas presentes, las cuales también conforman espacios sociales diferenciados. Este criterio es utilizado frecuentemente para el análisis de amenazas y la definición de las áreas críticas para la conservación (Domínguez-Cervantes, 2009).

Así mismo, los límites físico-bióticos y antrópicos o sociales permiten reconocer las relaciones entre sistemas de comunicación terrestre y fluvial entre reservas y comunidades locales, es decir, la delimitación externa se define a partir de referentes geográficos o antrópicos visibles: una carretera, una presa, un río o una sierra (Domínguez-Cervantes, 2009). El uso de estos límites tiene una acción de barrera, pero permiten un fácil acceso en el caso de los caminos o bien se convierten en una división territorial clara, sobre todo cuando se identifica alguna carretera pavimentada.

Para plantear el Área de Influencia del proyecto con respecto a la magnitud del impacto ambiental significativo, sinérgico, acumulativo y residual que el proyecto puede ocasionar, por lo que, se consideraron los siguientes aspectos:

Límites sociales:

* Identificación y priorización de comunidades/localidades para la planificación de proyectos y acciones sustentables. Incluyen comunidades indígenas.
* Caminos como rutas de acceso principales y secundarias, seleccionadas según su facilidad de acceso.

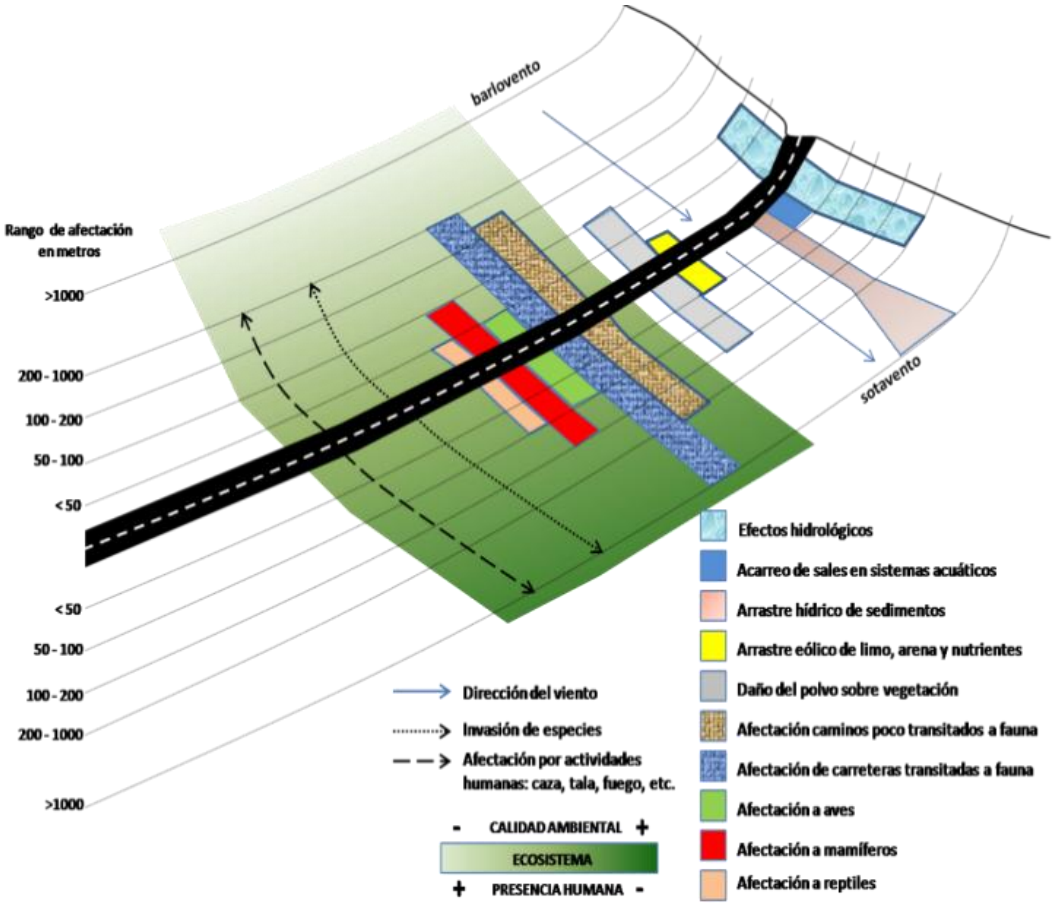
- Presas, terrenos, distribución espacial de los asentamientos y su relación con las redes de comunicación terrestre y fluvial; esto permite también apreciar el grado de concentración, dispersión, aislamiento y accesibilidad al área.

Límites físico-bióticos:

- Cursos de agua, constituidos por escurrimientos mayormente intermitentes en el área de estudio.
- Topografía y sus pendientes
- Demarcación por tipo de ecosistemas.
- Por los límites de usos del suelo existentes y el avance de fronteras de perturbación antrópica.
- Por el comportamiento del patrón hidrológico superficial en la conformación de cuencas y microcuencas.
- Por áreas establecidas previamente para conservación o restauración a nivel estatal o federal, incluyendo aquellas delimitadas por la CONABIO como: Sitios de atención prioritaria para la conservación de la biodiversidad, entre ellos los Terrestres (SPT) y Epicontinentales, así como, los Sitios Prioritarios para la Restauración.
- Sitios de peligro, exposición, vulnerabilidad y riesgo, clasificados según el tema para su visualización y análisis para el Municipio de acuerdo a CENAPRED.

Conforme a lo anterior, se utilizó el software Arc Gis 10.8, a través de la sobre posición de capas vectoriales disponibles como: la topografía y pendientes del sitio, uso de suelo y vegetación, hidrología, y cuerpos de agua; siendo éstos los criterios ambientales principales modeladores del área donde se tendrán impactos sinérgicos, y aspectos sociales como comunidades beneficiadas, además de caminos potenciales a usar para el acceso a frentes de trabajo y obras provisionales.

Se requirió de otro aspecto para determinar los alcances que el proyecto tendrá en cuanto a la influencia de ruido y movimiento de vehículos, siendo que de acuerdo al estudio de Forman y Alexander (1998), al tomar el máximo del efecto-distancia de una carretera rodeado de bosque la distancia en el que se detecta una disminución en las densidades de población de la fauna por el ruido es de una distancia de 305 m, ya que la cobertura vegetal impide que el ruido tenga un mayor efecto para ahuyentarlos; por lo que, para el proyecto se tomó una distancia mínima de 300 metros como el límite del área de influencia donde llegarán los efectos del ruido en las comunidades de especies más sensibles.



Se muestra el área de influencia definida por los efectos ecológicos que se extienden a diferentes distancias desde una obra vial. La mayoría de las distancias están basadas en estudios específicos

Para el caso de los escurrimientos, estos predominan los de tipo intermitentes, por lo que también de acuerdo a lo analizado por Forman y Alexander (1998) en este punto con la intercepción del proyecto se tendrá un área de máximo 750 metros aguas abajo para el caso de los intermitentes donde se amplía más el Área de Influencia debido al arrastre de residuos y suelo por las actividades de los accesos al puente y su construcción.

Con respecto a la revisión de los Sitios Prioritarios para la Restauración (SPR), estos representan áreas de alto valor biológico que requieren acciones de restauración para asegurar en el largo plazo la persistencia de la biodiversidad que albergan, además de mantener los bienes y servicios ecosistémicos que proveen, y contribuir a incrementar la conectividad ecológica y/o la recuperación de hábitats de las especies más vulnerables (Tobón *et al.* 2016), por lo que, el proyecto **NO cruza** polígonos de prioridad, así mismo, **tampoco** con base en los Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad incluyendo los Terrestres y Epicontinentales.

Finalmente, para el caso de los riesgos, exposición, vulnerabilidad y peligros, se consideraron: zonas de riesgo por inundación, sequías, incendios. Siendo que los riesgos que el área de influencia ambiental confluye con estos y que se ajustaron finalmente a este aspecto son: susceptibilidad de sismos, sequías, Áreas Prioritarias de protección contra incendios forestales (CONAFOR), e Índice de amenaza a la biodiversidad (Conabio, página: https://incendios.conabio.gob.mx/)

Con base en el análisis de la integración o sumatoria de las Áreas de Influencia por componente o grupos de componentes ya mencionados, se consideró como única área de influencia la cual tiene una superficie de 59.2104 hectáreas.

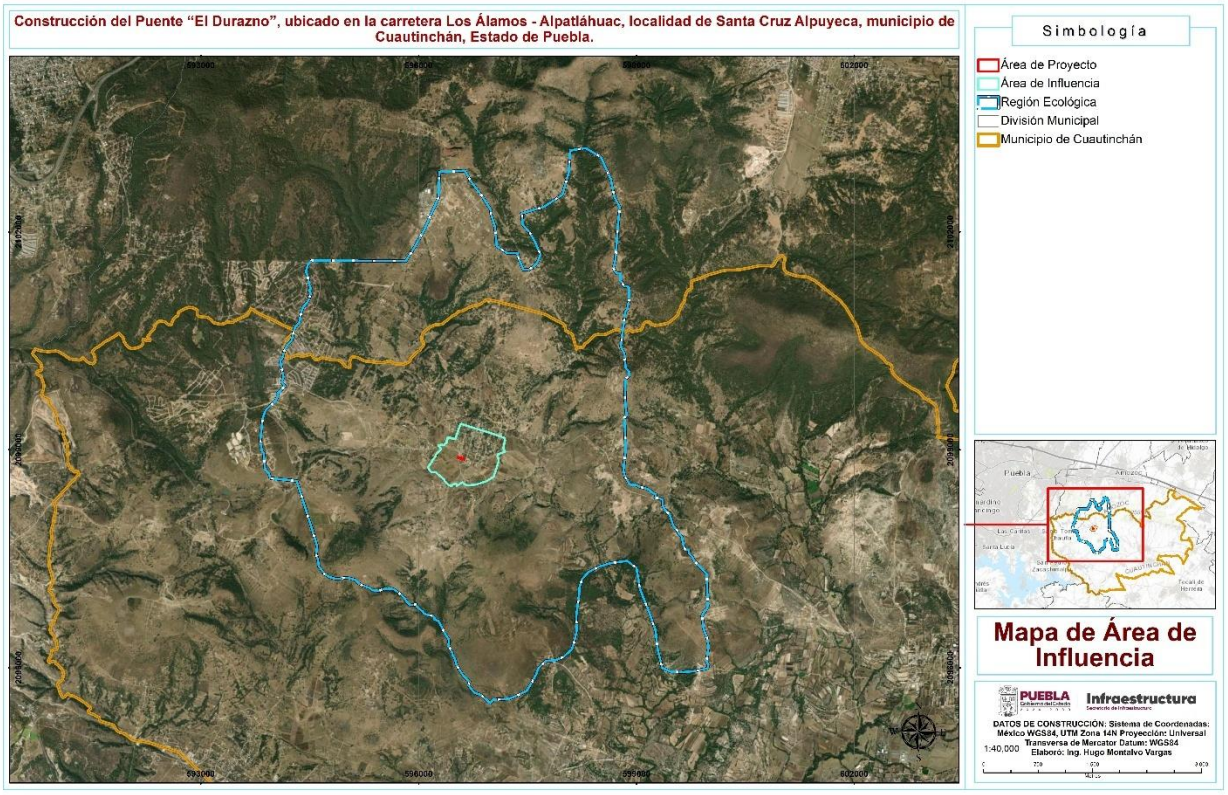


Imagen 8. Área de influencia delimitada con base a límites sociales, físicos y biológicos,

IV.4 MEDIDAS DE COMPENSACIÓN Y/O RESTAURACIÓN AMBIENTAL

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución.	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
Revegetación de las superficies intervenidas temporalmente por las actividades de construcción, principalmente taludes, para la revegetación se utilizarán especies herbáceas, arbustivas y, cuando resulte técnicamente viable, arbóreas nativas de la región, compatibles con las condiciones ambientales del sitio. No se permitirá el establecimiento de especies exóticas o con comportamiento invasor. El objetivo es restablecer parcialmente la cobertura vegetal de las superficies afectadas, favorecer la estabilización del suelo, reducir los procesos de erosión y arrastre de sedimentos, recuperar las funciones	La medida de revegetación se aplicará en las superficies afectadas localizadas aproximadamente 250 m aguas arriba y 250 metros aguas abajo del eje del puente, sobre los márgenes del cauce, exclusivamente dentro del área federal.	La revegetación se realizará sin alterar, rellenar, desviar u obstruir el cauce ni reducir su capacidad hidráulica, utilizando especies nativas compatibles con la vegetación de la ribera, tales como: Nopal de cerro (Opuntia lasiacantha), Palo Azul (*Eysenhardtia polystachya*), Maguey pulquero (*Agave salmiana*), Batamote (*Baccharis salicifolia*), Tepozán blanco (*Buddleja cordata*), Azoyate (*Baccharis conferta*).

Descripción, objetivos, alcances, periodicidad de implementación y plazo de ejecución.	Ubicación	Parámetros de verificación de cumplimiento y eficacia, incluyendo los indicadores y sus unidades
ecológicas del área y mejorar la integración paisajística del proyecto. La revegetación se realizará una vez concluidas las actividades constructivas en cada frente de obra y preferentemente al inicio de la temporada de lluvias. La preparación del terreno y la plantación deberán ejecutarse dentro de los primeros 30 días posteriores a la liberación de cada superficie temporal, procurando que coincidan con la temporada de lluvias. Las actividades de mantenimiento, riego, control de malezas, reposición y seguimiento se realizarán durante un periodo mínimo de 24 meses o hasta comprobar el establecimiento de la vegetación.		

Se redacta la medida en el apartado: IV.4.2 Medidas de Restauración para mayor detalle.

IV.4.1 Medidas de Mitigación

- Antes del inicio de las actividades se deberá contar con las autorizaciones, permisos y documentos aplicables para la ejecución del proyecto, intervención del cauce, aprovechamiento de bancos de materiales y disposición de residuos.
- Los bancos de préstamo, bancos de tiro y proveedores de materiales deberán contar con las autorizaciones correspondientes. Se conservarán comprobantes que acrediten la procedencia y destino de los materiales.
- La empresa constructora deberá determinar su categoría como generador de residuos peligrosos y efectuar el registro correspondiente cuando resulte aplicable.
- Los prestadores contratados para recolectar, transportar, valorizar, tratar o disponer RME y RP deberán contar con autorizaciones vigentes para el tipo de residuo manejado.
- El agua utilizada durante la construcción deberá provenir de fuentes autorizadas. Se conservarán comprobantes de suministro y quedará prohibida su extracción directa del cauce o de cuerpos de agua cercanos.
- Se instalarán sanitarios portátiles en cantidad suficiente para el personal. La empresa prestadora deberá realizar su limpieza y mantenimiento periódico y retirar las aguas residuales para su manejo autorizado.
- Se implementarán las acciones específicas para el manejo de RSU, RME y RP elaborados para el proyecto.
- La empresa constructora contará con un reglamento interno de seguridad, higiene y protección ambiental, así como con procedimientos de emergencia y atención de derrames.
- Antes de iniciar los trabajos, todo el personal recibirá capacitación sobre manejo de residuos, protección del suelo y agua, respuesta ante derrames, circulación segura y prohibiciones ambientales.
- Se prohibirá realizar fogatas, quemar residuos, enterrar materiales, descargar sustancias al suelo o agua y utilizar el cauce como sitio de almacenamiento o disposición.
- Los frentes de obra, almacenes, patios de maquinaria y obras provisionales se ubicarán exclusivamente dentro de las superficies autorizadas.
- Al concluir cada jornada se realizará una inspección y limpieza del frente de trabajo, evitando la permanencia de residuos o materiales sueltos susceptibles de ser arrastrados por lluvia o viento.

Medio físico

Hidrología (Superficial)

- Las actividades que impliquen excavaciones, movimientos de tierra o intervención próxima al cauce deberán programarse preferentemente durante la temporada de menor precipitación.
- Antes de iniciar la obra se delimitará físicamente el cauce y sus márgenes, evitando la ocupación de superficies no contempladas en el proyecto.
- La construcción deberá conservar la continuidad y capacidad hidráulica del cauce. No se permitirá su relleno, obstrucción o desvío permanente.
- Las obras provisionales utilizadas deberán limitarse al área correspondiente, tomando en cuenta que cerca del cauce se restringirá la colocación de cualquier obra provisional. Tomando en cuenta que los materiales de excavación, agregados, cemento y residuos deberán almacenarse fuera del cauce, márgenes y zonas susceptibles de inundación.
- Los sanitarios portátiles se colocarán sobre superficies estables, fuera del cauce y alejados de zonas susceptibles de inundación.
- Los montículos de tierra o materiales finos deberán cubrirse con lonas o protegerse mediante barreras de retención para impedir su arrastre.
- Los puntos de descarga del puente deberán estar direccionado con el propósito de proteger el suelo evitando erosión, socavación o formación de cárcavas. Y, por el contrario, no se extraerá agua del cauce para riego, limpieza, preparación de concreto o cualquier otra actividad.
- Quedará prohibido descargar al cauce aguas residuales, aguas jabonosas, aceites, combustibles, pinturas, solventes, aditivos, lechadas de concreto o cualquier sustancia contaminante.
- El lavado y mantenimiento de herramientas y equipos con residuos de concreto se realizará en un área impermeable. Los sólidos se dejarán sedimentar y endurecer para su manejo como residuo de construcción cuando no presenten características de peligrosidad.
- Se contará con materiales absorbentes y barreras para impedir que un derrame accidental alcance el cauce.
- Después de lluvias intensas se inspeccionarán el cauce, las barreras de sedimentos, los almacenes y las obras de drenaje. Cualquier residuo o material arrastrado deberá retirarse.
- Al finalizar la construcción se verificará que el cauce permanezca libre de residuos, estructuras provisionales y acumulaciones de material atribuibles a la obra.
- Durante la operación se realizarán inspecciones antes y después de la temporada de lluvias para detectar obstrucciones, erosión, socavación o acumulación excesiva de sedimentos.

Hidrología (Subterránea)

- Quedará prohibida la infiltración al terreno de aguas residuales, aguas jabonosas, combustibles, aceites, pinturas, solventes y agua de lavado de concreto.
- Los combustibles y sustancias químicas se almacenarán sobre superficies impermeables y dentro de sistemas de contención secundaria.
- La maquinaria se inspeccionará periódicamente para identificar fugas de aceite, combustible, anticongelante o fluidos hidráulicos.
- Los equipos con fugas deberán retirarse de operación hasta ser reparados. En caso de derrame, se recuperará el producto, se retirarán los materiales absorbentes y se removerá el suelo contaminado para manejarlo conforme a sus características.
- El agua requerida durante la construcción deberá provenir de fuentes autorizadas y utilizarse racionalmente.
- Las superficies que no sean ocupadas permanentemente deberán conservarse permeables o restaurarse al finalizar los trabajos.

Suelo, geología y geomorfología

- La superficie de intervención deberá delimitarse antes del inicio de la obra. Se evitará afectar terrenos adicionales a los requeridos para el puente, accesos y obras complementarias.

- La capa superficial de suelo que conserve materia orgánica deberá retirarse selectivamente, almacenarse por separado y reutilizarse en la restauración. El suelo vegetal se almacenará en montículos de poca altura y se protegerá contra compactación, erosión y arrastre.
- Se evitarán sobreexcavaciones, cortes verticales no previstos y acumulaciones de material que puedan comprometer la estabilidad del terreno.
- El material de excavación deberá clasificarse para determinar si puede reutilizarse en rellenos o terraplenes, y el material apto se reutilizará dentro de la obra siempre que cumpla con las especificaciones geotécnicas.
- El material excedente se trasladará a bancos de tiro o sitios autorizados. Quedará prohibido depositarlo en el cauce, barrancas, laderas, terrenos agrícolas o predios no autorizados.
- Los taludes de relleno deberán contar con la inclinación y estabilización determinadas por el proyecto
- En taludes con erosión superficial se colocarán mallas orgánicas de fibra de coco o yute, acompañadas de restitución de suelo y revegetación de alguna de las siguientes especies nativas de la región, tales como: Nopal de cerro (*Opuntia lasiacantha*), Palo Azul (*Eysenhardtia polystachya*), Maguey pulquero (*Agave salmiana*), Batamote (*Baccharis salicifolia*), Tepozán blanco (*Buddleja cordata*), Azoyate (*Baccharis conferta*).



La cual se hace realiza la observación de la distribución de acuerdo a la siguiente tabla:

Especie	No.
Opuntia lasicantha	150
Eysenhardtia polystachya	50
Agave salmiana	200
Baccharis salicifolia	50
Buddleja cordata	100
Baccharis conferta	50
TOTAL	600

- Se podrán utilizar sistemas de contención como malla de triple únicamente cuando el estudio geotécnico identifique riesgo de desprendimiento o inestabilidad.
- Durante las lluvias se suspenderán los movimientos de tierra cuando exista riesgo de erosión, derrumbe o arrastre de sedimentos.
- No se almacenarán residuos, combustibles o sustancias químicas directamente sobre el terreno.
- Los residuos peligrosos (RP) se mantendrán en recipientes compatibles, dentro de un almacén techado, impermeable y con contención secundaria; los residuos de manejo especial (RME) se separarán por tipo y se almacenarán en un área delimitada, fuera del cauce; los residuos sólidos urbanos (RSU) se colocarán en contenedores identificados y con tapa. Al concluir los trabajos se

retirarán residuos, escombro, materiales sobrantes y obras provisionales. Se podrán manejar dichos residuos mediante las acciones propuestas al final del presente documento.

Calidad del aire

- La maquinaria y vehículos deberán recibir mantenimiento preventivo para reducir emisiones de gases y partículas. Se prohibirá la operación de maquinaria que produzca humo visible de manera constante o presente fallas evidentes.
- Los equipos permanecerán apagados cuando no se encuentren en operación.
- Los caminos, superficies excavadas y materiales susceptibles de generar polvo se humedecerán periódicamente. El riego se realizará de manera controlada, evitando encharcamientos, desperdicio de agua y generación de lodos.
- Los camiones que transporten tierra, arena, grava o residuos deberán cubrir la carga con lonas y no deberán exceder su capacidad de carga, además los materiales finos se almacenarán cubiertos y protegidos contra la acción del viento, estableciendo límites de velocidad para reducir el levantamiento de polvo.
- Quedará prohibida la quema de residuos, vegetación, empaques o cualquier otro material.
- Al identificarse viviendas cercanas, se incrementará la frecuencia de riego y se reducirá la velocidad de circulación.

Ruido y vibraciones

- Las actividades que generen ruido elevado se realizarán preferentemente en horario diurno y se evitará mantener equipos encendidos cuando no estén en operación, se fomentará la cultura de ruido evitando la utilización de claxon o señales sonoras innecesarias.
- Se cumplirá con los límites y criterios aplicables en materia de emisiones de ruido de acuerdo a lo que establece la NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. Además, el personal expuesto deberá utilizar protección auditiva conforme a la NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- Antes de ejecutar actividades que generen vibraciones cerca de construcciones, se realizará un registro fotográfico de su estado.
- Cuando se detecten grietas, asentamientos o vibraciones inusuales, se suspenderán los trabajos y se realizará una evaluación técnica.

Paisaje, Suelo e Hidrología (Manejo de residuos)

- Se sugiere la aplicación de las acciones de manejo de RSU, RME y RP elaborados para el proyecto, resaltando que los residuos deberán separarse desde el punto de generación y colocarse en contenedores identificados; quedará prohibida la mezcla de RP con RSU o RME, además los residuos reciclables deberán mantenerse limpios y separados para su valorización.
- Para el manejo de diferentes residuos será el siguiente, el suelo vegetal, material de excavación, concreto, metales, madera y embalajes se manejarán como RME; los aceites usados, filtros, absorbentes, trapos, suelo contaminado, pinturas, solventes y envases con residuos peligrosos se manejarán como RP, y estos se entregarán exclusivamente a prestadores autorizados y cada salida contará con manifiesto. Los RME se entregarán a sitios o prestadores autorizados y se conservarán comprobantes; los RSU no aprovechables se entregarán al servicio municipal o prestador correspondiente.
- Quedará prohibido utilizar el cauce, las excavaciones o los terrenos colindantes como sitios de disposición. Y al finalizar la obra se realizará una limpieza integral de frentes, accesos, almacenes, patios y obras provisionales.

Medio biótico.

Protección de fauna silvestre

- Ahuyentamiento previo al inicio de las obras. Antes de iniciar actividades de desmonte, despalme, excavación y movimiento de maquinaria, realizar recorridos sistemáticos dentro del área del proyecto (AP) para favorecer el desplazamiento de individuos hacia áreas aledañas que no serán intervenidas. La medida debe realizarse de manera gradual y evitando generar situaciones de estrés o mortalidad.
- Rescate y reubicación de fauna de lento desplazamiento. Antes y durante las actividades de preparación del sitio se deberá realizar la búsqueda activa de reptiles y anfibios, poniendo especial atención en individuos de lento desplazamiento. Los organismos encontrados deberán ser capturados por personal capacitado y trasladados a sitios previamente seleccionados dentro del área de influencia (AI) o región ecológica (RE) que presenten condiciones ambientales adecuadas y no serán afectados por el proyecto.
- Protección específica de *Sceloporus grammicus*. Debido a que Sceloporus grammicus fue registrada en AP, AI y RE y se encuentra bajo la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr), deberá recibir atención prioritaria durante las actividades de preparación del sitio. Se recomienda realizar recorridos de búsqueda antes del desmonte y durante las actividades que impliquen remoción o modificación de la cobertura del suelo. Los individuos encontrados deberán ser rescatados y reubicados en sitios con condiciones similares de refugio, exposición y cobertura vegetal.
- Prohibición de captura, cacería y manipulación innecesaria**.** Establecer una prohibición expresa para trabajadores y contratistas respecto a la captura, persecución, extracción, comercialización, alimentación o muerte de ejemplares de fauna silvestre. La prohibición deberá incluirse en las pláticas de inducción ambiental y mantenerse durante todas las etapas del proyecto.
- Capacitación ambiental al personal. Antes del inicio de las actividades, impartir una capacitación breve al personal sobre identificación básica de fauna, especies de interés, procedimiento de actuación ante el hallazgo de un ejemplar y prohibiciones aplicables.
- Revisión de sitios de posible refugio. Antes de mover materiales, retirar residuos, desmontar estructuras o intervenir acumulaciones de piedras, madera u otros elementos que puedan funcionar como refugio, deberán realizarse inspecciones para detectar fauna.
- Manejo adecuado de residuos. Los residuos deberán mantenerse en recipientes cerrados y retirarse periódicamente para evitar atraer fauna oportunista o generar riesgos de atrapamiento, intoxicación o interacción con animales domésticos y silvestres.
- Manejo de maquinaria y velocidad de circulación. Establecer límites de velocidad dentro del área del proyecto y mantener los vehículos exclusivamente en los caminos y superficies autorizadas. Esta medida permitirá disminuir el riesgo de atropellamiento de reptiles, anfibios y pequeños mamíferos.

Vegetación

- Delimitación física del área autorizada de intervención. Delimitar previamente el área del proyecto (AP) mediante señalización visible para evitar que maquinaria, vehículos y trabajadores ingresen o afecten superficies que no formen parte del área autorizada para las obras.
- Evitar afectaciones innecesarias a vegetación existente. Las actividades de desmonte deberán limitarse estrictamente a la superficie requerida para el desarrollo del proyecto. La vegetación ubicada fuera de las áreas de intervención deberá conservarse, evitando daños por tránsito de maquinaria, almacenamiento de materiales o disposición de residuos.
- Rescate de individuos de flora de interés. Antes del desmonte se recomienda realizar una revisión de los individuos vegetales presentes para determinar si existen ejemplares susceptibles de rescate o reubicación, particularmente especies nativas y aquellas que presenten algún interés ecológico.
- Las especies que pueden ser sujetas a rescate son las pertenecientes al género Opuntia.
- Restauración de áreas temporales. Las superficies utilizadas temporalmente para maniobras, almacenamiento o tránsito deberán ser rehabilitadas al finalizar las actividades. Cuando se requiera revegetación, se deberán priorizar especies nativas y compatibles con las condiciones ecológicas locales, evitando favorecer especies exóticas o potencialmente invasoras.

Mantener la funcionalidad del AI y RE

* Conservación de áreas con vegetación fuera del AP. Se deberá evitar cualquier afectación innecesaria sobre la vegetación presente en el AI y, particularmente, en los sectores de la RE que presentan mayor riqueza y diversidad.
* Evitar fragmentación adicional. El proyecto deberá mantenerse dentro de la superficie autorizada y evitar la apertura de caminos, brechas o áreas auxiliares adicionales que incrementen la fragmentación de la cobertura vegetal o reduzcan la disponibilidad de sitios de refugio y desplazamiento para la fauna.

Medio socioeconómico

Movilidad y accesibilidad

* Antes de iniciar la construcción se informará a las autoridades y población sobre el programa de obra, cierres parciales y rutas alternativas.
* Se instalará señalización preventiva antes del frente de obra y en los accesos.
* Durante horarios de mayor tránsito se contará con personal para orientar la circulación cuando sea necesario.
* Los caminos provisionales deberán mantenerse en condiciones seguras y libres de materiales.
* Se garantizará el paso de ambulancias, vehículos de emergencia y servicios esenciales.
* Al concluir la obra se retirará la señalización provisional y se rehabilitarán los accesos utilizados temporalmente.

Salud y seguridad de la población

* El frente de obra se delimitará mediante barreras físicas, señalización y dispositivos visibles.
* Las excavaciones deberán permanecer protegidas para evitar caídas de peatones o animales domésticos, y deberá realizarse a lo establecido en la NOM-031-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
* La maquinaria circulará a velocidad reducida en sectores habitados y caminos vecinales.
* Se mantendrá un directorio de servicios de emergencia y comunicación disponible; las quejas o reportes de la población deberán registrarse, investigarse y atenderse.

Seguridad e higiene laboral

* La empresa constructora deberá aplicar su reglamento de seguridad e higiene y el programa de atención de emergencias.
* El personal utilizará el equipo de protección personal de acuerdo a la NOM.017-STPS-2024, Equipo de protección personal correspondiente a cada actividad.
* Las áreas de riesgo se delimitarán y únicamente podrá ingresar personal autorizado.
* El personal recibirá capacitación sobre manejo de sustancias químicas, residuos y respuesta ante derrames, de acuerdo a la NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo. Los productos químicos deberán contar con etiquetas y hojas de datos de seguridad.
* Se contará con botiquín, extintores, equipo para derrames y medios de comunicación.
* Se proporcionará agua potable y sanitarios al personal, de acuerdo a lo establecido en las obras adicionales.
* Quedará prohibido realizar actividades bajo efectos de alcohol o sustancias que comprometan la seguridad. Los accidentes deberán registrarse e investigarse para establecer acciones correctivas.

Empleo y actividades productivas

* Se priorizará la contratación de mano de obra local cuando cumpla con los perfiles y requisitos de seguridad. Sin embargo, los materiales deberán provenir de proveedores y bancos autorizados.

- Se fomentará la adquisición de alimentos, materiales y servicios en establecimientos locales cuando resulte viable.
- No se utilizarán productos pétreos procedentes de extracciones clandestinas.
- Los residuos y materiales no se depositarán sobre parcelas o entradas particulares.
- Los vehículos deberán transportar los materiales de manera segura para evitar pérdidas que afecten caminos o actividades económicas.
- Las actividades deberán evitar daños a la infraestructura existente.
- Cuando se requiera intervenir una red de agua potable, se coordinará previamente con la autoridad o empresa responsable.
- Las interrupciones deberán programarse, reducirse al tiempo indispensable y comunicarse a las personas usuarias.
- Los elementos del puente y sus accesos deberán inspeccionarse periódicamente durante la operación.
- Se mantendrán funcionales la señalización y dispositivos de seguridad vial.

ACCIÓN DE MANEJO DE RESIUDOS SÓLIDOS URBANOS

Objetivo

Establecer las acciones para prevenir, separar, almacenar, recolectar y disponer adecuadamente los residuos sólidos urbanos generados por el personal durante la preparación del sitio, construcción, limpieza y mantenimiento del proyecto, evitando su dispersión o incorporación al suelo y al cauce.

Alcance

El plan será obligatorio para trabajadores, contratistas, subcontratistas, proveedores y visitantes. Se aplicará en frentes de obra, áreas de descanso y alimentación, oficinas provisionales, accesos, almacenes y zonas de estacionamiento.

Responsables

El residente de obra proporcionará los contenedores y recursos necesarios. El responsable ambiental verificará la separación, limpieza, recolección y registro de los residuos.

Los supervisores deberán mantener el orden en cada frente de trabajo. Los trabajadores serán responsables de depositar sus residuos en los recipientes correspondientes.

Tipo	Residuo	Manejo
Orgánico	Restos de alimentos	Contenedor con tapa y recolección frecuente
Reciclable	Botellas de PET	Separación y entrega para reciclaje
Reciclable	Latas de aluminio y hojalata	Acopio y valorización
Reciclable	Papel y cartón limpios	Mantener secos y enviar a reciclaje
Reciclable	Vidrio	Colocar en recipiente rígido
No aprovechable	Servilletas y papel sanitario	Disposición mediante servicio municipal
No aprovechable	Empaques contaminados con alimentos	Contenedor general con tapa
Sanitario común	Residuos de limpieza y sanitarios	Manejo como RSU no aprovechable

Es importante mencionar que no se veden incluir envases que hayan contenido aceites, combustibles, pinturas, solventes o sustancias peligrosas.

1. Prevención y reducción

* Comprar alimentos e insumos con el menor embalaje posible.
* Promover el uso de termos, recipientes y cubiertos reutilizables.
* Instalar dispensadores de agua para reducir botellas desechables.
* Evitar utensilios de un solo uso cuando resulte viable.
* Adquirir productos en presentaciones de mayor capacidad.
* Solicitar a proveedores el retiro de embalajes retornables.
* Evitar el ingreso de recipientes de vidrio cuando representen riesgo.

2. Separación

Los residuos se separarán desde su lugar de generación en:

Color sugerido	Clasificación
Verde	Residuos orgánicos
Azul	Papel y cartón
Amarillo	Plásticos y metales reciclables
Gris o negro	Residuos no aprovechables

Todos los recipientes deberán contar con una etiqueta escrita y visible. El color funcionará únicamente como apoyo para facilitar la identificación.

La separación en la fuente permite obtener una mejor calidad de los materiales con valor de recuperación, optimizar su aprovechamiento y, por ende, conservar los recursos naturales y disminuir los impactos negativos sobre el medio ambiente. Por ende, es necesario practicar una correcta separación en la fuente de generación de los residuos sólidos, manteniendo un adecuado tratamiento para no desaprovechar materias primas que podrían ser recicladas o reutilizadas, contribuyendo conscientemente al medio ambiente.

Se deben de cuantificar los residuos generados por etapa: Los cuales para obtener la cantidad de residuos generados en la etapa de la cimentación se emplea la siguiente fórmula:

$$RGT = \frac{(m^2 x\ SGT)}{1000^*}$$

En donde:

RGT: Cantidad de residuos generados por tipo de clasificación en Ton.

m^2: Metros cuadrados de construcción

SGT: Sub índice de generación de residuos por tipo de clasificación

*Se toma como equivalencia para la guía = 1 tonelada = 1000 kg.

3. Contenedores

Los contenedores deberán:

* Ser resistentes y lavables.

- Permanecer cerrados.
- Contar con bolsa interior cuando resulte aplicable.
- Estar identificados por tipo de residuo.
- Permanecer sobre superficie firme.
- Protegerse contra lluvia y viento.
- No llenarse por encima del 80 al 90 %.
- Colocarse en zonas accesibles para el personal.

Se instalarán recipientes en las áreas de mayor generación, particularmente en comedores, oficinas provisionales y zonas de descanso.

4. Almacenamiento temporal

Se habilitará un punto de almacenamiento temporal alejado del cauce, zonas de escurrimiento y áreas susceptibles de inundación.

El sitio deberá:

- Estar delimitado y señalizado.
- Contar con superficie firme.
- Permitir el acceso del vehículo recolector.
- Mantener los residuos protegidos contra lluvia y viento.
- Evitar el acceso de animales.
- Permanecer limpio y sin lixiviados.
- No obstruir rutas de emergencia.

Los residuos orgánicos deberán retirarse diariamente o con la frecuencia necesaria para evitar olores y proliferación de fauna nociva.

5. Recolección y transporte

La recolección interna se realizará antes de que los recipientes alcancen su capacidad máxima. Los residuos serán trasladados al área temporal utilizando bolsas cerradas o recipientes adecuados.

Los RSU no aprovechables se entregarán al servicio de recolección municipal o a un prestador autorizado. Los materiales reciclables podrán entregarse a centros de acopio o recicladores.

Se conservarán recibos, fotografías o comprobantes de entrega cuando estén disponibles.

1. Prohibiciones

Quedará prohibido:

- Tirar residuos dentro del cauce.
- Abandonar basura en los frentes de obra.
- Enterrar residuos.
- Quemar residuos.
- Mezclar RSU con escombro o residuos peligrosos.
- Utilizar excavaciones como sitios de disposición.
- Dejar bolsas abiertas o fuera de los contenedores.
- Depositar líquidos dentro de recipientes para residuos sólidos.

Entregar envases contaminados con sustancias peligrosas como reciclables.

2. Limpieza

Al finalizar cada jornada se realizará una inspección y limpieza de los frentes de trabajo. Los residuos dispersos deberán recuperarse inmediatamente.

Después de lluvias o vientos fuertes se revisarán:

- Márgenes del cauce.
- Accesos.
- Áreas de almacenamiento.
- Zonas de descanso.
- Superficies colindantes.

Cualquier residuo arrastrado deberá retirarse y colocarse en el contenedor correspondiente.

3. Capacitación

El personal recibirá capacitación sobre:

- Clasificación de RSU.
- Sistema de colores.
- Ubicación de recipientes.
- Prevención y reducción.
- Prohibición de tirar residuos en el cauce.
- Procedimiento para reportar contenedores saturados.
- Diferencias entre RSU, RME y RP.
- Se realizarán pláticas de refuerzo cuando se detecten mezclas o incumplimientos.

4. Registro

Se llevará una bitácora con:

1. Fecha
2. Residuo
3. Cantidad estimada
4. Unidad Destino Responsable
5. Comprobante

Las cantidades se registrarán en kilogramos con la metodología recomendada, procurando conservar el mismo método durante toda la obra,

5. Cierre de obra

Al concluir la construcción se deberá:

- Retirar la totalidad de los RSU.
- Limpiar frentes, accesos y áreas provisionales.
- Verificar que no existan residuos dentro del cauce.
- Retirar contenedores y señalización temporal.
- Integrar la bitácora y comprobantes.
- Elaborar un reporte final con las cantidades generadas y su destino.

El manejo deberá cumplir con la legislación estatal de Puebla, las disposiciones municipales y los principios establecidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

ACCIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL

Objetivo

Establecer las acciones para prevenir, minimizar, separar, almacenar, reutilizar, valorizar, transportar y disponer adecuadamente los residuos de manejo especial generados durante la preparación del sitio, construcción y limpieza del proyecto, evitando afectaciones al suelo, cauce, vegetación y terrenos colindantes.

Alcance

El plan será aplicable a todos los residuos de construcción, excavación, mantenimiento y embalaje que, por sus características y volumen, sean clasificados como RME.

Será obligatorio para el promovente, empresa constructora, contratistas, subcontratistas, proveedores, transportistas y prestadores de servicios vinculados con el proyecto.

1. Marco normativo
2. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
3. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
4. Ley General de Economía Circular.
5. Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial para el Estado de Puebla.
6. NOM-161-SEMARNAT-2011.
7. NOM-083-SEMARNAT-2003, en lo aplicable.
8. Disposiciones emitidas por la autoridad ambiental del estado de Puebla.
9. Reglamentación municipal aplicable en Cuautinchán.
10. Condicionantes de las autorizaciones ambientales del proyecto.

La NOM-161-SEMARNAT-2011 considera sujetos a plan de manejo los residuos de construcción, mantenimiento y demolición generados en cantidades superiores a 80 m^3. El volumen real deberá estimarse antes de iniciar los trabajos y actualizarse durante la construcción.

11. Responsables

Residente de obra

* Proporcionar áreas de almacenamiento y recursos.
* Coordinar la reutilización de materiales.
* Autorizar la salida de residuos.
* Verificar que contratistas cumplan el plan.

Responsable ambiental

* Identificar y clasificar los RME.
* Llevar la bitácora de generación.
* Inspeccionar las áreas de almacenamiento.
* Revisar las autorizaciones de transportistas y destinos.
* Integrar recibos, constancias y evidencia fotográfica.
* Elaborar el reporte final.

Supervisores

* Controlar la separación en cada frente.
* Evitar que los residuos invadan el cauce o terrenos colindantes.
* Informar sobre materiales excedentes o no previstos.

Trabajadores

* Separar los residuos.
* Mantener limpios los frentes.

- No abandonar, enterrar o quemar materiales.
- Reportar derrames o contaminación de residuos aprovechables.

12. Identificación de RME

Los residuos potencialmente generados serán:

Residuo	Fuente	Manejo preferente
Suelo vegetal	Despalme	Conservación y reutilización
Material de excavación no contaminado	Excavaciones y cortes	Uso en rellenos o terraplenes
Material pétreo excedente	Cortes y preparación del terreno	Reutilización o disposición autorizada
Concreto endurecido	Colados y sobrantes	Trituración o aprovechamiento
Escombro	Actividades constructivas	Separación y valorización
Residuos de asfalto	Construcción de accesos	Recuperación o reciclaje
Acero y metales	Armados, cortes y estructuras	Reciclaje
Madera limpia	Cimbras, tarimas y embalajes	Reutilización o valorización
Sacos vacíos de cemento	Preparación de mezclas	Acopio seco y reciclaje
Plásticos de embalaje	Recepción de materiales	Reciclaje
Tubería y cable	Instalaciones y recortes	Reutilización o reciclaje
Residuos vegetales	Desmonte y limpieza	Trituración o aprovechamiento
Llantas fuera de uso	Vehículos y maquinaria	Entrega a plan de manejo
Sedimentos de lavado de concreto	Limpieza controlada	Secado y clasificación

Los residuos contaminados con aceites, combustibles, pinturas o solventes no se manejarán como RME hasta descartar características de peligrosidad.

13. Estimación de generación

Antes del inicio de la construcción se integrará el inventario estimado de:

- Residuo
- Cantidad Estimada
- Unidad
- Etapa
- Destino

14. Prevención y minimización

- Ajustar las compras al programa de obra.
- Solicitar materiales en dimensiones compatibles con el proyecto.
- Optimizar cortes de acero, madera, tubería y cable.
- Reutilizar cimbras mientras conserven condiciones adecuadas.
- Solicitar a proveedores el retiro de tarimas y embalajes.
- Preparar únicamente la cantidad necesaria de concreto.
- Proteger cemento y materiales contra lluvia.
- Evitar daños a materiales durante su descarga y almacenamiento.
- Reincorporar el material de excavación apto en rellenos.
- Evitar excavaciones y desmontes fuera del área autorizada.

15. Separación

Los RME se separarán desde su punto de generación en:

- Suelo vegetal.
- Material de excavación.
- Concreto y escombro.
- Asfalto.
- Metales.
- Madera.
- Plásticos y embalajes.
- Sacos de cemento.
- Residuos vegetales.
- Llantas.

No se permitirá mezclar materiales aprovechables con residuos sanitarios, alimentos, aceites, pinturas, combustibles o suelo contaminado.

16. Manejo del suelo vegetal

La capa superficial que conserve materia orgánica deberá:

1. Retirarse selectivamente.
2. Mantenerse separada del material profundo.
3. Almacenarse en montículos de poca altura.
4. Protegerse contra erosión y arrastre.
5. Evitar su compactación por maquinaria.
6. Reutilizarse en revegetación y restauración.
7. No deberá utilizarse para rellenar el cauce ni mezclarse con escombro.

17. Material de excavación

El material deberá evaluarse para determinar su aprovechamiento. Podrá reutilizarse cuando:

- No se encuentre contaminado.
- Cumpla las especificaciones geotécnicas.
- Sea adecuado para rellenos o terraplenes.
- Su empleo esté previsto en el proyecto.

El material excedente deberá enviarse a un sitio autorizado. Quedará prohibido depositarlo:

- Dentro del cauce.
- Sobre las márgenes.
- En barrancas.
- En terrenos agrícolas sin autorización.
- En áreas con vegetación.
- En tiraderos clandestinos.

18. Concreto y escombro

Los sobrantes de concreto deberán depositarse en un área controlada hasta su endurecimiento. Posteriormente podrán triturarse o trasladarse para aprovechamiento.

El escombro deberá mantenerse separado de:

- Residuos orgánicos.
- Madera.
- Metales.
- Plásticos.
- Aceites y combustibles.
- Envases de sustancias peligrosas.

Cuando cumpla con las especificaciones técnicas, podrá utilizarse como material secundario. Su reutilización no deberá reducir la capacidad hidráulica del cauce ni modificar superficies no autorizadas.

19. Almacenamiento temporal

El área de RME deberá:

- Estar delimitada y señalizada.
- Ubicarse fuera del cauce y zonas inundables.
- Contar con superficie estable.
- Mantener separados los residuos.
- Permitir el acceso de vehículos.
- Evitar la dispersión por viento.
- Contar con barreras para sedimentos.
- Permanecer limpia y ordenada.

Los materiales finos deberán cubrirse con lonas. No se formarán montículos inestables ni de altura excesiva.

20. Recolección y transporte

El transporte se realizará mediante vehículos adecuados y con la carga cubierta. Se evitará derramar materiales durante el recorrido.

Antes de contratar un servicio se verificará:

- Identificación del prestador.
- Permisos o autorizaciones aplicables.
- Tipo de residuo autorizado.
- Vehículos utilizados.
- Sitio de aprovechamiento o disposición.
- Emisión de comprobantes.

21. Destino

Se aplicará el siguiente orden:

1. Reducción.
2. Reutilización dentro del proyecto.
3. Retorno al proveedor.
4. Reciclaje o valorización.
5. Aprovechamiento en otra obra autorizada.
6. Disposición final autorizada.

La empresa encargada de la recolección, transporte y disposición final de los residuos deberá estar certificada ante la SMADSOT.

22. Prohibiciones

Quedará prohibido:

- Mezclar RME con RSU o RP.
- Quemar residuos.
- Enterrar residuos.
- Rellenar el cauce.
- Depositar escombro en barrancas.
- Abandonar materiales en terrenos colindantes.
- Transportar materiales sin cubrir.
- Entregar residuos a sitios no autorizados.
- Reutilizar materiales contaminados.
- Obstruir caminos o accesos con montículos.

23. Capacitación

- El personal será capacitado sobre:
- Identificación de RME.
- Separación por tipo.
- Reutilización de materiales.
- Protección del suelo vegetal.
- Manejo de concreto.
- Prohibición de depositar residuos en el cauce.
- Actuación cuando un residuo esté contaminado.
- Registro de cantidades y salidas.

24. Bitácora

1. Fecha
2. Residuo
3. Cantidad
4. Unidad
5. Área generadora
6. Manejo Transportista
7. Destino
8. Comprobante

La cantidad deberá medirse preferentemente mediante peso, volumen calculado o capacidad de los vehículos.

25. Inspección y seguimiento

El responsable ambiental realizará inspecciones semanales y después de lluvias intensas. Se verificará:

- Separación.
- Estado de las áreas.
- Protección de materiales finos.
- Ausencia de residuos en el cauce.
- Estabilidad de montículos.
- Limpieza de accesos.
- Documentación de salidas.
- Cantidad acumulada.
- Cumplimiento de acciones correctivas.

26. Cierre

Al concluir la obra se deberá:

- Retirar todos los RME.
- Limpiar almacenes y frentes.
- Verificar el cauce y sus márgenes.
- Reutilizar el suelo vegetal.
- Restaurar las áreas intervenidas.
- Integrar comprobantes y evidencia fotográfica.
- Comparar las cantidades estimadas con las reales.
- Elaborar el informe final de manejo.

El informe deberá indicar cuánto material fue generado, reutilizado, reciclado y enviado a disposición final. La suma de estos destinos deberá coincidir con la cantidad total registrada.

ACCIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Objetivo

Establecer las acciones para identificar, reducir, separar, envasar, etiquetar, almacenar, recolectar, transportar y entregar los residuos peligrosos generados durante la preparación, construcción y limpieza del proyecto, previniendo riesgos para el personal y la contaminación del suelo, cauce, agua superficial y agua subterránea.

Alcance

El plan será obligatorio para el promovente, empresa constructora, contratistas, subcontratistas, operadores de maquinaria, responsables de mantenimiento, transportistas y prestadores de servicios que intervengan en el manejo de RP.

Comprenderá:

- Frentes de obra.
- Áreas de almacenamiento.
- Zonas de maquinaria.
- Actividades de mantenimiento.
- Aplicación de pinturas y señalamiento.
- Atención de fugas y derrames.
- Limpieza y cierre de obra.

1. Marco normativo

El manejo se realizará conforme a:

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- NOM-052-SEMARNAT-2005, identificación y clasificación de RP.
- NOM-053-SEMARNAT-1993, procedimiento de extracción para toxicidad.
- NOM-054-SEMARNAT-1993, incompatibilidad entre RP.
- NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002, cuando se generen RPBI.
- Normativa aplicable al transporte de materiales y residuos peligrosos.
- Condicionantes establecidas en las autorizaciones ambientales.

2. Categoría del generador

La empresa deberá calcular la cantidad total anual de RP para determinar su categoría:

Microgenerador. Hasta 400 kg anuales

Pequeño generador: Más de 400 kg y menos de 10 toneladas

Gran generador: 10 toneladas o más.

La categoría deberá sustentarse con bitácoras, comprobantes y manifiestos. Posteriormente se realizarán los registros, avisos, planes e informes que correspondan ante la autoridad competente.

Si distintas empresas generan RP dentro de la obra, deberá definirse contractualmente quién tendrá la responsabilidad legal como generador y cómo se documentará la transferencia de cada residuo.

3. Identificación

Un residuo será peligroso cuando:

- Aparezca en los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Presente alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad o biológico-infecciosa.
- Se conozca que contiene sustancias que le confieren peligrosidad.
- Los análisis correspondientes determinen su peligrosidad.

No se clasificará un residuo únicamente por su apariencia. Se revisará su origen, composición, hoja de datos de seguridad y proceso que lo generó.

4. Prevención y minimización

- Mantener la maquinaria en buenas condiciones.
- Realizar mantenimiento mayor en talleres establecidos.
- Inspeccionar diariamente mangueras, conexiones, depósitos y sistemas hidráulicos.
- Retirar de operación los equipos con fugas.
- Comprar pinturas y solventes en cantidades ajustadas.
- Utilizar completamente los productos antes de abrir nuevos envases.
- Mantener recipientes cerrados para evitar derrames y evaporación.
- Solicitar a proveedores la recepción de baterías, envases o productos usados.
- Evitar el almacenamiento innecesario de sustancias peligrosas.
- Utilizar charolas durante abastecimiento o mantenimiento menor.
- No realizar mantenimiento cerca del cauce.

5. Segregación

Los RP deberán separarse por tipo y compatibilidad. No se permitirá mezclar:

- Aceite usado con anticongelante.
- Solventes con agua.
- Baterías con residuos inflamables.
- Ácidos con sustancias alcalinas.
- RP líquidos con sólidos contaminados.
- RP con RSU o RME.
- Residuos desconocidos con residuos identificados.

La compatibilidad deberá determinarse conforme a la NOM-054-SEMARNAT-1993 y las hojas de datos de seguridad.

6. Envasado

- Los recipientes deberán:
- Ser compatibles con el residuo.
- Encontrarse en buenas condiciones.
- Permanecer cerrados.
- No presentar corrosión, fugas o deformaciones.
- Contar con tapa o sistema de cierre.
- No llenarse por encima del 80 al 90 %.
- Permitir manipulación segura.
- Protegerse contra golpes y caída.

No se utilizarán recipientes de alimentos o bebidas para almacenar RP.

7. Etiquetado
- Cada recipiente deberá indicar:
- Nombre del residuo.
- Estado físico.
- Fecha de inicio del almacenamiento.
- Fuente o área generadora.
- Características de peligrosidad.
- Riesgos principales.
- Equipo de protección requerido.
- Datos del generador o contratista responsable.

Las etiquetas deberán permanecer visibles y legibles. Los recipientes sin identificación se considerarán una desviación y deberán aislarse hasta determinar su contenido.

8. Almacén temporal
- El almacén deberá:
- Ubicarse fuera del cauce y zonas inundables.
- Tener techo.
- Contar con piso impermeable.
- Disponer de contención secundaria.
- Permanecer delimitado y señalizado.
- Tener acceso restringido.
- Contar con ventilación.
- Mantener separados los residuos incompatibles.
- Tener iluminación suficiente.
- Contar con extintor.
- Disponer de kit para derrames.
- Mantener libres los pasillos.
- Protegerse contra impactos de vehículos.
- Exhibir teléfonos de emergencia.

La capacidad de contención deberá considerar el recipiente de mayor volumen y el riesgo de fuga.

El tiempo de almacenamiento no deberá superar el periodo permitido por el Reglamento de la LGPGIR; generalmente no deberá exceder seis meses, salvo que exista autorización o supuesto regulatorio aplicable.

9. Mantenimiento de maquinaria

El mantenimiento mayor se realizará fuera de la obra, en talleres con infraestructura adecuada.

Cuando sea indispensable efectuar una reparación menor:

1. Se seleccionará una superficie estable y alejada del cauce.
2. Se colocará una lona impermeable o charola.
3. Se tendrán absorbentes disponibles.
4. Se recuperarán aceites y fluidos.
5. Se retirarán inmediatamente los residuos.
6. Se inspeccionará el suelo.
7. Se registrará la actividad.

No se permitirá el cambio de aceite directamente sobre el suelo.

10. Manejo de envases

Los envases que conserven sustancias peligrosas deberán mantenerse cerrados y manejarse como RP.

No se deberán:

- Lavar sobre el suelo.
- Perforar.
- Quemar.
- Reutilizar para agua o alimentos.
- Entregar como reciclables sin descontaminación autorizada.
- Abandonar en el frente de obra.

La devolución al proveedor será preferente cuando exista un programa formal de retorno.

11. RPBI

Cuando se generen materiales derivados de primeros auxilios, deberá verificarse si cumplen los criterios de la NOM-087.

Los materiales saturados o goteando sangre se manejarán como RPBI. Se colocarán en los recipientes establecidos por la norma y se entregarán a un prestador autorizado.

Las vendas, gasas o materiales con manchas pequeñas de sangre no deberán clasificarse automáticamente como RPBI; su manejo dependerá de los criterios normativos.

12. Recolección interna

El traslado al almacén será realizado únicamente por personal capacitado.

Durante la recolección:

- Se utilizarán guantes y equipo de protección.
- Los recipientes permanecerán cerrados.
- Se evitará arrastrarlos o golpearlos.
- Se utilizará equipo auxiliar cuando sean pesados.
- Se seguirá una ruta alejada del cauce.
- Se registrará el ingreso al almacén.
- Se inspeccionarán posibles fugas.

13. Transporte y destino

Los RP se entregarán exclusivamente a prestadores con autorización vigente para:

- Recolección.

- Transporte.
- Acopio.
- Reciclaje.
- Tratamiento.
- Incineración, cuando proceda.
- Disposición final.

Antes de la contratación se verificará:

- Número y vigencia de la autorización.
- Residuos autorizados.
- Vehículos registrados.
- Destino final.
- Existencia de manifiestos.
- Capacidad para atender emergencias.

Cada entrega deberá respaldarse con el manifiesto de entrega-transporte-recepción y la documentación correspondiente.

14. Respuesta ante derrames

Ante un derrame se deberá:

1. Suspender la actividad.
2. Apagar fuentes de ignición cuando sea seguro.
3. Delimitar el área.
4. Utilizar equipo de protección.
5. Detener la fuga.
6. Evitar que el producto llegue al cauce.
7. Colocar barreras o absorbentes.
8. Recuperar el líquido.
9. Retirar absorbentes y suelo contaminado.
10. Envasar y etiquetar los residuos.
11. Registrar el incidente.
12. Determinar las causas.
13. Implementar medidas correctivas.
14. Notificar a la autoridad cuando corresponda.

No deberá utilizarse agua para dispersar aceites o combustibles.

15. Kit para derrames

- El kit deberá contener:
- Barreras absorbentes.
- Almohadillas absorbentes.
- Material granular.
- Pala y escoba.
- Recipientes o bolsas compatibles.
- Guantes resistentes.
- Lentes de seguridad.
- Protección respiratoria cuando proceda.
- Cinta para delimitar.
- Etiquetas.
- Directorio de emergencias.

El material utilizado se manejará como RP.

16. Prevención de incendios

- Mantener residuos inflamables alejados de fuentes de calor.
- Prohibir fumar en el almacén.
- Conservar los recipientes cerrados.
- Evitar acumulación de vapores.
- Mantener extintores accesibles.
- Conservar despejadas las rutas de evacuación.
- Capacitar al personal.
- No realizar trabajos de soldadura cerca del almacén.

17. Prohibiciones

Quedará prohibido:

- Tirar RP dentro del cauce.
- Descargar líquidos al suelo o drenaje.
- Quemar o enterrar RP.
- Mezclarlos con RSU o RME.
- Almacenarlos en recipientes de alimentos.
- Reutilizar envases contaminados.
- Mezclar residuos incompatibles.
- Diluirlos para reducir su concentración.
- Entregarlos a recolectores informales.
- Transportarlos sin documentación.
- Mantener recipientes abiertos.
- Abandonarlos al concluir la obra.

18. Capacitación

El personal involucrado recibirá capacitación sobre:

- Identificación de RP.
- Características de peligrosidad.
- Lectura de etiquetas.
- Hojas de datos de seguridad.
- Incompatibilidad.
- Equipo de protección.
- Envasado y etiquetado.
- Atención de derrames.
- Uso de extintores.
- Procedimiento de reporte.
- Protección del cauce.

19. Bitácora

1. Fecha
2. Residuo
3. Cantidad
4. Unidad
5. Área generadora
6. Recipiente
7. Ingreso al almacén

8. Fecha de salida
9. Manifiesto

También se conservarán:

- Autorizaciones de prestadores.
- Manifiestos.
- Fotografías.
- Registros de inspección.
- Capacitaciones.
- Reportes de incidentes.
- Comprobantes de destino.
- Inventario mensual.

20. Inspecciones

El responsable ambiental realizará inspecciones semanales para verificar:

- Estado de recipientes.
- Etiquetas.
- Fechas de almacenamiento.
- Separación por compatibilidad.
- Contención secundaria.
- Ausencia de fugas.
- Condición del extintor.
- Existencia del kit para derrames.
- Orden y limpieza.
- Documentación actualizada.
- Ausencia de RP fuera del almacén.

Las desviaciones deberán corregirse inmediatamente cuando representen riesgo de fuga, incendio o contaminación.

21. Cierre

Al concluir la obra se deberá:

- Retirar todos los RP.
- Entregarlos a prestadores autorizados.
- Integrar los manifiestos.
- Limpiar el almacén temporal.
- Verificar que no existan manchas o contaminación.
- Caracterizar y retirar suelo afectado, si existe.
- Desmantelar el almacén.
- Elaborar el inventario final.
- Comparar generación estimada y real.
- Presentar los avisos o informes aplicables.
- Conservar el expediente durante el plazo legal correspondiente.

La obra no se considerará ambientalmente cerrada mientras permanezcan residuos peligrosos, recipientes contaminados o suelo afectado dentro del sitio.

IV.4.2 Medidas de Restauración

La revegetación es una herramienta utilizada para recuperar zonas deterioradas y es un proceso donde el hombre interviene en un intento por recuperar comunidades vegetales (Benítez, 2005).

Para lograr un éxito con el uso de especies de cada región en los programas de reforestación Vázquez-Yanez *et al.,* (1999) mencionan indispensable conocer la biología, ecología, propagación y el manejo de las especies nativas disponibles, a fin de posibilitar la utilización de dichas especies y desarrollar técnicas eficientes de propagación.

Se tienen entre los objetivos de estas acciones, los siguientes:

- Proporcionar las estrategias necesarias para llevar a cabo acciones de reforestación como medida de mitigación con un enfoque de restauración.
- Revertir la degradación asociada con la pérdida de cobertura en las zonas susceptibles a ser revegetadas, favoreciendo la conectividad entre fragmentos de vegetación y promoviendo la disminución de procesos tales como la erosión hídrica y eólica, así como, la infiltración de agua al subsuelo, y la creación de hábitats para la fauna, derivados de la remoción de vegetación.
- Lograr un equilibrio estético e íntegro entre las áreas rurales y el paisaje aledaño.

Ubicación de los sitios a Revegetar

Para llevar a cabo la revegetación se deberá tomar en cuenta estrategias que permitan, en pasos sucesivos, recuperar las características mínimas necesarias para que en ellos se puedan establecer especies leñosas (Arriaga *et al.,* 1994).

Las áreas que se elijan deben reunir características ambientales mínimas que aseguren la viabilidad del trabajo, tales como:

- Profundidad de suelo de por lo menos 30 cm.
- Textura de suelo que permita una infiltración adecuada del agua (suelos no compactados y textura adecuada).
- De preferencia la existencia de un estrato herbáceo que al menos alcance a cubrir el 30% del terreno.
- Formas de erosión que estén dentro de lo permisible, o en caso contrario que puedan ser controladas con prácticas de conservación de suelo.

El sitio propuesto se encuentra libre de obras permanentes, por lo que son áreas adecuadas para realizar las acciones de revegetación, el cual se presenta a continuación en la siguiente imagen.

Especies vegetales a utilizar

Se puede aseverar que una inadecuada selección de especies conduce inevitablemente al fracaso de la revegetación. No se deben anteponer prejuicios que conduzcan a elegir o desechar anticipadamente a las especies, sino que se debe hacer de acuerdo a los siguientes criterios:

- Selección de especies con posibilidades de propagación y por encontrarse en su rango de distribución de acuerdo a las características ambientales del sitio a reforestar.
- Resistir a condiciones limitantes, como baja fertilidad, sequía, suelos compactados, pH alto o bajo, salinidad, etcétera.
- Tener crecimiento rápido y buena producción de materia orgánica como hojarasca.
- Nula tendencia a adquirir una propagación de maleza invasora, incontrolable.
- Presencia de nódulos fijadores de nitrógeno o micorrizas que compensen el bajo nivel de nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en el suelo.

- Que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento.

Selección de especies

Deben tomarse en cuenta especies aptas de acuerdo a la sucesión ecológica; la cual consiste en una serie de cambios progresivos en la composición y dominancia temporal de las especies (Ramírez-Marcial *et al.,* 2005; Rovere, 2008). En el denominado proceso de sucesión, existen algunas especies que no siempre son afectadas desfavorablemente con la perturbación, sino por el contrario, pueden aumentar su tamaño de población justamente dentro de las áreas perturbadas.

Estas especies son en general de rápido crecimiento y alcanzan su madurez en pocos años, produciendo un alto número de semillas que por lo normal son dispersadas por el viento. A estas especies se les conoce comúnmente como especies secundarias, tempranas, pioneras o colonizadoras, tales características pueden ser valiosas para llevar a cabo planes de reforestación o recuperación de áreas degradadas, por lo que el interés en su propagación comienza a ser cada vez mayor (Vázquez-Yanes *et al.,* 1997).

Dicha selección también se hace con base en que son parte integral del ecosistema de la zona y se distribuyen de manera natural en la región, lo que las hace resistentes para el tipo de suelo y clima presentes en la zona.

Tomando en cuenta los criterios mencionados, una vez llevada a cabo la caracterización del sitio y el análisis de la fisionomía, composición y dominancia de especies de los distintos estados sucesionales, se pueden determinar las especies adecuadas para llevar a cabo la revegetación.

La siguiente tabla contiene las especies propuestas de acuerdo al tipo de vegetación que habitan.

Tabla 4. Especies nativas seleccionadas para las acciones de reforestación.

ID	Nombre científico	Estrato	Estatus
1	*Opuntia lasicantha*	Arbóreo	Endémico Nativo
2	*Eysenhardtia polystachya*	Arbóreo	Nativa
3	*Agave salmiana*	Cactácea	Endémico Nativo
4	*Baccharis salicifolia*	Arbustivo	Nativa
5	*Buddleja cordata*	Arbustivo	Nativa
6	*Baccharis conferta*	Arbustivo	Nativa

Para la realización de estas acciones es necesario contar con equipo conformado por 6 personas:

- Esta cuadrilla estará coordinada y supervisada por el ingeniero forestal o biólogo con especialidad en flora.
- Seis jornaleros que serán los encargados de realizar las acciones de reforestación indicadas por el ingeniero forestal o biólogo responsable (actividades que incluyen desde la preparación del terreno hasta el apisonamiento), así como las actividades de mantenimiento, seguimiento, control y vigilancia de la plantación.

Densidad de plantación para la reforestación

La cantidad de plantas (individuos) necesarias para llevar a cabo las acciones de reforestación se consideró conforme al Manual de Restauración Forestal de la CONAFOR (2023).

Para las especies que corresponden al estrato arbóreo, arbustivo y cactáceas del ecosistema de Matorral se propone una densidad por hectárea de 600 plantas por hectárea.

La distancia en la que se plantarán (siembra) cada planta será de 3m y 2.5 entre hileras para ambos ecosistemas; teniendo que se añadirá un 20% para reposición en caso de mortandad, por lo que se requieren un total de plantas de 600 por hectárea.

Se recomiendan las siguientes cantidades de plantas por especie, ya que se busca homogenizar la plantación en los sitios propuestos a revegetar.

Tabla 5. Plantas totales por especie.

Especie	No.
Opuntia lasicantha	150
Eysenhardtia polystachya	50
Agave salmiana	200
Baccharis salicifolia	50
Buddleja cordata	100
Baccharis conferta	50
TOTAL	600

Se proponen las cantidades tal y como se muestra en la tabla anterior; si por alguna razón no se pudiera cumplir con las cantidades propuestas, se pueden utilizar plantas de las demás especies; esta actividad dependerá del encargado de ejecutar las acciones de revegetación.

Descripción del manejo que se dará durante las labores de plantación y la fase de establecimiento

El diseño de la plantación de las plantas arbóreas propuestas será tres-bolillo, mismo que permite un espacio entre cada plántula en forma triangular. Este método permite simular una distribución vegetal inducida, a una original o natural. Lo que trae como beneficios la disminución de efectos erosivos, la mejora en la captación y almacenamiento hídrico comparado con una plantación lineal o rectangular. Para la marcación donde se van a cavar las cepas se requiere el uso de una cuerda o rafia, cinta métrica y cal.

Este diseño deberá ser establecido de acuerdo con las curvas de nivel del terreno de cada sitio. Se mezclarán las distintas especies seleccionadas tanto arbóreas, arbustivas y cactáceas, para formar parches mixtos de vegetación.

La plantación se deberá realizar al inicio del periodo de lluvias, ya que es cuando cubre las necesidades de humedad de la planta. En el supuesto que la reforestación no se lleve en la temporada sugerida, se deberá regar cada árbol; con dependencia del estado del tiempo que se presente en cada zona, cuando se presente humedad no se regará o se hará una vez a la semana, mientras en secas mínimo dos veces.

Sistema en tres-bolillo.

Una distribución regular de las especies facilita los trabajos de mantenimiento y de aclareo en la plantación.

Es importante orientar las líneas para el manejo de la luz; se recomienda que la orientación de las líneas sea de este a oeste para captar la mayor cantidad de luz disponible durante el día, donde las condiciones del terreno lo permitan.

El diseño de la reforestación consistirá en hileras con las diferentes especies distribuidas de manera proporcional. Con ello se pretende proteger los suelos y mejorar las condiciones hidrológicas de la región.

Para este fin se han reconocido las especies nativas apropiadas para la reforestación considerando sus atributos, funciones y beneficios.

Para el trazado de tres-bolillo se puede hacer previamente un triángulo con madera o tubos PVC para agilizar el trabajo con las medidas antes mencionadas, en este caso de 2.5 metros entre hileras y de 3 metros entre cada planta.

Apertura de cepas

Las cepas son hoyos que se construyen de manera manual o mecánica para sembrar una planta con cepellón (tierra que recubre las raíces de una planta protegiéndola, la cual le brinda los nutrientes y filtración de agua adecuados para su albergue temporal); estas cepas deben medir al menos 40 centímetros por 40 centímetros, lo que permite el buen desarrollo de las raíces de la planta a establecer con la tierra ya removida, garantizando buena filtración de agua. La apertura podrá realizarse de la siguiente manera:

- Apertura de cepas de manera manual: esta técnica requiere de personal y el uso de herramientas manuales para la extracción de suelo como pueden ser, pico, cavahoyos, azadones y palas.
- Apertura de cepas de manera mecánica: esta se lleva cabo con la ayuda de una retroexcavadora con pala de 30 centímetros de ancho, para obtener cepa de 40 a 50 centímetros de ancho y profundidad.

Al momento de plantar el individuo, se deberá colocar primero la tierra más fértil y después la tierra más profunda.

La construcción de la cepa debe hacerse en la época seca del año, antes del periodo de lluvias, para que el suelo y las paredes de la cepa se airén y con ello se prevengan plagas y enfermedades en el suelo.

Plantación

El establecimiento de la plantación es de suma importancia debido a que durante los primeros días se muestran signos de adecuación al nuevo sitio donde se reubicaron las plantas o signos de mal estado como deshidratación.

Es necesario considerar las siguientes acciones al momento de la plantación:

- Retirar el envase o bolsa sin dañar la raíz (tomando con cuidado del cepellón y no del tallo de la planta). Se recomienda podar las raíces y colocar las plantas en el centro de la cepa, dejando el cuello de las plantas al nivel del suelo.
- Antes de colocar la planta en la cepa es necesario agregar tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
- Una vez que se haya colocado la planta se rellena con la tierra más profunda (menos fértil) y se apisona de tal forma que no quede tan compactada para permitir su aireación y drenaje en el suelo, pero a la vez lo suficientemente para evitar que queden espacios de aire en la cepa que provoquen la deshidratación de la planta.

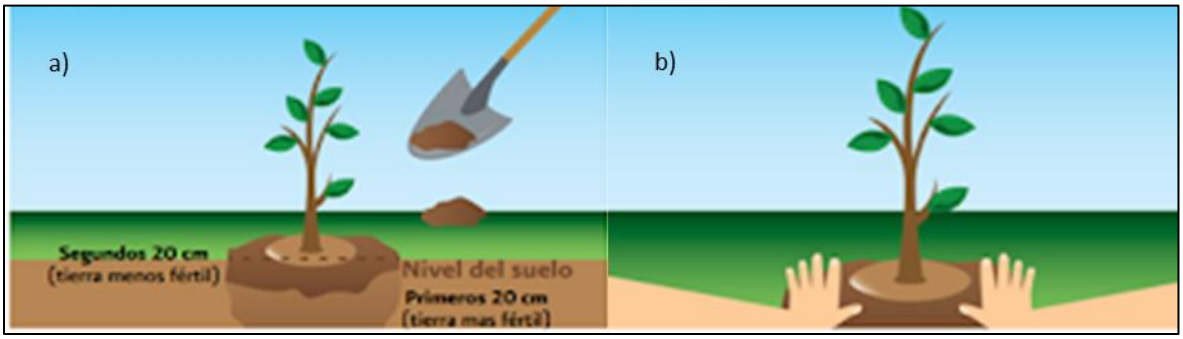


Imagen 1. Pasos para la siembra de los ejemplares arbóreos y arbustivo (tomado de CONAFOR (2010)). Ejemplificación de a) Colocación dentro de la cepa de los ejemplares reubicados y b) Compactación de suelo una vez terminada la plantación

En lo que concierne a la disposición final de la planta dentro de la cepa, se deberá tener cuidado que el tallo o que la planta en sí, no quedé muy hundida ya que esto provocará su asfixia; o por el lado contrario que el cepellón o la planta completa quede muy afuera ya que eso provocará su aireación y que al momento de la lluvia esta no reciba la cantidad de agua suficiente provocando su deshidratación. Es importante señalar que, debido a las condiciones del ambiente, podría ser necesario dos riegos mínimos a la semana, en la siguiente figura se ejemplifican los errores más comunes al realizar la plantación.

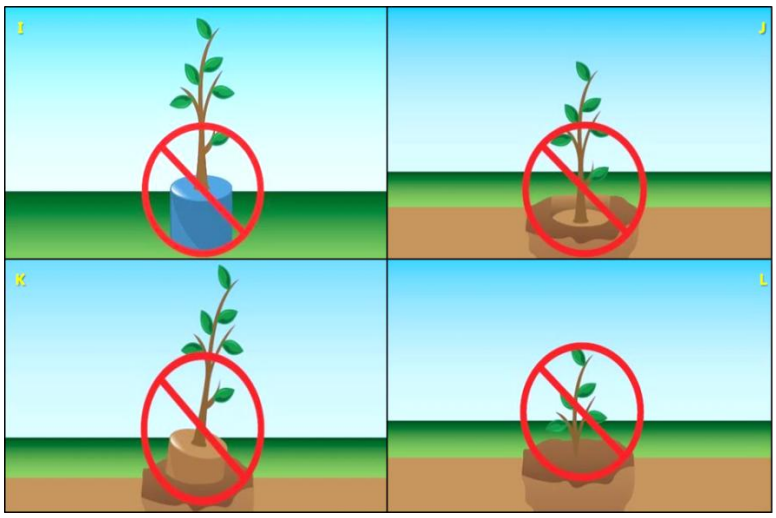


Imagen 2. Ejemplificación de los errores más comunes al establecer una planta

Indicadores de éxito

Los indicadores que se pueden utilizar para conocer el éxito de las acciones de reforestación son los siguientes:

- Evaluación de estado sanitario: Permite conocer la proporción de cada uno de las plantas vivas en la plantación. Se considera que una planta se encuentra sana cuando no presenta daños por plagas o síntomas de enfermedades en cualquiera de sus estructuras.
- Supervivencia (%): Este indicador se expresa mediante evaluación técnica, en base al porcentaje de plantas que subsistieron al trasplante. El monitoreo[1] se realiza verificando de manera directa el estado que guarda la reforestación. Entre los datos levantados en campo, destacan los siguientes:

[1] Se efectuará visitando lo sitios reforestados un mes después de terminada la plantación hasta terminar el año; para el segundo año, se realizará un monitoreo de manera trimestral y para el tercer año, un monitoreo de forma semestral.

calidad de la planta (vigor), adaptación (el grado en que la planta trasplantada se encuentra adecuada al sitio), número de plantas vivas y muertas, así como las principales causas de muerte en caso de presentarse.

Muestreo evaluativo

Si por razones de operatividad no es posible realizar un censo, se recomienda llevar a cabo un muestreo. El siguiente cuadro podría utilizarse para obtener datos en campo, mediante un muestreo evaluativo, por medio de cuadrantes, esta metodología se puede complementar con los indicadores de eficiencia antes mencionados.

Tabla 6. Parámetros a considerar en el muestreo evaluativo

Muestreo evaluativo de supervivencia del programa de restauración							
Id.	Perímetro	Hectáreas	Número de individuos plantados	Número de individuos vivos	Número de individuos muertos	% de supervivencia	% de mortandad
1							
2							
3							
Superficie Muestreada							
Media aritmética							

*Id: Número de identificación.

La metodología propuesta para realizar el muestreo evaluativo es la siguiente:

- Ubicación del área propuesta.
- Geo-posicionamiento del área propuesta.
- Realizar cartografía, señalando puntos de mayor interés, tales como: caminos completos, caminos que atraviesan el paraje, cruce entre caminos, arbolado, entre otros
- Determinar sitios y número de cuadrantes, basados en algún método estadístico. Tomando en cuenta la pendiente del terreno, exposición, entre otros
- Cada cuadrante tendrá unas dimensiones de 30 x 20 metros (600 metros cuadrados) (preferentemente).
- Los cuadrantes serán marcados en las cuatro esquinas con una varilla o estaca de 50 centímetros de altura y cerrado con un cordón o rafia.
- Las mediciones pueden hacerse dos veces al año, uno antes de la época de lluvias y otro después de la época de lluvias.
- Obtener de las plantas restauradas, si así lo permite, el diámetro basal, la cobertura vegetal y la altura de la planta.

Lo anterior es con la finalidad de conocer el comportamiento de la plantación y verificar el porcentaje de sobrevivencia de los árboles plantados.

IV.4.3 Programa de Vigilancia Ambiental

Un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un documento que establece el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en el Estudio de Impacto Ambiental. Además de que, integra la supervisión de la acción u obra de mitigación, señalando de forma clara y precisa los procedimientos de supervisión para verificar el cumplimiento de la medida de mitigación, estableciendo los procedimientos para hacer las correcciones y los ajustes necesarios.

El proyecto deberá contener uno o más de los siguientes planes para el desarrollo de la vigilancia ambiental:

- Plan de Monitoreo que abarque desde la preparación del sitio hasta la etapa de operación del proyecto, el cual da a su vez seguimiento a todas las condicionantes ambientales y necesarias para minimizar los impactos ambientales
- Plan de Medidas de Restauración Ambiental
- Plan de Seguridad, Salud e Higiene Ocupacional
- Plan de Capacitación y Educación Ambiental
- Plan de Vigilancia Ambiental

El programa se llevará a cabo durante todas las fases que constituyen la obra: *construcción, operación y mantenimiento*; siendo que durante estas etapas pueden presentarse emergencias ambientales y sociales las cuales se deberá contar con un buen programa de comunicación entre supervisor y residente de obra.

Objetivos

- Comprobar la realización de las medidas de prevención, corrección y compensación propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental para cada una de las fases del Proyecto.
- Proporcionar información para la verificación de los indicadores de éxito e incluso de aquellos impactos cuya predicción resulta difícil de realizar durante la fase de elaboración del Estudio.
- Programar, registrar y gestionar todas las actividades en materia ambiental en relación con las medidas descritas del Proyecto y sus programas ambientales en todas sus fases.

Alcances

El alcance principal de este programa no solo comprenderá las etapas de planificación, si no, también de los permisos, de la participación del personal asignado por el promovente, de la contratista y subcontratistas involucrados directamente en la ejecución del proyecto, así como, de todo el personal que laborará directamente en la obra (Obreros, supervisores, proveedores, etc.) y finalmente en el cumplimiento del marco legal ambiental vigente).

Así mismo, se tendrá la responsabilidad de elaborar informes semestrales, los cuales deberán ser entregados a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Delegación Puebla, cuya entidad es la responsable de la inspección y vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación del proyecto o de sancionar a las personas físicas y morales que violen dichos preceptos legales, por lo que, el Promovente a través del supervisor ambiental y de seguridad podrá elaborar dichos informes.

Se tiene como alcances puntuales:

- Comprobar la dimensión de ciertos impactos cuya predicción resulta difícil, ya que paralelamente, este programa permitirá evaluar estos impactos y articular nuevas medidas correctivas o de mitigación en el caso de que las acciones ya aplicadas resulten insuficientes.
- Ser una fuente de datos importante para mejorar el contenido de los futuros estudios de impacto ambiental, puesto que permite evaluar hasta qué punto las predicciones efectuadas son correctas. Este conocimiento adquiere todo un valor si se tiene en cuenta que muchas de las predicciones se efectúan mediante la técnica de escenarios comparados.

- Detectar alteraciones no previstas en el Estudio de Impacto Ambiental, debiendo en este caso adoptarse medidas correctivas.

Responsabilidades.

Los niveles de responsabilidad en la implementación y ejecución del PVA se dividen de forma general en dos grandes niveles que son: ***1) Responsables en materia ambiental, seguridad e higiene*** durante la etapa de ejecución del proyecto y 2) ***Funciones del responsable de la supervisión y cumplimiento de las acciones***.

Responsables en materia ambiental, seguridad e higiene durante la etapa de ejecución del proyecto.

En este caso el responsable de la implementación y ejecución del programa, es el Promovente a través de su supervisor responsable, quien deberá exigir a los contratistas y subcontratistas el cumplimiento estricto de las medidas derivadas de la evaluación del estudio de impacto ambiental y del Programa de Vigilancia Ambiental.

Por su parte la empresa Contratista, será el principal responsable de la inspección y control del cumplimiento de las normas y obligaciones en materia ambiental, de seguridad e higiene y demás disposiciones vigentes en el país relacionados con la materia.

El supervisor de Medio Ambiente, Seguridad e Higiene, deberá dentro de su función:

- Planificar, organizar y dar el cumplimiento del Plan de Vigilancia Ambiental durante el desempeño de las actividades realizadas por el promovente a través de sus contratistas.
- Asignar responsabilidades con respecto a seguridad y protección ambiental.
- Proveer los recursos necesarios para la implementación de este Plan.
- Motivar y dar a conocer la participación de todos sus empleados en el Plan de Manejo.
- Evaluar la efectividad del Programa.

Los demás empleados y contratistas son responsables de:

- Cumplir con las disposiciones impartidas por un Residente de Obra, el cual será asignado por el promovente y será totalmente independiente del supervisor en materia ambiental y de seguridad, el cual estará al pendiente de ejecutar las medidas de seguridad e higiene y las de tipo ambiental, por lo tanto, lo ordenado por el residente de obra deberá ser cumplido por todos los empleados.
- Reportar al supervisor y/o residente de Obra de inmediato cualquier inquietud, peligro o riesgo presente en su lugar de trabajo.

Coordinador de Medio Ambiente

Será el responsable de la Jefatura de Medio Ambiente y tendrá las siguientes responsabilidades:

- Implementar los procedimientos y las actividades contenidos en el PVA.
- Informar y coordinar en los temas de ambiente y relaciones comunitarias, a todos los trabajadores.
- Informar a las autoridades competentes cualquier contingencia ambiental durante la ejecución de las actividades del proyecto.
- Disponer de los recursos logísticos y materiales necesarios para la implementación del PVA en los aspectos de salud, medio ambiente y seguridad.

Coordinador de Seguridad e Higiene (Salud Ocupacional).

El Coordinador de Seguridad, es el encargado de organizar y dirigir las actividades que conlleven al desenvolvimiento del Programa de Seguridad establecido por el PVA.

Estará en comunicación constante para coordinar el cumplimiento del Programa de Seguridad, o desarrollar otras acciones tendientes con el objetivo de prevenir accidentes y contingencias ambientales.

Objetivos del supervisor:

- Identificar peligros
- Evaluar Riesgos
- Aplicar controles
- Asegurar la participación total de los trabajadores e inculcar en ellos una conducta de seguridad
- Mejorar la imagen de la empresa, seguridad del trabajador, rendimiento del trabajo, mitigar el impacto ambiental.

Seguimiento y Control (Monitoreo)

La estrategia del diseño del programa de Vigilancia Ambiental se basará en los impactos ambientales que potencialmente se presentarán, por lo que la aplicación de este programa debe hacerse durante todas las etapas del proyecto a través de un seguimiento y control, siendo supervisado por un responsable en materia de seguridad e higiene (salud ocupacional) y en aspectos ambientales.

Por su parte la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) Delegación Puebla, será la entidad de la inspección y vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación del proyecto, por lo que deberá exigir a la Empresa Contratista y al Promovente que se realicen de manera adecuada y acorde a las disposiciones legales vigentes, así como. a los intereses en materia ambiental esperados, de tal forma que, si existen inconsistencias o no cumplimientos, serán los encargados de sancionar a las personas físicas y morales que violen dichos preceptos legales.

Indicadores de seguimiento (Criterios de Evaluación)

Los indicadores son parámetros cualitativos o cuantitativos, que, para efectos de los planes de seguimiento, control y monitoreo, permitirán analizar y medir el alcance de los resultados en términos de los efectos e impactos producidos en el período de construcción y de operación, incluso durante el mantenimiento.

Estos indicadores representan variables o relación de variables que deben ser verificables en el tiempo de forma objetiva. Existen diferentes formas de clasificar los indicadores; estas clasificaciones estarán en función del uso que se pretenda dar a estos indicadores.

Para definir el tipo de indicadores a utilizar se debe primero delimitar el tema a evaluar, ya que los indicadores nos son neutrales responden al método. En nuestro caso, al enmarcarnos en el monitoreo ambiental (Seguimiento y Control), lo que evaluaremos será la mitigación de cada uno de los impactos ambientales que se presentaron en la MIA-P; por tanto, los indicadores de seguimiento a utilizar serán las actividades de cada medida, incluyendo los de gestión.

Los indicadores de resultado o de éxito se subdividirán en:

- **Indicadores de gestión**, (correspondientes a bienes y servicios) son resultados a corto plazo, es decir 6 meses a un año.
- **Indicadores de eficacia o eficiencia**, (correspondientes a la utilización de los productos) son resultados a mediano plazo, es decir un año a tres.
- **Indicadores de cumplimiento** (correspondientes a transformaciones) que son resultados a largo plazo. El impacto va más allá del alcance directo de la gestión, más bien vendría a ser una contribución a un objetivo superior de la misma, como lo puede ser el marco estratégico del Plan de Vigilancia Ambiental.

El siguiente Check list es un formato que puede ser utilizado para la vigilancia de cada una de las medidas agrupadas por factor ambiental o social evaluado, siendo que para el caso de las medidas de restauración se presenta el siguiente para su seguimiento a través del plan de vigilancia ambiental.

Acciones de Revegetación	
Acciones	**Indicadores de éxito**
Revegetación **Ubicación de los sitios a reforestar** **Especies a utilizar** **Densidad y Diseño de la plantación.** **Calidad de planta** **Diseño de la plantación** **Uso de suelo orgánico rescatado** **Transporte de planta** **Protección a la plantación** **Monitoreo y mantenimiento de la vegetación** **Acciones de protección y conservación de suelo** **Características adversas al sitio**	Se utilizaron especies nativas del área, adaptables a las condiciones ambientales del lugar como suelo, clima, topografía y precipitación; o que se registraron en los muestreos realizados, así mismo, especies útiles para la restauración de áreas con vegetación degradada (Indicador C). Especies nativas del área, adaptables a las condiciones ambientales del lugar como suelo, clima, topografía y precipitación; que se registraron en los muestreos realizados para este estudio (C). Especies útiles para la restauración de áreas con vegetación degradada (C). Especies de familias con importancia ecológica en la biodiversidad mexicana (C). Especies que tiendan a favorecer el restablecimiento de las poblaciones de elementos de la flora y fauna nativas, proporcionándoles un hábitat y alimento (E y F). 80% de Supervivencia. Entre los datos levantados en campo destacan los siguientes: Calidad de la planta (vigor), adaptación, número de plantas vivas y muertas, causas de muerte (Indicador C y E). La calidad de la planta (Indicador C), cuenta con las siguientes características: Ramas saludables, Nutrición adecuada, Libre de plagas y enfermedades, Hidratación óptima, Raíz vigorosa, abundante y blanquecina, Sin presencia de raíces estranguladoras, Sin raíces expuestas. Indicadores de eficiencia: Superficie reforestada (Ha), Número de plantas establecidas y Supervivencia (%) Restricción al acceso a zonas en recuperación (C y F). Prohibición de extracción de organismos nativos de la zona (C). Prohibición de la comercialización de organismos nativos (C). Evitar la contaminación del hábitat con residuos sólidos urbanos (C y F). Promover la separación y el depósito de desechos en lugares específicos a lo largo del trazo (C y E).
Tipo de indicadores	Tipos de indicadores (G: Gestión, C: Cumplimiento, E: Eficacia, F: Eficiencia).
Objetivos	Compensar ambientalmente la pérdida de vegetación y servicios ambientales Ubicar sitios degradados dentro del sistema ambiental regional, con las condiciones necesarias para establecer una restauración ambiental y recuperar sus características naturales.

Acciones de Revegetación	
Acciones	**Indicadores de éxito**
	Establecer el conjunto de técnicas y procedimientos dentro de la zona de estudio que permita al ecosistema recuperar sus características naturales. Recuperar las condiciones naturales de la zona en sitios degradados dentro del sistema ambiental, mediante el establecimiento de especies nativas. Evitar la pérdida de suelo dentro de la zona, conservando su calidad y promoviendo una mayor captación e infiltración de agua. Rehabilitar la superficie que comprende la zona federal del escurrimiento (250 metros aguas arriba y 250 metros aguas abajo). Brindar las estrategias técnicas necesarias para llevar a cabo las actividades de reforestación con especies nativas del sitio. Mejorar la cobertura vegetal de la superficie considerada para la reforestación. Contribuir a la conexión de fragmentos forestales, control de la erosión y captación de agua, con la reforestación de especies nativas en los sitios seleccionados.
Lugar o actividad a revisar	Ubicación de sitios Superficies seleccionadas para la reforestación Densidad de plantas Calidad de planta Diseño de plantación Transporte de planta Plantación Protección de la plantación Durante el mantenimiento se deberá revisar las siguientes actividades: Control de malezas; fertilización; medidas de control; riegos de auxilio y reposición de planta. Medidas emergentes
Método de monitoreo	Datos para dar seguimiento a los indicadores de éxito de reforestación: Si presenta algún Daño (%), Condición, Altura total (metros) y Vigor. Muestreo evaluativo para las acciones de reforestación considerando los siguientes datos: No. De individuo, perímetro, hectáreas, número de individuos plantados, número de individuos vivos, número de individuos muertos, % de supervivencia, y % de mortandad.

Acciones de Revegetación	
Acciones	**Indicadores de éxito**
Responsables	Brigada de rescate de flora
Periodicidad	Durante toda la etapa de preparación del sitio y construcción. El mantenimiento se realizará mínimo semestralmente desde la finalización del establecimiento de las plantas en las áreas a restaurar y hasta la finalización del programa. El monitoreo se realizará semestralmente hasta la finalización del programa.
Soportes	Registro visual, toma de fotografías, ubicaciones geográficas (uso de GPS), y revisión de bitácora. Reuniones con los especialistas de flora, los técnicos y el personal de la obra. Reuniones con el superintendente para la colocación de la señalética en lugares correctos. Informes mensuales de cumplimiento del programa de vigilancia ambiental. Informes anuales con los resultados obtenidos en las actividades de ejecución de este programa.

Bibliografía

Arriaga M V., Cervantes G. V., Vargas-Mena A. (1994). Manual de Reforestación con Especies Nativas. Instituto Nacional De Ecología. Sedesol. UNAM. Facultad De Ciencias. Primera Edición. México D.F. 186 Pp.

Benítez R.J.L. (2005). Estudio ecofisiológico de germinación y crecimiento de Dodonaea viscosa (L.) Jacq. con fines de restauración en zonas perturbadas del Valle de México. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Instituto de Ecología, UNAM. México. 60 p.

Comisión Nacional Forestal. (2016). REGLAS de Operación del Programa Nacional Forestal 2017. Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación.

Ramírez-Marcial, N., Camacho-Cruz, A., González-Espinosa, M. (2003). Guía para la propagación de especies leñosas nativas de los Altos y montañas del Norte de Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas. 39 Pp.

Rovere, A.E. Echeverria, C. (2008). Conceptos de Restauración Ecológica, Metodología y Antecedentes en Nothofagus. Eco-nothofagus, Esqel, Argentina. Eco-nothofagus. 182-187 pp.

Vázquez-Yanes, C., Batis, A. (1997). Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Boletín de la sociedad Botánica de México. 58: 75-84. Berger, J. 1993. Ecological Restoration and NonIndigenous Plant Species: A Review. Restoration Ecology. June: 74-82.

Vázquez-Yanes, C., Batis-Muñoz, A.I., Alcocer-Silva, M.I., Díaz, M.G., Sánchez-Dirzo, M. (1999). Árboles y Arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico del proyecto J084. Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad-Instituto de Ecología, UNAM, México, D.F. En: http://.conabio.gob.mx/árboles/introd-J084.html



Imagen 1. Imagen completa por donde cruzará el puente. Se puede observar el cauce por el cual tendrá la conectividad la comunidad de Santa Cruz Alpuyeca.



Imagen 2. El cauce en donde se construirá se encuentra localizado al sureste de la comunidad de Santa Cruz Alpuyeca, la cual es el área de influencia prioritaria para la construcción del puente.



Imagen 3. Las imágenes representan la colindancia sur que tiene el área del proyecto, la cual como se muestra es el área de agricultura de un sembradío de hortaliza de maíz (*Zea mays*).



Imagen 4. Por otro lado, al norte del proyecto se localizan viviendas, de las cuales una de estas incide en el área del proyecto, pues el trazo plasmado pasa por una de estas. Sin embargo, dentro del área de influencia se encuentran otras viviendas correspondientes a la comunidad.



Imagen 5. La imagen muestra el cauce por el cual pasará el puente del proyecto, el puente deberá presentar los documentos correspondientes ante la CONAGUA para su ejecución.



Imagen 6. La imagen muestra la perspectiva de sur a norte del área del proyecto, el lado derecho marca la ruta marcada que tiene el flujo del agua, mientras que, como se observa al centro de la imagen, el cauce tiene una mayor apertura.



Imagen 7. Las imágenes muestran la erosión hídrica que ha ido teniendo el suelo, debido a la fuerza en la que es arrastrada el agua en temporada alta de lluvias. Como se menciona anteriormente la erosión hídrica dentro del cauce, se nota en la curvatura de esta, en la cual se encuentra deslavado e incluso se muestra el derrumbe de la tierra.



Imagen 8. En la imagen se muestra como parte del elemento arbustivo cuenta con raíces al aire, esto debido a que el suelo en el que se encontraba ha sido derrumbado por la erosión hídrica del mismo cauce.



Imagen 9. Como se muestra en la imagen, dentro del área del proyecto se encuentra una zona en la que la población deposita basura, principalmente pet, por lo que es indispensable la colocación de contenedores para la clasificación de los diferentes residuos sólidos urbanos.



Imagen 10. Como se muestra en las imágenes dentro del área de influencia, se encuentra una fosa séptica vacía, la cual se ha ido llenando de residuos sólidos.





Imagen 11. Dentro de las imágenes se puede observar la secuencia del cauce, el cual, a pesar de realizar el muestreo en las temporadas de lluvias, se muestra únicamente encharcamientos de agua.



Imagen 12. El cauce alimenta un cuerpo de agua que también es interconectado con diferentes cauces metros antes de llegar al área del proyecto.





Imagen 13. El cuerpo de agua se muestra con bajo nivel actualmente, ya que incluso se ha podido observar que se presenta en esta situación por un tiempo prolongado en temporada de lluvias, encontrando la presencia de pastizal inducido dentro de la zona y en donde debería contener agua cubriendo gran parte de su ocupación.



Imagen 14. Dentro del área del proyecto se localiza una especie de Opuntia (*Opuntia lasiacantha*), la cual podría considerarse como parte de la reubicación de las especies de flora.



Imagen 15. Dentro del área de influencia del proyecto se localiza un bachillerato digital, este se localiza a 70.55 metros lineales.

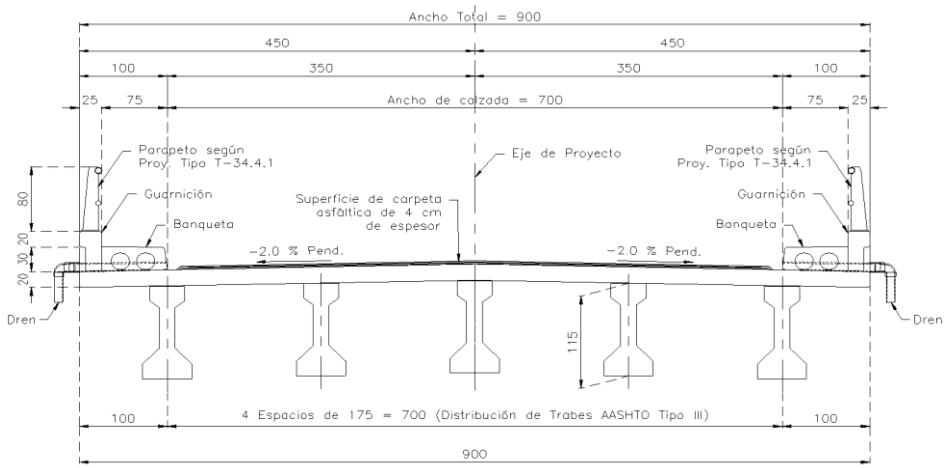
PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSA DE SUPERESTRUCTURA

DATOS GENERALES:

Ancho total de la losa	=	9.00	m
Espesor de carpeta	=	0.12	m
No. de vigas	=	5	pzas.
Separación entre vigas	=	1.75	m
Ancho de la guarnición	=	0.25	m
Banqueta	=	0.75	m
Peso vol del concreto	=	2400	kg/m^3
Ancho de calzada	=	7.00	m
Ancho del patín inferior de la viga	=	0.56	m

Espesor de losa entre vigas	=	0.20	m
Espesor de losa en volado	=	0.20	m
Recubrimiento del acero de refuerzo	=	0.03	m
Peso vol del concreto asfáltico	=	2200	kg/m^3
Concreto de la losa f´c	=	250	kg/cm²
Acero de refuerzo f y	=	4200	kg/cm²

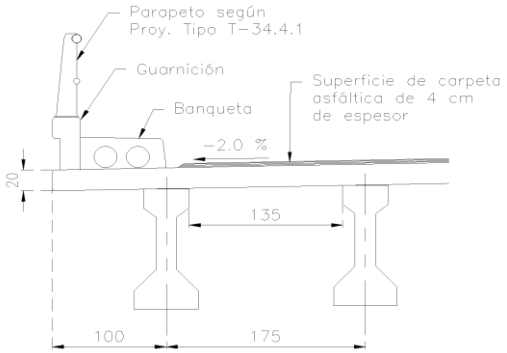


DISEÑO DE LOSA INTERMEDIA

Solicitaciones de carga muerta:

1.-	Losa	0.20	m	x	2.4	Ton/m^3	=	0.480 Ton/m
2.-	Carpeta asfaltica	0.12	m	x	2.2	Ton/m^3	=	0.264 Ton/m
						W_{cm}	=	0.744 Ton/m

Donde: L = Distancia entre trabe y trabe



L = 1.350 m

PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSA DE SUPERESTRUCTURA

Mcm $= \frac{w\ L^2}{8} = \frac{0.744\ tn/m \times (\ 1.350\ )^2 m}{8} =$ **0.169** **Tn/m**

Vcm $= \frac{w\ L}{2} = \frac{0.744\ tn/m \times 1.350\ m}{2}$ **0.502** **Tn/m**

Solicitaciones de carga viva

Carga viva del camion

Caso A : Refuerzo Principal Perpendicular al eje del camio (seccion 3.24.3.1 AASHTO)

Para un Camiòn HS-20

P = 7.260 Ton
L = 1.350 m

$Mcv = \left\{\frac{L + 0.61}{9.74}\right\} \times P$

$Mcv = \left\{\frac{1.350\ m + 0.61}{9.74}\right\} \times 7.260\ Ton = 1.46094\ Ton\text{-}m/m$

Para mas de 2 trabes, Factor de Continuidad = 0.8 AASHTO 3.24.3.1

Mcv x F. Continuidad= 1.461 x 0.8 = 1.1688 Ton-m/m

Calculo del factor de impacto AASTHO 3.8.2.1

$I = \frac{15.24}{L + 38}$

$I = \frac{15.24}{1.350 + 38} = 0.387 = 38.73\ \%$ De la Carga viva (Maximo 30%)

Por lo tanto

I = 1.300

Mcv + I = 1.169 Ton-m/m x 1.300 = 1.519 Ton-m/m

$Vcv = \frac{P \times I}{2} = \frac{7.260 \times 1.3}{2} = 4.719\ Ton$

PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSA DE SUPERESTRUCTURA

Obteniendo momento y cortante ùltimo con la combinaciòn de carga viva y carga muerta

Mcv + I = 1.519 Ton-m/m β = 5/3 = 1.67

Mu = 1.3 (Mcm + β Mcv+i)

Mu = 1.3 (0.169 + 1.7 x 1.519) **Mu = 3.512 Ton-m/m**

Vu = 1.3 (Vcm + β Vcv)

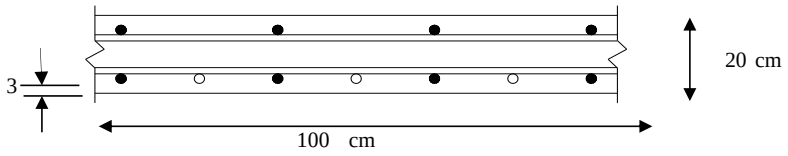
Vu = 1.3 (0.502 + 1.7 x 4.719) **Vu = 10.88 Ton**

Revisión del peralte mínimo

$$q = \rho \frac{f'_y}{f'_c} = 0.007 \frac{4200}{250} = 0.1176$$

$$d = \sqrt{\frac{M_U}{0.9 b f'_c q(1-0.59q)}} = 11.94 \text{ cm}$$

Diseñando un metro de ancho de losa al centro de trabes en el sentido transversal



DATOS

b	=	100	cm
fy	=	4200	kg/cm²
fc	=	250	kg/cm²
Ø	=	0.9	Flexiòn
Ø	=	0.85	Cortante
Peralte d	=	17	cm
Espesor Losa	=	20	cm
Rec. Inferior	=	3	cm

As min= $\frac{Mu}{0.9 \; fy \; d}$

Asmin = 5.47 cm2

Proponiendo varillas

No. 4 @ 20 cm Av = 1.27 cm^2

As = $\frac{100 \; Av}{s}$

As = 6.35

Calculo del momento resistente en el centro

$M_R = Ø\left[As \; fy \; (d-a/2)\right]$

Donde $a = \frac{As \; fy}{0.85 \; b \; fc}$

$a = \frac{6.35 \times 4200}{0.85 \times 100 \times 250} = 1.26$

PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSA DE SUPERESTRUCTURA

M_R = 0.9 x [6.35 4200 x (17 - 1.26 / 2)] = 392988.41 kg-m = **3.930** **Ton-m**

M_R > Mu

3.930 Ton-m > 3.512 Ton-m BIEN

Se colocaran varillas # 4 @ 20 cm

Nota: Este refuerzo corresponde al lecho inferior.

Acero longitudinal por distribucion, se colocara el un porcentaje no mayor a: **67 %** AASHTO 3.24.10.2

S= 1.350 m
S= 4.4291 ft

% = 220 / √S = 104.535

Proponiendo varillas de
No. 4 = 1.27 cm^2

As = 0.67 x 6.35
As = 4.255 cm2

S = 100 Av / As

S = 29.85 cm

Se colocaran varillas del No. 4 @ 25 cm

Nota: Este refuerzo corresponde al lecho inferior.

ACERO POR CONTRACCIÒN Y TEMPERATURA
DE ACUERDO A LA AASHTO SECCION 8,20,1

Proponiendo varillas de
No. 4 Av = 1.27 cm^2

As = 2.65 cm^2/m

S = 100 Av / As

S = 100 x 1.27 / 2.65

S = 47.92 cm

Se colocaran varillas del No. 4 @ 25 cm

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE TRABES AASHTO TIPO III

DATOS

Longitud de la Trabe (m)	Altura de la Losa (m)	Altura de la Carpeta Asfaltica (m)	Area de la Trabe (m^2)	Area del Zoclo (m2)	Area de la Guarnicion y banqueta (m2)	Area del Deflector (m2)	Peso del Parapeto (Ton/ml)	Ancho de volado	Distancia entre trabes	Concreto (Ton/m^3)
20.70	0.20	0.12	0.363	0.003	0.25	0.00	0.049	0.00	1.75	2.40

Numero de trabes	Longituid del claro	Distancia del paño de la trabe al eje de apoyo IZQ.	Distancia del paño de la trabe al eje de apoyo DER.	Area del Diafragma (m2)	No de Ejes de Diafragmas	Area del camellon central	
5	20.00	0.35	0.35	1.65	3.00	0.00	

ANALISIS DE CARGA MUERTA POR TRABE

Numero de Trabe	W Losa (Ton/m)	W Carpeta (Ton/m)	W Trabe (Ton/m)	W Zoclo (Ton/m)	W Guarnicion, Camellon (Ton/m)	W Deflector y Diafragma (Ton/m)	W Parapeto (Ton/m)	Σ Carga Muerta por metro (Ton/m)	Σ Carga Muerta Claro (Ton/m)	Σ Carga Muerta Eje (Ton/m)
1	0.840	0.462	0.871	0.006	0.597	0.029	0.049	2.853	59.063	29.531
2	0.840	0.462	0.871	0.006	0.000	0.172	0.000	2.351	48.666	24.333
3	0.840	0.462	0.871	0.006	0.000	0.172	0.000	2.351	48.666	24.333
4	0.840	0.462	0.871	0.006	0.000	0.172	0.000	2.351	48.666	24.333
5	0.840	0.462	0.871	0.006	0.597	0.029	0.049	2.853	59.063	29.531
								12.760	**264.125**	**132.062**

METODO DE ENGESSER COURBON PARA REPARTO TRANSVERSAL

Camion de diseño: **IMT 66.5 Ton < 30**

1.- Tomando en cuenta un carril cargado

Datos

Excentricidad (m)	Factor de reduccion	No. De vigas	Separacion (m)	Carga (P)
1.985	1.00	5.00	1.75	1.00

$$R_i = \frac{P}{n}\left[1 + 6\left(\frac{n+1-2i}{n^2-1}\right)\frac{e}{S}\right]$$

Analisis

Viga	Ri	Ri x FR
1	0.427	0.427
2	0.313	0.313
3	0.200	0.200
4	0.087	0.087
5	-0.027	-0.027
	1.000	

2.- Tomando en cuenta dos carriles cargados

Datos				
Excentricidad (m)	Factor de reduccion	No. De vigas	Separacion (m)	Carga (P)
0.46	0.90	5.00	1.75	2.00

$$R_i = \frac{P}{n}\left[1 + 6\left(\frac{n+1-2i}{n^2-1}\right)\frac{e}{S}\right]$$

Analisis		
Viga	Ri	Ri x FR
1	0.505	0.455
2	0.453	0.407
3	0.400	0.360
4	0.347	0.313
5	0.295	0.265
	2.000	

Datos	
Longitud de la Trabe (m)=	20.700
Longitud de la Trabe (ft)=	67.913

$$I = \frac{50}{L + 125} = 0.259$$

Incremento por impacto =	1.259

Analisis			
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA POR TRABE		DESCARGA DE CAMION	DESGARGA FACTORIZADA
T1	0.572	48.210	27.598
T2	0.513	48.210	24.726
T3	0.453	48.210	21.854
T4	0.394	48.210	18.982
T5	0.334	48.210	16.109
DESCARGA TOTAL =			109.269

SOLICITACIONES POR TRABE

	MOMENTO											
x / L	0.0	kL	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
x	0.0	0.58	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
PESO PROPIO	0.0	4.3	8.3	15.7	22.2	27.9	32.7	36.6	39.7	41.9	43.2	43.6
LOSA + ZOCLO	0.0	4.1	8.1	15.3	21.7	27.2	31.9	35.7	38.7	40.8	42.1	42.5
CARPETA	0.0	2.2	4.4	8.3	11.7	14.7	17.3	19.3	20.9	22.1	22.8	23.0
DEFLECTOR Y DIAFRAGMAS	0.0	0.8	1.6	3.1	4.3	5.4	6.4	7.1	7.7	8.2	8.4	8.5
GUARNICIÓN Y PARAPETO	0.0	3.2	6.2	11.7	16.6	20.8	24.4	27.3	29.6	31.2	32.2	32.5
C. VIVA CAMIÓN IMT 66.5	0.00	20.78	41.56	83.12	111.86	140.60	159.55	178.50	186.15	193.80	192.60	191.40
C. VIVA CAMIÓN T3-S2-R4	0.00	12.50	24.99	49.98	67.81	85.64	96.85	108.06	113.19	118.32	117.91	117.50
C. VIVA CAMIÓN T3-S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CARGA VIVA TRABE	0.0	11.9	23.8	47.6	64.0	80.5	91.3	102.2	106.6	110.9	110.3	109.6

	CORTANTE												Reacción
x / L	0.0	kL	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	
x	0.0	0.58	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	
PESO PROPIO	8.7	8.3	7.8	7.0	6.1	5.2	4.4	3.5	2.6	1.7	0.9	0.0	9.01

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

LOSA + ZOCLO	8.5	8.1	7.7	6.8	6.0	5.1	4.3	3.4	2.6	1.7	0.9	0.0	**8.76**
CARPETA	4.6	4.4	4.1	3.7	3.2	2.8	2.3	1.8	1.4	0.9	0.5	0.0	**4.78**
DEFLECTOR Y DIAFRAGMAS	1.7	1.6	1.5	1.4	1.2	1.0	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0.0	**0.30**
GUARNICIÓN Y PARAPETO	6.5	6.2	5.9	5.2	4.6	3.9	3.3	2.6	2.0	1.3	0.7	0.0	**6.68**
C. VIVA CAMIÓN IMT 66.5	48.21	46.55	44.89	41.56	38.24	34.91	31.74	28.56	25.49	22.41	19.58	16.74	**48.21**
C. VIVA CAMIÓN T3-S2-R4	28.75	27.81	26.87	24.99	23.20	21.41	19.71	18.01	16.40	14.79	13.27	11.75	**28.75**
C. VIVA CAMIÓN T3-S3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.00**
CARGA VIVA TRABE	27.6	26.6	25.7	23.8	21.9	20.0	18.2	16.3	14.6	12.8	11.2	9.6	**27.60**

PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE TRABES DE CONCRETO PRETENSADAS

MATERIALES

TRABE		
CONCRETO f'_c =	450	kg/cm²
CONCRETO f_{ci} EN LA TRANSFERENCIA =	360	kg/cm²
ACERO DE PRESFUERZO f_{rg} =	19,000	kg/cm²
BAJA RELAJACIÓN	SI	

LOSA		
CONCRETO f'_c =	250	kg/cm²
ACERO f_y =	4200	kg/cm²

SECCIONES

SIMPLE		
H =	1.1500	m
I_x =	0.0526	m^4
A =	0.3629	m²
Yi =	0.5120	m
a =	0.9000	m

COMPUESTA		
H =	1.3500	m
I_x =	0.1361	m^4
A =	0.6238	m²
Yi =	0.8206	m
a =	0.9000	m

GEOMETRÍA

CLARO =	20.00	m

LOSA		
PERALTE =	20	cm
Ancho Patín Losa =	175	cm

TRABE		
Ancho alma=	20	cm
Ancho Patín Inf. =	56	cm

DATOS

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ANUAL		
HR =	40	%

MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO		
E_C =	320,319	kg/cm²

ESF. DEL ACERO DE REF.			
1.00	f_y =	4,200	kg/cm²

MÓDULO DE ELASTICICIDAD DEL ACERO		
E_S =	2,100,000	kg/cm²

TENSAR ACERO (1.5 ϕ) A			
0.75	f_{SR} =	14,250	kg/cm²

CARGAS

PESO PROPIO	LOSA, ZOCLO	CARPETA	GUAR., PARA, DEFL. Y DIAF.	SUMA DE CARGA MUERTA	CARGA VIVA EQUIVALENTE
0.87 ton/m	0.85 ton/m	0.46 ton/m	0.67 ton/m	2.85 ton/m	2.35 ton/m

REACCIONES

Distancia	0L	0.03 L	0.05L	0.10L	0.15L	0.20L	0.25L	0.30L	0.35L	0.40L	0.45L	0.50L
$M_{CARGA\ VIVA}$	0.00	12.50	24.99	49.98	67.81	85.64	96.85	108.06	113.19	118.32	117.91	117.50
$V_{CARGA\ VIVA}$	28.75	27.81	26.87	24.99	23.20	21.41	19.71	18.01	16.40	14.79	13.27	11.75

PÉRDIDAS DE TENSIÓN	
INICIALES	FINALES
5.43%	19.79%

Distancia		Distancia del paño inferor de la trabe al Toron						Suma	Flexion	Esfuerzos Trans.		Esfuerzos Servicio	
		5	10	15	20	25	30			Fibra Sup.	Fibra Inf.	Fibra Sup.	Fibra Inf.
0.0 L	0	4	0	0	0	0	0	4	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-11.409	38.714	-11.197	33.649
0.03 L	0.58	4	0	0	0	0	0	4	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-10.054	34.574	-0.425	14.539
0.05 L	1.00	4	2	0	0	0	0	6	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-11.147	48.705	7.473	15.767
0.10 L	2.00	4	2	2	0	0	0	8	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-6.522	58.246	29.293	-4.855
0.15 L	3.00	4	4	2	2	0	0	12	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-7.323	85.395	41.780	-0.992
0.20 L	4.00	6	4	2	2	0	0	14	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-8.051	99.232	52.671	-7.271
0.25 L	5.00	6	6	4	2	0	0	18	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-12.587	129.378	58.002	1.066
0.30 L	6.00	6	8	4	2	0	0	20	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-13.813	143.615	64.769	-0.505
0.35 L	7.00	6	8	4	2	0	0	20	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-10.110	140.643	74.338	-11.169
0.40 L	8.00	8	8	4	2	0	0	22	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-15.070	157.877	73.839	-5.502
0.45 L	9.00	8	8	4	2	0	0	22	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-13.483	156.603	77.547	-9.054
0.50 L	10.00	8	8	4	2	0	0	22	PASA POR MOMENTO ULTIMO	-12.954	156.179	81.245	-16.373

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ESFUERZOS PERMISIBLES

A LA TRANSFERENCIA		
COMPRESIÓN f_C =	216.0	kg/cm²
TENSIÓN f_T =	-15.18	kg/cm²

EN SERVICIO		
COMPRESIÓN f_C =	247.5	kg/cm²
TENSIÓN f_T =	-33.94	kg/cm²

RESUMEN DE RESULTADOS

A LA TRANSFERENCIA			
f_{SMIN} =	-15.07	kg/cm²	PASA
$f_{I\ MAX}$ =	157.9	kg/cm²	PASA

EN SERVICIO			
f_{SMAX} =	81.245	kg/cm²	PASA
$f_{I\ MIN}$ =	-16.373	kg/cm²	PASA

Longitud de Enductado		Distancia del paño inferor de la trabe al Toron					
		5	10	15	20	25	31.5
0.0 L	0						
0.03 L	0.58						
0.05 L	1.00		2				
0.10 L	2.00			2			
0.15 L	3.00		2		2		
0.20 L	4.00	2					
0.25 L	5.00		2	2			
0.30 L	6.00		2				
0.35 L	7.00						
0.40 L	8.00	2					
0.45 L	9.00						
0.50 L	10.00						

BIEN POR MOMENTO RESISTENTE

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

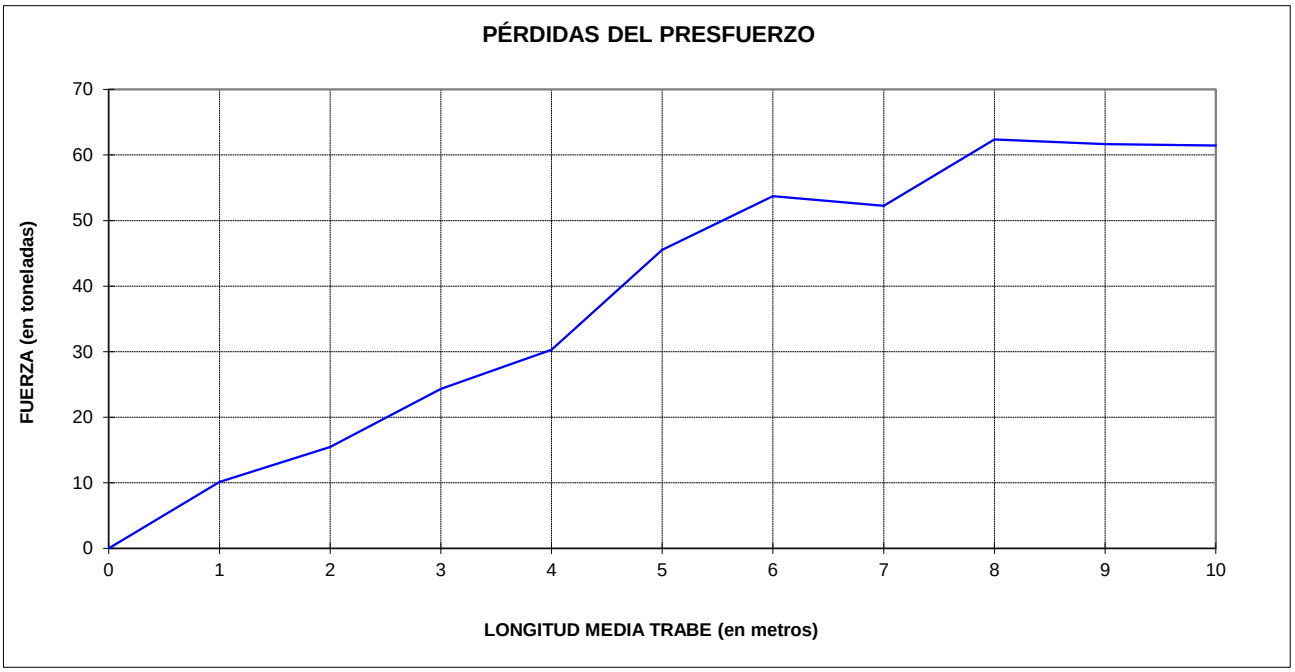
DATOS PARA OBTENCIÓN DE PÉRDIDAS EN TRABES PRETENSADAS

HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ANUAL HR = 40 %
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO E_S = 2,100,000 kg/cm²
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO E_C = 286,502 kg/cm²

$\Delta fs = CC + AE + CR_C + CR_S$

Δfs = Pérdida total de tensión por deformación en el concreto en kg/cm²
CC = Pérdida por contracción del concreto en kg/cm²
AE = Pérdida por acortamiento elástico en kg/cm²
CR_C = Pérdida debida al escurrimiento plástico del concreto en kg/cm²
CR_S = Pérdida por relajación del acero en kg/cm²

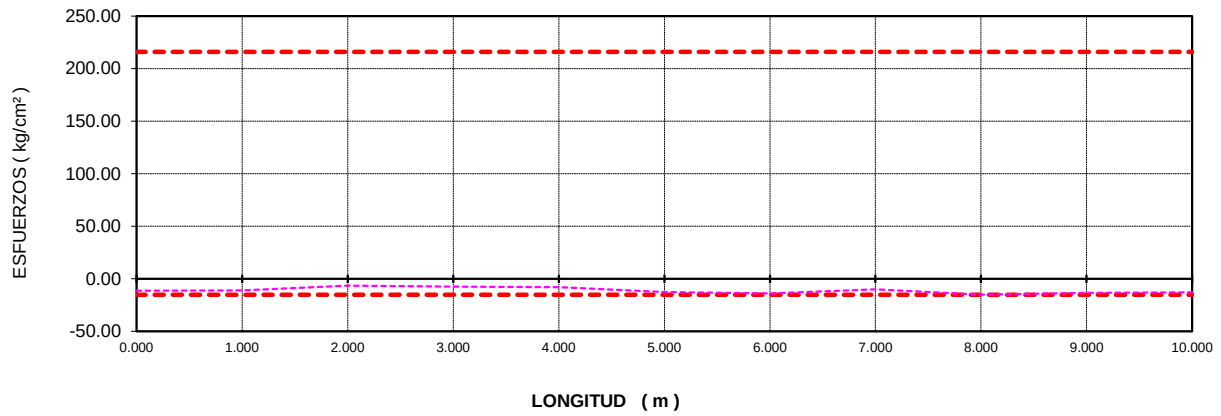
	X TRABE EN METROS									
	0.05L	0.10L	0.15L	0.20L	0.25L	0.30L	0.35L	0.40L	.45L	0.50L
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
f_s	-87.78	-36.65	-34.89	-33.68	-67.46	-73.03	-36.00	-77.11	-61.24	-55.94
f_i	423.61	624.70	734.32	851.07	1113.62	1235.81	1206.09	1356.80	1344.06	1339.81
$y_{torones}$	0.067	0.088	0.108	0.100	0.106	0.105	0.105	0.100	0.100	0.100
h	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150	1.150
f_{cr} (kg/cm²)	39.396	57.438	66.186	77.413	100.521	111.630	109.268	123.211	122.186	121.844
f_s	12.741	24.141	34.200	42.918	50.294	56.329	61.023	64.376	66.388	67.059
f_i	-15.195	-28.791	-40.787	-51.184	-59.981	-67.179	-72.777	-76.776	-79.175	-79.975
$y_{torones}$	0.067	0.088	0.108	0.100	0.106	0.105	0.105	0.100	0.100	0.100
h	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350
f_{cd} (kg/cm²)	-13.816	-25.360	-34.770	-44.213	-51.359	-57.573	-62.370	-66.320	-68.393	-69.083
CC (kg/cm²) =	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724
CC =	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724	774.0724
% f_{PU} =	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43
AE (kg/cm²) =	288.76479	421.00479	485.1278	567.42119	736.79745	818.22645	800.91007	903.10939	895.59695	893.0927537
CR_C (kg/cm²) =	376.04354	511.72945	550.84214	619.46311	846.74089	936.5557	874.62199	1014.2901	987.48357	978.5479581
CR_S (kg/cm²) =	265.46772	245.45943	237.09149	225.43111	197.12959	184.49595	189.32427	172.12093	174.21251	174.9097067
$AE + CR_C + CR_S$	930.28	1178.19	1273.06	1412.32	1780.67	1939.28	1864.86	2089.52	2057.29	2046.55
% f_{PU} =	6.53	8.27	8.93	9.91	12.50	13.61	13.09	14.66	14.44	14.36
% $f_{PU\ TOTAL}$ =	**11.96**	**13.70**	**14.37**	**15.34**	**17.93**	**19.04**	**18.52**	**20.10**	**19.87**	**19.79**
f_{PU} =	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250	14,250
f_{SE} =	12,546	12,298	12,203	12,064	11,695	11,537	11,611	11,386	11,419	11,429
$(f_{PU} - f_{SE})A_S$* =	10	15	24	30	46	54	52	62	62	61
X	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000	10.000


PÉRDIDAS DEL PRESFUERZO
FUERZA (en toneladas)
0
10
20
30
40
50
60
70
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
LONGITUD MEDIA TRABE (en metros)

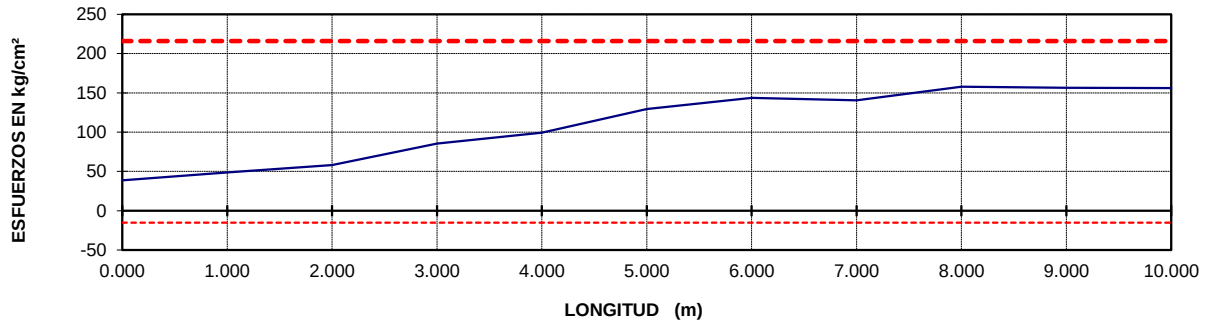
PUENTE EL DURAZNO

GRÁFICA DE ESFUERZOS A LA TRANSFERENCIA

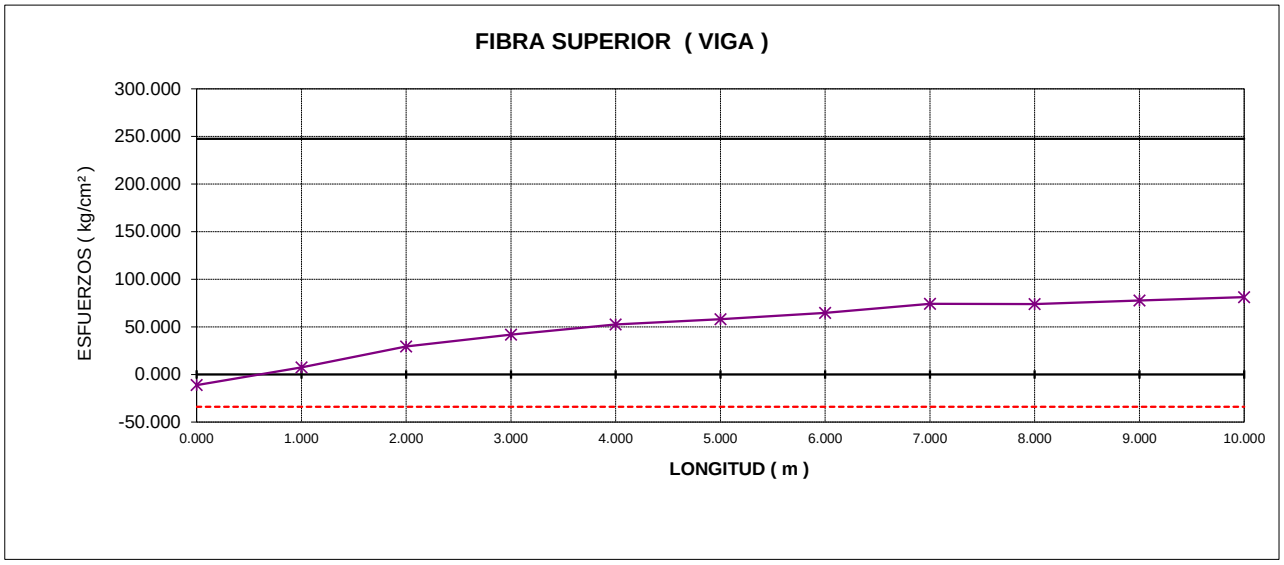
FIBRA SUPERIOR (VIGA)

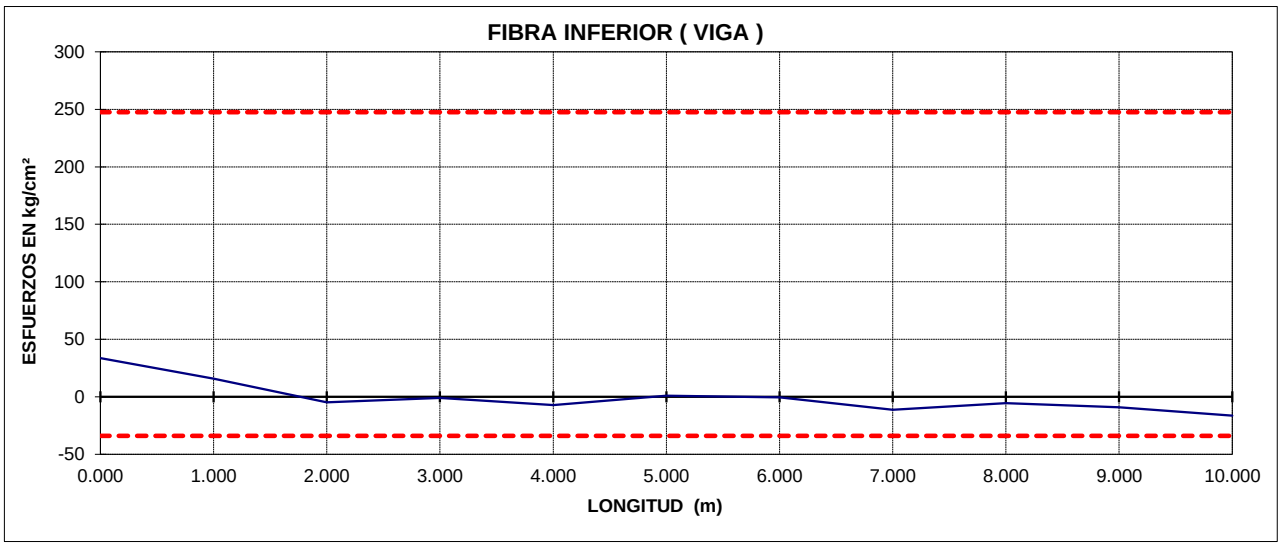


FIBRA INFERIOR (VIGA)



GRÁFICA DE ESFUERZOS EN SERVICIO

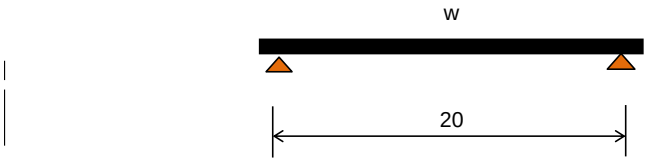




Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.5 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30

Combinación = (CM+CV+I)



AL CENTRO DEL CLARO

	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	43.60	ton-m
Losa	0.85	ton/m	42.50	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	23.00	ton-m
Parapeto + banqueta	0.67	ton/m	41.00	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	109.57	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Totales
f'c =	450	kg/cm²	5.43%	19.79%
frg =	19000	kg/cm²		

p* = 0.001335814
p = 0.000297297
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA				PRESFUERZO:	
										Y TORONES	CANTIDAD
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	21.78	cm²		5	8
Ix =	0.0526	m⁴	Ix =	0.1361	m⁴	e_{losa} =	20.00	cm		10	8
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm	130.4372987	15	4
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	125.00	cm		20	2
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00134	s/u		25	0
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²		30	0
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.00	cm			
y_{cable} =	10.000		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²		**Total =**	**22**
Fuerza de cable =	310.37	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	131.00	cm			
						a =	9.87				

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	43.60	-424.6	-424.6	529.0	529.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	293.506	0.41	0.00	1986.4	**1561.8**	-658.6	**-129.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	42.50	-413.9	1147.9	515.7	386.2	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-44.574	0.72	0.00	-265.1	882.8	6.3	392.4	6.3	6.3	53.5	53.5	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	64.00	-385.9	496.9	154.9	547.3	154.9	161.1	248.9	302.4	O
Carga viva + I	0.00	0.00	109.57	-660.6	-163.7	265.1	812.5	265.1	426.3	426.1	728.5	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-16.37**	**Sup. acum=**	**81.25**	**Inf. acum=**	**42.63**	**Sup acum=**	**72.85**	P

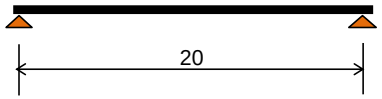
Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo** **OK**

REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	432.89 ton-m	434.66 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.45 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)

w



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	43.16	ton-m
Losa	0.85	ton/m	42.08	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	22.77	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	40.59	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	99.23	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES

			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²		
f'c =	450	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	19.87%

p* = 0.001335814
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE

H =	1.1500	m
Ix =	0.0526	m⁴
A =	0.3629	m²
Yi =	0.5120	m
Ys =	0.6380	m
Si =	0.1027	m³
Ss =	0.0824	m³
y_{cable} =	10.000	
Fuerza de cable =	310.37	ton

SECCION COMPUESTA

H =	1.3500	mts.
Ix =	0.1361	m⁴
A =	0.6238	m²
Yi =	0.8206	m
Ys =	0.5294	m
Si viga =	0.1659	m³
Ss viga =	0.4133	m³
Ss losa =	0.2571	m³
Ys viga =	0.3294	m

POR RUPTURA

As* =	21.78	cm²
e_{losa} =	20.00	cm
b equiv=	130.44	cm
d* =	125.00	cm
p* =	0.00134	s/u
fsu =	17100.0	kg/cm²
cent as p =	10.00	cm
Refuerzo: As =	5.08	cm²
d =	132.00	cm
a =	9.87	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	8
10	8
15	4
20	2
25	0
30	0
Total =	22

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	43.16	-420.3	-420.3	523.8	523.8	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	293.51	0.41	0.00	1986.4	**1566.0**	-658.6	**-134.8**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	42.08	-409.7	1156.3	510.6	375.7	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-44.81	0.72	0.00	-266.5	889.8	6.3	382.0	6.3	6.3	53.8	53.8	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	63.36	-382.0	507.8	153.3	535.4	153.3	159.6	246.4	300.2	O
Carga viva + I	0.00	0.00	99.23	-598.3	-90.5	240.1	775.5	240.1	399.7	385.9	686.1	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-9.05**	**Sup. acum=**	**77.55**	**Inf. acum=**	**39.97**	**Sup. acum**	**68.61**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**

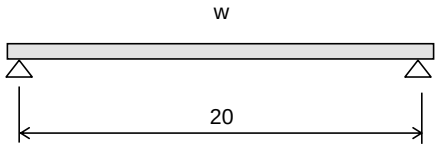
REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	408.51 ton-m	430.07 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.4 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	41.85	ton-m
Losa	0.85	ton/m	40.80	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	22.08	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	39.36	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	98.74	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES

			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²		
f'c =	450	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	20.10%

p* = 0.001335814
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	21.78	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	125.00	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00134	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.00	cm
y_{cable} =	10.000		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	310.37	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	9.87	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	8
10	8
15	4
20	2
25	0
30	0
Total =	22

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	41.85	-407.6	-407.6	507.9	507.9	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	293.51	0.41	0.00	1986.4	**1578.8**	-658.6	**-150.7**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	40.80	-397.3	1181.5	495.1	344.4	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-45.51	0.72	0.00	-270.7	910.8	6.4	350.8	6.4	6.4	54.6	54.6	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	61.44	-370.4	540.3	148.7	499.5	148.7	155.1	239.0	293.5	O
Carga viva + I	0.00	0.00	98.74	-595.3	-55.0	238.9	738.4	238.9	394.0	384.0	677.6	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-5.50**	**Sup. acum=**	**73.84**	**Inf. acum=**	**39.40**	**Sup. acum**	**67.76**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**
REV POR RESIST.	Momento último		Momento resistente		OBSERVACIONES
MOMENTO	401.59 ton-m		430.07 ton-m		**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

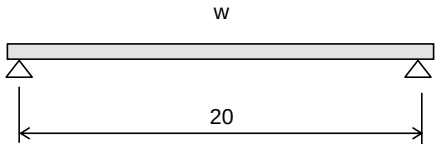
PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.35 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30

Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	39.67	ton-m
Losa	0.85	ton/m	38.68	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	20.93	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	37.31	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	94.84	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²		
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	18.52%

p* = 0.001219254

p = 0.000295045

f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	19.80	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	124.50	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00122	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.50	cm
y_{cable} =	10.500		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	282.15	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	9.02	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	6
10	8
15	4
20	2
25	0
30	0
Total =	20

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	39.67	-386.4	-386.4	481.4	481.4	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	266.82	0.41	0.00	1792.8	**1406.4**	-582.5	**-101.1**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	38.68	-376.6	1029.8	469.3	368.2	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-36.92	0.72	0.00	-218.5	811.3	4.7	373.0	4.7	4.7	43.6	43.6	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	58.24	-351.2	460.1	140.9	513.9	140.9	145.7	226.5	270.1	O
Carga viva + I	0.00	0.00	94.84	-571.8	-111.7	229.5	743.4	229.5	375.2	368.9	638.9	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-11.17**	**Sup. acum=**	**74.34**	**Inf. acum=**	**37.52**	**Sup. acum**	**63.89**	P

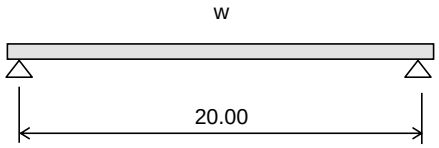
Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**
REV POR RESIST.	Momento último		Momento resistente		OBSERVACIONES
MOMENTO	383.37 ton-m		392.81 ton-m		**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.3 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	36.62	ton-m
Losa	0.85	ton/m	35.70	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	19.32	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	34.44	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	89.92	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²	5.43%	19.04%
frg =	19000	kg/cm²		

p* = 0.001219254
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	19.80	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	124.50	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00122	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.50	cm
y_{cable} =	10.500		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	282.15	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	9.02	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	6
10	8
15	4
20	2
25	0
30	0
Total =	20

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	36.62	-356.6	-356.6	444.4	444.4	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	266.82	0.41	0.00	1792.8	**1436.1**	-582.5	**-138.1**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	35.70	-347.7	1088.5	433.2	295.1	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-38.40	0.72	0.00	-227.2	861.3	4.9	300.0	4.9	4.9	45.3	45.3	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	53.76	-324.1	537.1	130.1	430.1	130.1	135.0	209.1	254.4	O
Carga viva + I	0.00	0.00	89.92	-542.2	-5.1	217.6	647.7	217.6	352.6	349.7	604.1	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-0.51**	**Sup. acum=**	**64.77**	**Inf. acum=**	**35.26**	**Sup. acum**	**60.41**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**

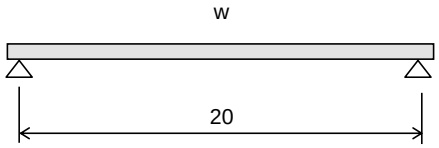
REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	359.04 ton-m	392.81 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.25 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	32.70	ton-m
Losa	0.85	ton/m	31.88	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	17.25	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	30.75	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	82.20	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²	5.43%	17.93%
frg =	19000	kg/cm²		

p* = 0.001097818
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	m	As* =	17.82	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	124.44	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00110	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.56	cm
y_{cable} =	10.556	cm	Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	253.94	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	8.17	cm

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	6
10	6
15	4
20	2
25	0
30	0
Total =	18

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	32.70	-318.4	-318.4	396.8	396.8	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	240.14	0.41	0.00	1612.2	**1293.8**	-522.7	**-125.9**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	31.88	-310.4	983.4	386.8	260.9	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-31.73	0.72	0.00	-187.7	795.7	4.0	265.0	4.0	4.0	37.4	37.4	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	48.00	-289.4	506.3	116.2	381.1	116.2	120.2	186.7	224.1	O
Carga viva + I	0.00	0.00	82.20	-495.6	10.7	198.9	580.0	198.9	319.1	319.7	543.8	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**1.07**	**Sup. acum=**	**58.00**	**Inf. acum=**	**31.91**	**Sup. acum**	**54.38**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**BIEN**

REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	324.73 ton-m	356.86 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

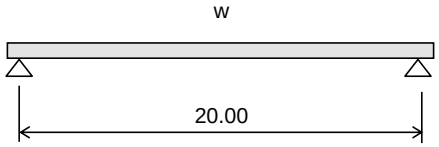
PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.2 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30

Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	27.90	ton-m
Losa	0.85	ton/m	27.20	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	14.72	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	26.24	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	72.44	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES

			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²		
f'c =	450	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	15.34%

p* = 0.000850064
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	13.86	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	125.00	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00085	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.00	cm
y_{cable} =	10.000		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	197.51	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	6.47	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	6
10	4
15	2
20	2
25	0
30	0
Total =	14

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	27.90	-271.7	-271.7	338.6	338.6	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	186.78	0.41	0.00	1264.0	**992.3**	-419.1	**-80.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	27.20	-264.9	727.4	330.1	249.5	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-19.57	0.72	0.00	-116.4	611.0	2.8	252.3	2.8	2.8	23.5	23.5	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	40.96	-247.0	364.0	99.1	351.4	99.1	101.9	159.3	182.8	O
Carga viva + I	0.00	0.00	72.44	-436.8	-72.7	175.3	526.7	175.3	277.2	281.7	464.5	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-7.27**	**Sup. acum=**	**52.67**	**Inf. acum=**	**27.72**	**Sup. acum**	**46.45**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**
REV POR RESIST.	Momento último		Momento resistente		OBSERVACIONES
MOMENTO	282.07 ton-m		285.84 ton-m		**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

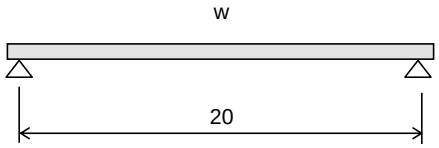
PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.15 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30

Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	22.24	ton-m
Losa	0.85	ton/m	21.68	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	11.73	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	20.91	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	60.83	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²		
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	14.37%

p* = 0.000733516
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	11.88	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	124.17	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00073	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	10.83	cm
y_{cable} =	10.833		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	169.29	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	5.62	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	4
10	4
15	2
20	2
25	0
30	0
Total =	12

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

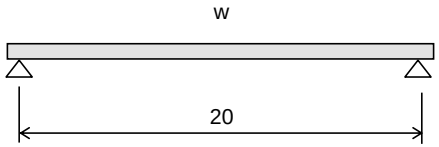
PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	22.24	-216.5	-216.5	269.8	269.8	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	160.09	0.40	0.00	1070.5	**853.9**	-343.0	**-73.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	21.68	-211.1	642.9	263.0	189.8	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-15.12	0.71	0.00	-89.2	553.7	1.8	191.6	1.8	1.8	17.7	17.7	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	32.64	-196.8	356.9	79.0	270.6	79.0	80.8	126.9	144.6	O
Carga viva + I	0.00	0.00	60.83	-366.8	-9.9	147.2	417.8	147.2	228.0	236.6	381.2	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-0.99**	**Sup. acum=**	**41.78**	**Inf. acum=**	**22.80**	**Sup. acum**	**38.12**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**
REV POR RESIST.	Momento último		Momento resistente		OBSERVACIONES
MOMENTO	231.52	ton-m	247.73	ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.1 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	15.70	ton-m
Losa	0.85	ton/m	15.30	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	8.28	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	14.76	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	47.58	ton-m

CALIDAD DE MATERIALES

			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²		
f'c =	450	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	13.70%

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

p* = 0.000480941
p = 0.000295045
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	7.92	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	126.25	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00048	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	8.75	cm
y_{cable} =	8.750		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	112.86	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	132.00	cm
						a =	3.93	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	4
10	2
15	2
20	0
25	0
30	0
Total =	8

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	15.70	-152.8	-152.8	190.5	190.5	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	106.73	0.42	0.00	735.3	**582.5**	-255.7	**-65.2**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	15.30	-149.0	433.5	185.7	120.4	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-9.33	0.73	0.00	-56.2	377.3	1.6	122.0	1.6	1.6	11.6	11.6	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	23.04	-138.9	238.3	55.8	177.8	55.8	57.3	89.6	101.3	O
Carga viva + I	0.00	0.00	47.58	-286.9	-48.6	115.1	292.9	115.1	172.5	185.1	286.3	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**-4.86**	**Sup. acum=**	**29.29**	**Inf. acum=**	**17.25**	**Sup. acum**	**28.63**	P

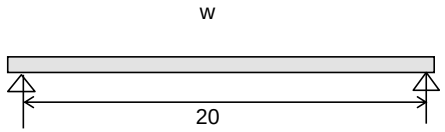
Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**Colocar acero de refuerzo**
REV POR RESIST.	Momento último		Momento resistente		OBSERVACIONES
MOMENTO	173.50 ton-m		176.97 ton-m		**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0.05 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	8.28	ton-m
Losa	0.85	ton/m	8.08	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	4.37	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	7.79	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	23.79	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²	5.43%	11.96%
frg =	19000	kg/cm²		

p* = 0.00035
p = 0.00030
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	5.94	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	128.33	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00035	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	6.67	cm
y_{cable} =	6.667		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	84.65	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	130.00	cm
						a =	3.08	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	4
10	2
15	0
20	0
25	0
30	0
Total =	6

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	8.28	-80.7	-80.7	100.5	100.5	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	80.05	0.45	0.00	567.7	**487.0**	-212.0	**-111.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	8.08	-78.6	408.4	98.0	-13.5	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-5.53	0.75	0.00	-34.0	374.4	1.2	-12.3	1.2	1.2	7.3	7.3	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	12.16	-73.3	301.1	29.4	17.2	29.4	30.6	47.3	54.6	O
Carga viva + I	0.00	0.00	23.79	-143.4	157.7	57.6	74.7	57.6	88.2	92.5	147.2	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**15.77**	**Sup. acum=**	**7.47**	**Inf. acum=**	**8.82**	**Sup. acum**	**14.72**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**BIEN**

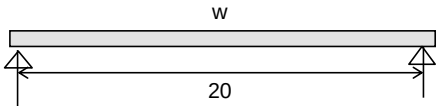
REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	88.70 ton-m	140.89 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = Un peralte Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	4.25	ton-m
Losa	0.85	ton/m	4.14	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	2.24	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	4.00	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	11.90	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES

			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²		
f'c =	450	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
frg =	19000	kg/cm²	5.43%	19.79%

p* = 0.000233534
p = 0.000299584
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	3.96	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	130.00	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00023	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	5.00	cm
y_{cable} =	5.000		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	56.43	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	130.00	cm
						a =	2.23	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	4
10	0
15	0
20	0
25	0
30	0
Total =	4

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	4.25	-41.4	-41.4	51.6	51.6	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	53.36	0.46	0.00	387.1	**345.7**	-152.1	**-100.5**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	4.14	-40.4	305.4	50.3	-50.3	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-8.10	0.77	0.00	-50.6	254.7	2.1	-48.1	2.1	2.1	11.3	11.3	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	6.24	-37.6	217.1	15.1	-33.0	15.1	17.2	24.3	35.6	O
Carga viva + I	0.00	0.00	11.90	-71.7	145.4	28.8	-4.3	28.8	46.0	46.3	81.8	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**14.54**	**Sup. acum=**	**-0.43**	**Inf. acum=**	**4.60**	**Sup. acum**	**8.18**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**BIEN**

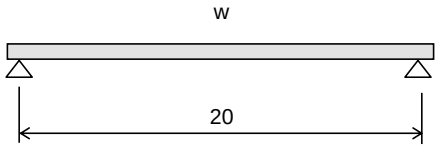
REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	44.84 ton-m	103.46 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Trabes pretensadas, Cálculo de Esfuerzos y Momento Resistente

Sección = 0 L Momento carga muerta + camión IMT 66.5 Ton > 30
Combinación = (CM+CV+I)



	CARGAS		Momentos	
Peso propio	0.87	ton/m	0.00	ton-m
Losa	0.85	ton/m	0.00	ton-m
Asfalto	0.46	ton/m	0.00	ton-m
Parapeto	0.67	ton/m	0.00	ton-m
Carga Viva Equivalente	2.35	ton/m	0.00	ton-m

% DE ESFUERZOS PERMISIBLES = 100.00%

CALIDAD DE MATERIALES			Pérdidas	
f'c tensado =	360	kg/cm²	Iniciales	Diferidas
f'c =	450	kg/cm²	5.43%	19.79%
frg =	19000	kg/cm²		

p* = 0.000233534
p = 0.000299584
f_s = 4,200 kg/cm²

SECCION SIMPLE			SECCION COMPUESTA			POR RUPTURA		
H =	1.1500	m	H =	1.3500	mts.	As* =	3.96	cm²
Ix =	0.0526	m^4	Ix =	0.1361	m^4	e_{losa} =	20.00	cm
A =	0.3629	m²	A =	0.6238	m²	b equiv=	130.44	cm
Yi =	0.5120	m	Yi =	0.8206	m	d* =	130.00	cm
Ys =	0.6380	m	Ys =	0.5294	m	p* =	0.00023	s/u
Si =	0.1027	m³	Si viga =	0.1659	m³	fsu =	17100.0	kg/cm²
Ss =	0.0824	m³	Ss viga =	0.4133	m³	cent as p =	5.00	cm
y_{cable} =	5.000		Ss losa =	0.2571	m³	Refuerzo: As =	5.08	cm²
Fuerza de cable =	56.43	ton	Ys viga =	0.3294	m	d =	130.00	cm
						a =	2.23	

PRESFUERZO:

Y TORONES	CANTIDAD
5	4
10	0
15	0
20	0
25	0
30	0
Total =	4

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Elemento estructural				Esfuerzos en trabe				Esfuerzos en losa				Secc.
ETAPA	P (ton)	e (m)	M (ton-m)	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	Inferior	Inf. acum.	Superior	Sup. acum.	S
Po.Po Viga	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	I
Presfuerzo Incl. 10% Pérd.	53.36	0.46	0.00	387.1	**387.1**	-114.1	**-114.1**	0.0	0.0	0.0	0.0	M
Losa	0.00	0.00	0.00	0.0	387.1	0.0	-114.1	0.0	0.0	0.0	0.0	P
100% Pd.Dif.1a.	-8.10	0.77	0.00	-50.6	336.5	2.1	-112.0	2.1	2.1	11.3	11.3	C
Asfal + Parapeto	0.00	0.00	0.00	0.0	336.5	0.0	-112.0	0.0	2.1	0.0	11.3	O
Carga viva + I	0.00	0.00	0.00	0.0	336.5	0.0	-112.0	0.0	2.1	0.0	11.3	M
E S T A D O F I N A L E N kg / cm ²				**Inf. acum=**	**33.65**	**Sup. acum=**	**-11.20**	**Inf. acum=**	**0.21**	**Sup. acum**	**1.13**	P

Esf. adm. kg/cm²:	AL TENSADO		EN SERVICIO		OBSERVACIONES
Compresión		216.00		180.00	
Tensión: con/sin refzo.	-30.28	-15.10	-33.77	0.00	**BIEN**

REV POR RESIST.	Momento último	Momento resistente	OBSERVACIONES
MOMENTO	0.00 ton-m	103.46 ton-m	**PASA POR MOMENTO ULTIMO**

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO POR CORTANTE DE TRABES PRETENSADAS

x en metros	0.575	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
M_{CM}	14.63	28.52	54.04	76.55	96.06	112.57	126.08	136.59	144.09	148.60	150.10
M_{CV}	11.90	23.79	47.58	64.04	80.49	91.34	102.18	106.56	110.94	110.26	109.57
M_U en ton-m	44.80	88.62	173.34	238.26	299.27	344.24	385.31	408.45	427.70	432.06	432.53
V_{CM}	28.52	27.02	24.02	21.01	18.01	15.01	12.01	9.01	6.00	3.00	0.00
V_{CV}	26.65	25.69	23.79	21.89	19.98	18.17	16.35	14.59	12.83	11.21	9.58
V_U en ton	94.81	90.80	82.77	74.74	66.72	58.87	51.03	43.32	35.60	28.18	20.76
V_C	24.85	24.53	24.13	23.73	23.89	23.79	23.80	23.80	23.89	23.89	23.89
V_U-V_C	69.96	66.27	58.64	51.01	42.82	35.09	27.24	19.52	11.71	4.29	-3.13
E#3@	10.87	11.47	12.97	14.91	17.76	21.67	27.92	38.95	64.94	177.22	-243.08
bw de trabe	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
d trabe	130.00	128.33	126.25	124.17	125.00	124.44	124.50	124.50	125.00	125.00	125.00
Vud/Mu <= 1.0	1.00	1.00	0.60	0.39	0.28	0.21	0.16	0.13	0.10	0.08	0.06
Vc = ϕ0.53*raiz(f´c)bwd	24.85	24.53	24.13	23.73	23.89	23.79	23.80	23.80	23.89	23.89	23.89
(0.16 raiz(f´c) + 49Vud/Mu)bw	115.79	114.31	70.68	47.45	36.23	29.24	24.29	20.88	18.05	15.70	13.46
ϕ1.3 raiz(f´c)bwd	60.95	60.16	59.19	58.21	58.60	58.34	58.37	58.37	58.60	58.60	58.60
V_C considerado	60.95	60.16	59.19	47.45	36.23	29.24	24.29	23.80	23.89	23.89	23.89
$V_S = V_U$-V_C	33.86	30.63	23.58	27.29	30.49	29.63	26.75	19.52	11.71	4.29	0.01
Separación de Estribos #4 en cm	**34.8**	**38.0**	**48.5**	**41.3**	**37.2**	**38.1**	**42.2**	**57.8**	**96.8**	**264.2**	**113347.5**
Separación Max. Estribos #4 en cm	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20	85.20
Separación a usar	@ 10 OK	@ 10 OK	@ 10 OK	@ 20 OK	@ 20 OK	@ 20 OK	@ 30 OK	@ 30 OK	@ 30 OK	@ 30 OK	@ 30 OK

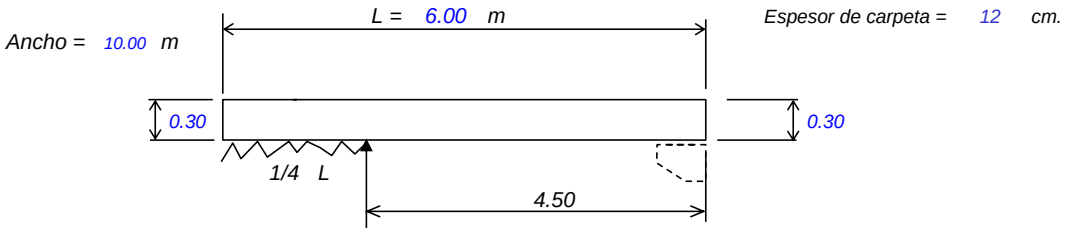
MATERIALES

Concreto f'_C =	450	kg/cm²
Acero f_Y =	4200	kg/cm²
No Ramas =	2	
Av =	1.27	
S_{MIN} =	57.5	cm

PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSAS DE TRANSICIÓN

EL DISEÑO SE HARÁ DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES DEL AASHTO ED. 1996 (Art. 3.30)



SE REVISARÁN DOS CASOS:

1.- CONSIDERANDO LOSA RELATIVAMENTE RIGIDA

Para este caso se considera que la losa se encuentra apoyada por material de relleno la mitad de longitud de esta sin embargo consideraremos este apoyo es de una cuarta parte.

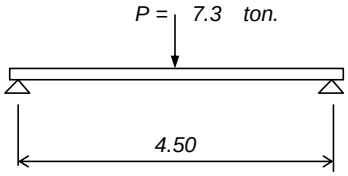
En este se considerara tambien el peso propio de la losa, carpeta y el relleno que se encuentra sobre esta.

Peso de losa =	*2.4*	*x*	*0.30*	=	*0.72*	
Peso de carpeta =	*2.2*	*x*	*0.12*	=	*0.264*	
					0.984	***ton/m.***

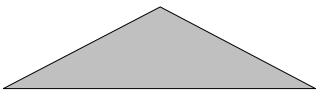
2.- CONSIDERANDO LOSA RELATIVAMENTE FLEXIBLE

ANÁLISIS

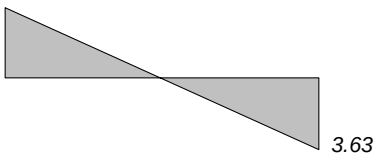
CASO 1 *a) Carga de camion HS-20*



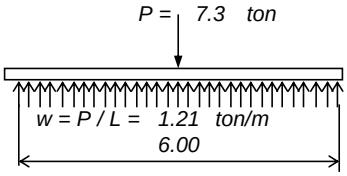
M = PL / 4 = ***8.17 ton-m.*** ***(Rige)***



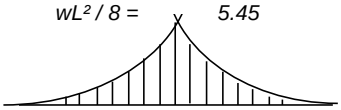
V = *3.63*



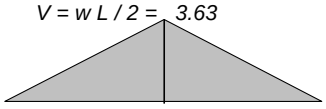
CASO 2 *a) Carga de camion HS-20*



wL² / 8 = *5.45*



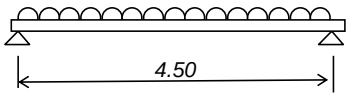
V = w L / 2 = *3.63*



DISEÑO DE LOSAS DE TRANSICIÓN

CASO 1 *b) Carga de Carpeta, relleno y peso propio de losa.*

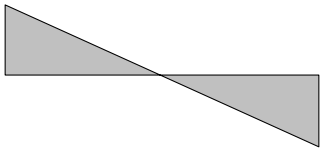
w = 0.98 ton/m



M = wL² / 8 = 2.49 ton-m.



V = 2.2 ton.



V = 2.2 ton.

Consideraciones de distribucion de la carga viva.

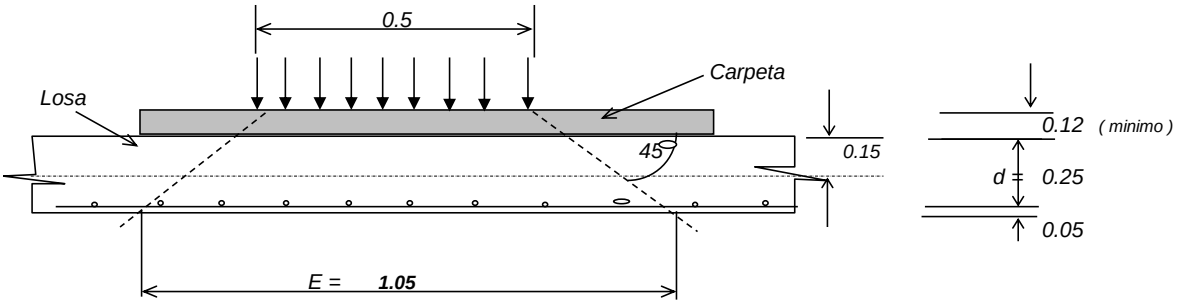
De acuerdo al articulo 3.30 que se refiere al area de contacto de la rueda de camion en funcion de la descarga del camion sin incluir el impacto.

El area de contacto es tomada en cuenta como 0.01P , esta area tiene una distribucion que guarda una relacion de longitud en direccion del transito entre el ancho de rueda de 1/2.5 , donde el area esta dada en pulgadas cuadradas y el peso en libras.

Carga viva sin impacto = 7.3 ton.

*Descarga **P** en libras = 16005 libras Area = 0.01 X 16005.3 = 160.1 pl²*

Longitud del area de distribucion = 8 pl. Long.= 20.3 cm.
Ancho del area de distribucion = 20 pl. Ancho = 50.8 cm.



PUENTE EL DURAZNO

DISEÑO DE LOSAS DE TRANSICIÓN

Momento de carga viva antes calculado : 8.168 ton-m

Para discretizarlo por metro 8.17 / 1.05 = 7.79 ton-m/m

Factorizando para la combinacion : 1.3 (CM + 1.67 CV)

Momento ultimo : 1.3 X 2.5 + 2.17 X 7.79 = **20.15 ton-m.**

Revision de cortante:

Cortante total Vu = 5.8 X 1.3 = **7.60 ton.**

$Vc = 0.53\sqrt{f'c}\ bw\ d = 0.53 \times \sqrt{250} \times 100 \times 30 =$ **25.1 ton.**

Vc > Vu **BIEN**

Diseño

MATERIALES:

CONCRETO f´c = 250 kg/cm²

ACERO f y = 4200 kg/cm²

b = 100 cm

d = 25 cm

Mu = 20.1 ton-m

$As_{NECESARIO}$ = 10 cm²

As_{min} = 7.50 cm²

Poner 10 cm²

PONER # 6 @ 20 EN DIRECCIÓN LONGITUDINAL

PONER # 5 @ 25 EN DIRECCIÓN TRANSVERSAL

Proponiendo varillas

No. 6 @ 20 cm Av = 2.85 cm^2

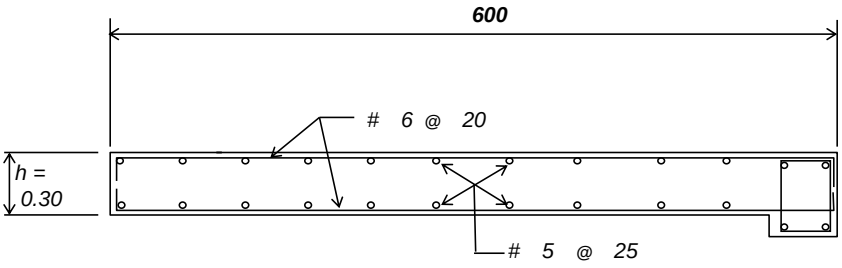
$As = \frac{100\ Av}{s}$

As = 14.25

No. 5 @ 25 cm Av = 1.98 cm^2

$As = \frac{100\ Av}{s}$

As = 7.92



PUENTE EL DURAZNO

Análisis y diseño de neoprenos para trabes (4.1cm)

Reacciones por CM+(CV+I)

Pmax CM=	29.53	ton	Cs =	0.500
Pmax CV=	27.60	ton	Q =	3.000
Ptotal=	57.13	ton	FI =	1.500

Efecto del sismo

(Cs x FI)/Q= 0.250

SL=	sismo longitudinal= (Cs/Q) x Ptotal	0.167	x	57.130	=	9.522	ton
ST=	sis. transversal=((Cs/Q) x Pmax)0.3	9.522	x	0.3	=	2.856	ton

$$Ht=\sqrt{(SL)^2+(ST)^2}=9.941 \text{ ton.}$$

Movimientos horizontales de larga duración

LL=	Dimen. Longitudinal del puente en cms. =	2060	cm	
LT=	Dimen. Transversal del puente en cms. =	900	cm	

UxL =	LL / 2 x 10 x 10	=	10.30	mm
UxT =	LT / 2 x 10 x 10	=	4.50	mm

Giro previsto = e = 0.01 rad.

Predimensionamiento

Compresión admisible = 150 Kg/cm ²

A =Ptotal/150= 57130 /150 = 380.87 cm ²

proponer neopreno de

a =	45	cm	n =	2 no. placas
b =	25	cm		de neopreno int.
h =	4.1	cm		
Area = A =	1125.00	cm ²		

Revisión por espesor debido a movimientos de larga duración

ne = número de placas de neopreno x espesor de cada una = 32 mm

e = espesor de neopreno intermedio = 1.3 cm

Tan g = Ht/ne ≤ 0.5

	9.941	/	32	=	0.311
REVISANDO	0.311	≤	0.5		*OK*

Tan gL = 0.04

LI = Tan gL + [Ht / (A G)]

LI < 0.7

LI= 1.1445

Ht= 9940.87

A= 1125.00

G= 8.00

PUENTE EL DURAZNO

Estabilidad

amin = 5 ne = 160 **REVISANDO** 160 < 250 ***OK***

Compresión máxima y mínima

s max = 57130 / 1125 = 50.8 kg/cm²

sadm = 2 G S

$$S = \frac{(a \times b)}{2\,e\,(a+b)}$$

e =espesor del neopreno = 1.3 cm

2 e = 2 x 1.27 = 2.6 cm

(a + b) = 45.00 + 25.00 = 70 *cm*

(a x b) = 45.00 x 25.00 = 1125 *cm*

$$S = \frac{1125}{182}$$

$$S = 6.1813$$

sadm = *2 x* 8 *x* 6.1813 = 98.90 kg/cm²

REVISANDO 50.782 < 98.901 ***OK***

smin = 57129.8 / 1125.00 = 50.78 kg/cm²

REVISANDO 50.8 > 30.00 ***OK***

Verificación al deslizamiento durante sismo

f1 = 0.12+(2/smin) = *0.12 + (2 /* 50.782) = 0.16 p/contacto placa concreto

f2 = 0.12+(6/smin) = *0.12 + (6 /* 50.782) = 0.24 p/contac.neopre. concreto

V = 57129.8 kgs

f1 x V = 0.15938 x 57129.8 = 9106 kgs

f2 x V = 0.23815 x 57129.8 = 13606 kgs

REVISANDO f1 x V = 9106 > 3809 ***OK***

f2 x V = 13606 > 3809 ***OK***

Rotación admisible

a adm ≤ 3n *(e/a)*²

3n *(e/a)*² = = 3 x 2 *x (* 1.3 / 45.0 *)*² = 0.00501 rad

REVISANDO q prev ≤ a adm

0.01 ≤ 0.0050

PUENTE EL DURAZNO

Estabilidad

$$\frac{a}{ne} \geq 5 \quad \frac{450}{32} = 14.0625$$

REVISANDO	14.06	>	5		***OK***

Placas de acero

$$ts = \frac{a}{S} \times \frac{smax}{se}$$

smax = 50.782 kg/cm²
se = 2400 kg/cm²
S = 6.181

$$ts = \frac{450}{6.1813} \times \frac{50.782}{2400}$$

ts = 1.540 mm

REVISANDO	1.540	<	3.2 mm		***OK***

Verifcación final

tv + th + ta ≤ 5 G

tv = (3/2) (s max / S)
= (3 / 2) (50.782 / 6.1813)
= 12.323 kg/cm²

th= gL GL + (Ht / A)
(0.5 x 8.0) + (9940.87 / 1125.00)
= 12.836

ta = (G / 2) (a/e)² (a adm / n)

G/2 = 8.00 / 2
= 4

(a /e)² = (450.00 / 13)²
= 1198.22

aadm / n = 0.0050 / 2
= 0.003

ta = 12

5 G = 5 x 8 = 40 tv + th + ta ≤ S G

REVISANDO	37.16	≤	40		***OK***

PUEBLA Gobierno del Estado 2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Análisis y diseño de neoprenos para trabes (5.7cm)

Reacciones por CM+(CV+I)

Pmax CM=	29.53	ton	Cs =	0.500
Pmax CV=	27.60	ton	Q =	3.000
Ptotal=	57.13	ton	FI =	1.500

Efecto del sismo

(Cs x FI)/Q= 0.250

SL=	sismo longitudinal= (Cs/Q) x Pmax	0.167	x	57.130	=	9.522	ton
ST=	sis. transversal=((Cs/Q) x Pmax)0.3	9.522	x	0.3	=	2.856	ton

$$Ht=\sqrt{(SL)^2+(ST)^2} = 9.941 \text{ ton.}$$

Movimientos horizontales de larga duración

LL=	Dimen. Longitudinal del puente en cms. =	2060	cm	
LT=	Dimen. Transversal del puente en cms. =	900	cm	

UxL =	LL / 2 x 10 x 10	=	10.30	mm
UxT =	LT / 2 x 10 x 10	=	4.50	mm

Giro previsto = e = 0.01 rad.

Predimensionamiento

Compresión admisible = 150 Kg/cm ²

A =Pmax/150= 57130 /150 = 380.87 cm ²

proponer neopreno de

a =	45	cm	n =	3	no. placas
b =	25	cm			de neopreno int.
h =	5.7	cm			
Area = A =	1125.00	cm ²			

Revisión por espesor debido a movimientos de larga duración

ne = número de placas de neopreno x espesor de cada una = 45 mm

e = espesor de neopreno intermedio = 1.3 cm

Tan g = Ht/ne ≤ 0.5

	9.941	/	45	=	0.221
REVISANDO	0.221	≤	0.5		*OK*

Tan gL = 0.04

LI = Tan gL + [Ht / (A G)]

LI < 0.7

LI= 1.1445

Ht= 9940.87

A= 1125.00

G= 8.00

PUENTE EL DURAZNO

Estabilidad

amin = 5 ne = 225 | **REVISANDO** | 225 < 300 | ***OK***

Compresión máxima y mínima

s max = 57130 / 1125 = 50.8 kg/cm²

sadm = 2 G S

$$S = \frac{(a \times b)}{2\,e\,(a+b)}$$

e =espesor del neopreno = 1.3 cm

$2\,e = 2\,x$ 1.27 = 2.6 cm

$(a + b)$ = 45.00 + 25.00 = 70 cm

$(a \times b)$ = 45.00 x 25.00 = 1125 cm

$$S = \frac{1125}{182}$$

$$S = 6.1813$$

sadm = $2\,x$ 8 x 6.1813 = 98.90 kg/cm²

REVISANDO | 50.782 < 98.901 | ***OK***

smin = 57129.8 / 1125.00 = 50.78 kg/cm²

REVISANDO | 50.8 > 30.00 | ***OK***

Verificación al deslizamiento durante sismo

f1 = 0.12+(2/smin) = $0.12 + (2 /$ 50.782) = 0.16 p/contacto placa concreto

f2 = 0.12+(6/smin) = $0.12 + (6 /$ 50.782) = 0.24 p/contac.neopre. concreto

V = 57129.8 kgs

f1 x V = 0.15938 x 57129.8 = 9106 kgs

f2 x V = 0.23815 x 57129.8 = 13606 kgs

REVISANDO

f1 x V = 9106 > 3809 ***OK***

f2 x V = 13606 > 3809 ***OK***

Rotación admisible

a adm ≤ 3n $(e/a)^2$

3n $(e/a)^2$ = = 3 x 3 x (1.3 / 45.0)^2 = 0.00751 rad

REVISANDO | q prev ≤ a adm

0.01 ≤ 0.0075

PUENTE EL DURAZNO

Estabilidad

$$\frac{a}{ne} \geq 5 \quad \frac{450}{45} = 10.0000$$

REVISANDO	10.00	>	5		***OK***

Placas de acero

$$t_s = \frac{a}{S} \times \frac{smax}{se}$$

smax = 50.782 kg/cm²
se = 2400 kg/cm²
S = 6.181

$$t_s = \frac{450}{6.1813} \times \frac{50.782}{2400}$$

t_s = 1.540 mm

REVISANDO	1.540	<	3.2 mm		***OK***

Verifcación final

tv + th + ta ≤ 5 G

tv = (3/2) (s max / S)
= (3 / 2) (50.782 / 6.1813)
= 12.323 kg/cm²

th= gL GL + (Ht / A)
(0.5 x 8.0) + (9940.87 / 1125.00)
= 12.836

ta = (G / 2) (a/e)² (a adm / n)

G/2 = 8.00 / 2
= 4

(a /e)² = (450.00 / 13)²
= 1198.22

aadm / n = 0.0075 / 3
= 0.003

ta = 12

5 G = 5 x 8 = 40 tv + th + ta ≤ S G

REVISANDO	37.16	≤	40		***OK***

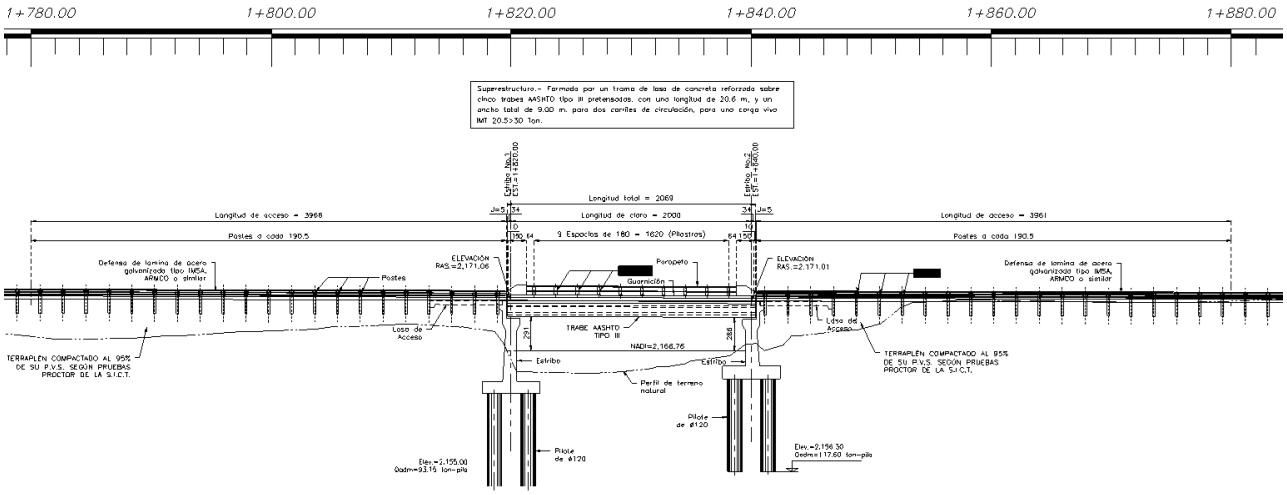
PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

- ***GENERALIDADES.-***

DEBIDO A LA CONFIGURACIÓN DEL TERRENO NATURAL EN LA ZONA DE LOS APOYOS EXTREMOS, SE REALIZARÁ UN DISEÑO PARA AMBOS ESTRIBO.



- ***CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.-***

ANCHO DE CORONA=	*9.00*	*m*	
ANCHO DE CALZADA=	*7.00*	*m*	
LONGITUD TOTAL DEL PUENTE=	*20.69*	*m*	
LONGITUD DE CLAROS EXTREMOS =	*20.00*	*m*	
LONGITUD DE CLAROS INTERMEDIOS =	*-*	*m*	
LONGITUD TOTAL DE ESTRIBO=	*10.30*	*m*	
ALTURA DE MURO DE ESTRIBO=	*5.40*	*m*	
ANCHO DE ZAPATA=	*4.80*	*m*	
ALTURA DE MURO RESPALDO=	*1.52*	*m*	
PERALTE DE ZAPATA=	*1.10*	*m*	
ALTURA TOTAL DE ESTRIBO=	*8.02*	*m*	
APOYOS DE NEOPRENO MOVILES=	*45x25x5.7*	*cm*	
APOYOS DE NEOPRENO FIJOS=	*45x25x4.1*	*cm*	
NUMERO DE BANCOS=	*5.00*	*pza*	
ALTURA DEL DESPLANTE AL T.N.=	*3.00*	*m*	*(promedio)*
ALINEAMIENTO HORIZONTAL=	*TANGENTE*		
ALINEAMIENTO VERTICAL=	*TANGENTE*		
ESVIAJE=	*29.1*	*°*	

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

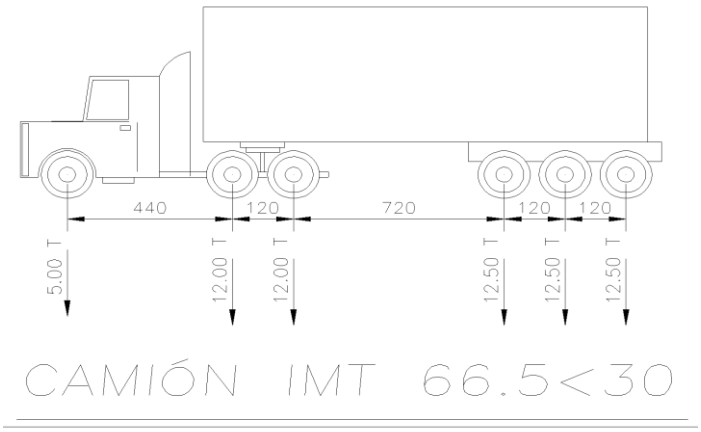
PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

- *CONSIDERACIONES GENERALES.-*

PESO VOLUMETRICO DEL CONCRETO =	γ =	2.40	ton/m ³
PESO VOLUMETRICO DEL ASFÁLTO =	γ =	2.20	ton/m ³
PESO VOLUMETRICO DEL RELLENO =	γ =	1.70	ton/m ³
ESFUERZO DE RUPTURA DEL CONCRETO =	f'c=	250	kg/cm ²
LIMITE DE FLUENCIA DEL ACERO DE REFUERZO(ESTRUCTURA REFORZADA)=	f'y=	4,200	kg/cm ²
CAPACIDAD DE CARGA DEL TERRENO =	σ=	93.2	ton-pilot
ZONA SÍSMICA DE LA REPÚBLICA =		C	
TIPO DE SUELO =		II	
COEFICIENTE SÍSMICO DE LA REGIÓN =		0.50	adim
FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO DE LA SUBESTRUCTURA=		2.00	adim
FACTOR DE IMPORTANCIA=		1.50	adim
CARGA MOVIL=		IMT 66.5 ton	

NUM. DE CARRILES= 2.00



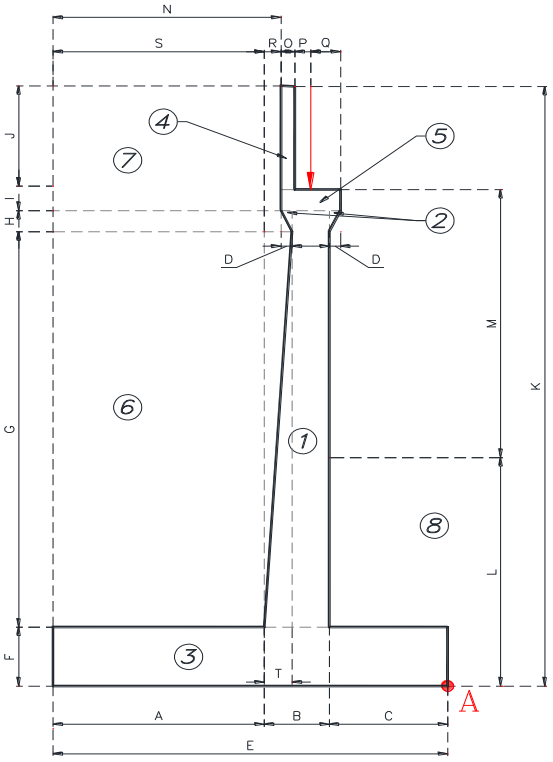
PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

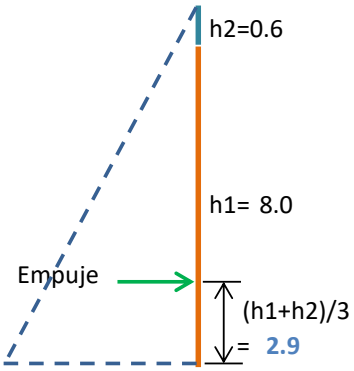
ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

- ***DIMENSIONES DEL ESTRIBO***

A=	*1.70*	*m.*
B=	*1.10*	*m.*
C=	*2.00*	*m.*
D=	*0.24*	*m.*
E=	***4.80***	*m.*
F=	*1.10*	*m.*
G=	*4.40*	*m.*
H=	*0.50*	*m.*
I=	*0.50*	*m.*
J=	*1.52*	*m.*
K=	***8.02***	*m.*
L=	*3.00*	*m.*
M=	*3.50*	*m.*
N=	*1.76*	*m.*
O=	*0.30*	*m.*
P=	*0.34*	*m.*
Q=	*0.64*	*m.*
R=	*0.06*	*m.*
S=	*1.70*	*m.*
T=	*0.30*	*m.*



γ conc.= *2.40* *ton/m³*
γ asf:= *2.20* *ton/m³*
γ rell.= *1.70* *ton/m³*



- ***BAJADA DE CARGAS (CARGA MUERTA Y CARGA VIVA).-***

ESTRIBO:	*PESO POR METRO*			*BAZO DE PALANCA*		*MOMENTO*	
Dovela 1	*10.99*	*ton*	*##*	*3.26*	*m*	*35.83*	*ton/m*
Dovela 2	*0.29*	*ton*	*##*	*1.92*	*m*	*0.55*	*ton/m*
Dovela 3	*12.67*	*ton*		*2.40*	*m*	*30.41*	*ton/m*
Dovela 4	*1.09*	*ton*		*2.89*	*m*	*3.16*	*ton/m*
Dovela 5	*1.54*	*ton*		*2.40*	*m*	*3.69*	*ton/m*
	26.58	*ton*		*2.77*		***73.65***	*ton/m*
PESO DE TIERRAS:							
Dovela 6	*12.72*	*ton*	*##*	*3.95*	*m*	*50.23*	*ton/m*
Dovela 7	*7.64*	*ton*		*3.92*	*m*	*29.96*	*ton/m*
	20.36	*ton*				***80.18***	*ton/m*
Dovela 8	***6.46***	*ton*		*1.00*	*m*	***6.46***	*ton/m*

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

Descarga de superestructura:

	POR EJE	POR METRO		BAZO DE PALANCA
Descarga de Carga Muerta =	202.7 ton	**19.68** ton		2.40 m
Descarga de Carga Viva =	115.66 ton	**11.23** ton		2.40 m
Fuerza de frenado =		**0.56** ton	##	8.02 m
Fuerza de fricción =		**0.98** ton		8.02 m

Cálculo del empuje activo, según la teoría de Rankine:

γ =	1.70 ton/m²	Hm=	8.02 m
Ø=	32 °	Hsc=	0.60 m
Ø/2 =	16 °	Ht=	**8.62** m
Ka =	0.31 adim		

		BAZO DE PALANCA	MOMENTO
Ea =	**16.80** ton	2.87 m	**48.27** ton/m

Cálculo del empuje pasivo:

Kp =	3.25 adim		

		BAZO DE PALANCA	MOMENTO
Ep =	**2.49** ton	1.00 m	**2.49** ton/m

Cálculo de la fuerza sísmica:

Cs =	0.50 adim
Q =	2.00 adim
F.I. =	1.50 adim
W =	27.76 ton

		BAZO DE PALANCA	MOMENTO
FS =	**10.41** ton	5.35 m	**55.66** ton/m

Cálculo de la fuerza del viento en superestructura:

Fv=	32.99 kg/m²	≈	**1.74** ton	30% Fv=	**0.52** ton

Cálculo de la fuerza del viento en Carga Viva:

				BAZO DE PALANCA
Fvcv=	31.34 kg/m²	≈	**1.65** ton	8.02 m

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

- *REVISIÓN DE ESFUERZOS EN EL DESPLANTE*

GRUPO I (PoPo+CM+(5/3CV+I)+Et)1.3

	CARGAS (ton)		BRAZO	MOMENTOS (ton-m)	
	Vertical	Horiz.		Vertical	Horiz.
Peso propio del estribo	69.42			208.38	
Peso de CM super	25.59		2.40	61.41	
Peso de CV super	14.60		2.40	35.03	
Empuje de tierras		21.84	2.87		62.75
	FV= **109.61**	FH= **21.84**	MV=	**304.83**	MH= **62.75**

Exentricidad (e) =	0.19	m
Dist. de aplicación de la carga (x) =	2.21	m
Area de la base =	4.80	m²

	CALCULADO			EN EL TERRENO		
Esfuerzo máximo (δmax) =	28.30	ton/m²	<	93.15	ton/m²	BIEN
Esfuerzo mínimo (δmin) =	17.37	ton/m²	>	0.00	ton/m²	BIEN

	CALCULADO		FACTOR DE SEGURIDAD	
Deslizamiento =	5.02	>	2.0	BIEN
Volteo =	4.86	>	2.0	BIEN

GRUPO III (PoPo+CM+(5/3CV+I)+Et+0.3Fv+Fvcv+ 8

	CARGAS (ton)		BRAZO	MOMENTOS (ton-m)	
	Vertical	Horiz.		Vertical	Horiz.
Peso propio del estribo	69.42			208.38	
Peso de CM super	25.59		2.40	61.41	
Peso de CV super	14.60		2.40	35.03	
Empuje de tierras		21.84	2.87		62.75
0.3*Fza. viento super.		0.52	8.02		4.18
Fza. viento CV		1.65	8.02		13.25
Fza. de fricción		0.98	8.02		7.89
Fza de frenado		0.56	8.02		4.50
	FV= **109.61**	FH= **25.56**	MV=	**304.83**	MH= **92.58**

Exentricidad (e) =	0.46	m
Dist. de aplicación de la carga (x) =	1.94	m
Area de la base =	4.80	m²

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

	CALCULADO			EN EL TERRENO		
Esfuerzo máximo (δmax) =	*26.87*	*ton/m²*	*<*	*93.15*	*ton/m²*	*BIEN*
Esfuerzo mínimo (δmin) =	*9.60*	*ton/m²*	*>*	*0.00*	*ton/m²*	*BIEN*

	CALCULADO		FACTOR DE SEGURIDAD	
Deslizamiento =	*4.29*	*>*	*1.5*	*BIEN*
Volteo =	*3.29*	*>*	*1.5*	*BIEN*

GRUPO VII (PoPo+CM+Et+Fsis)1.3

	CARGAS (ton)		BRAZO	MOMENTOS (ton-m)	
	Vertical	Horiz.		Vertical	Horiz.
Peso propio del estribo	*69.42*			*208.38*	
Peso de CM super	*25.59*		*2.40*	*61.41*	
Empuje de tierras		*21.84*	*2.87*		*62.75*
Fza. Sísmica		*13.53*	*5.35*		*72.36*
FV=	***95.01***	*FH=*	***35.37***	*MV=*	***269.79***	*MH=*	***135.10***

Exentricidad (e) =	*0.98*	*m*
Dist. de aplicación de la carga (x) =	*1.42*	*m*
Area de la base =	*4.80*	*m²*

	CALCULADO			EN EL TERRENO		
Esfuerzo máximo (δmax) =	*36.60*	*ton/m²*	*<*	*93.15*	*ton/m²*	*BIEN*
Esfuerzo mínimo (δmin) =	*4.51*	*ton/m²*	*>*	*0.00*	*ton/m²*	*BIEN*

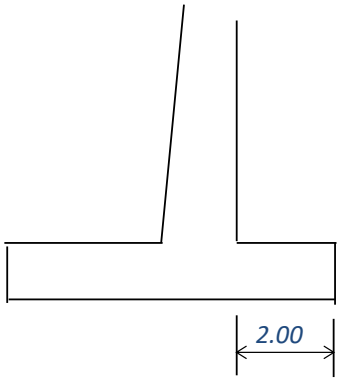
	CALCULADO		FACTOR DE SEGURIDAD	
Deslizamiento =	*2.69*	*>*	*1.5*	*BIEN*
Volteo =	*2.66*	*>*	*1.5*	*BIEN*

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

- *DISEÑO DE LA ZAPATA*

De acuerdo con las presiones de diseño, la que rige es = **25.62** *ton/m²*



M diseño = Q x (C² / 2)

Md = 25.62 x (2.0² / 2)

Md = 51.24 ton/m

Proponiendo Concreto de f´c = **250** *kg / cm²*

Acero de Refuerzo de fy = **4200** *kg / cm²*

*0.262*raiz(Mu) = 0.59 m* *d propuesto > d calc.*

d = 59.31 cm *110 > 59.31* **o.k.**

$$q = \frac{p f'_y}{f''_c} \qquad p = \frac{As}{b\,d}$$

q = 0.0871 *p = 0.0052* *d' = 102.50 cm*

Ru = Fr fy (1 - 0.53 q) = 3204.9 *r= 7.50 cm*

As req = Mu / (Ru d) = 14.54 cm²

As min flex = 0.003 b d = 30.75 cm² (R I G E)

se colocaran varillas de = **8** *@* **14** *cm* *Av = 5.07 cm²*

$$A_s = \frac{100\,Av}{s}$$

As = 36.21 cm² *OK*

Revisión por cortante

*Vu = Q * (C-d) * 0.75*

Vu = 27.0 ton

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

$$V_{cr} = 0.53\sqrt{f'_c}\,100\,d$$

Vcr = 92180 kg Vcr ≥ Vu

Vcr = 92.18 ton 92.18 > 27.0 **o.k.**

Armado por temperatura = 20.5 cm²

se colocaran varillas de = **6** @ **14** cm Av = 2.85 cm²

As = 20.65 cm² OK

Armado en lecho superior

Md = 30.26 ton/m

0.262*raiz(Mu) = 0.46 m d propuesto > d calc.

d = 45.57 cm 110 > 45.57 **o.k.**

q = 0.1134 p = 0.0067 d' = 102.50 cm

Ru = Fr fy (1 - 0.53 q) = 3158.1 r= 7.50 cm

As req = Mu / (Ru d) = 8.71 cm²

As min= 0.003 b d = 30.75 cm² (R I G E)

se colocaran varillas de = **8** @ **14** cm Av = 5.07 cm²

As = 36.21 cm² OK

- ***DISEÑO DEL MURO DEL ESTRIBO***

Md = 82.10 ton/m

0.262*raiz(Mu) = 0.75 m d propuesto > d calc.

d = 75.07 cm 110.00 > 75.07 **o.k.**

q = 0.0470 p = 0.0028 d' = 102.50 cm

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

Ru = Fr fy (1 - 0.53 q) = 3276.4 r= 7.50 cm

As req = Mu / (Ru d) = 22.78 cm²

As min flex = 0.003 b d = 30.75 cm² (R I G E)

se colocaran varillas de = **8** @ **20** cm Av = 5.07 cm²

5 @ **20** cm Av = 1.98 cm²

As = 35.25 cm² OK

Revisión por cortante

Vu = 29.9 ton

$$V_{cr} = 0.53\sqrt{f'_c}\,100\,d$$

Vcr = 92180.4 kg Vcr ≥ Vu

Vcr = 92.18 ton 92.18 > 29.9 **o.k.**

Armado en el respaldo exterior = 30.8 cm²

se colocaran varillas de = **8** @ **16** cm Av = 5.07 cm²

As = 31.69 cm² OK

Armado por temperatura = 20.50 cm²

se colocaran varillas de = **6** @ **14** cm Av = 2.85 cm²

As = 20.50 cm² OK

- ***DISEÑO DEL MURO RESPALDO***

Cálculo del empuje activo, según la teoría de Rankine

Ea = (γ H² Ka) 0.5 Ka = tan² (45-Ø/2)

Ø/2 = 16

Ea = 0.60 ton BRAZO= 0.5067 m Ka = 0.31

Considerando una sobrecarga de 1500 kg/cm²

Esc = Ka Q H

Esc = 0.70 ton BRAZO= 0.76 m

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

	FUERZA ton	BRAZO m	MOMENTO ton/m
Empuje activo	0.60	0.51	0.31
Empuje de sobrecarga	0.70	0.76	0.53
	1.30		0.84

Md= 1.09 ton/m

0.262*raiz(Mu) = 0.09 m d propuesto > d calc.

d = 9 cm 30 > 9 **o.k.**

q = 0.0357 p = 0.0021 d' = 25.00 cm

Ru = Fr fy (1 - 0.53 q) = 3296.4 r= 5.00 cm

As req = Mu / (Ru d) = 0.551 cm²

As min flex = 0.003 b d = 6.38 cm² (R I G E)

se colocaran varillas de = **4** @ **20** cm Av = 1.27 cm²

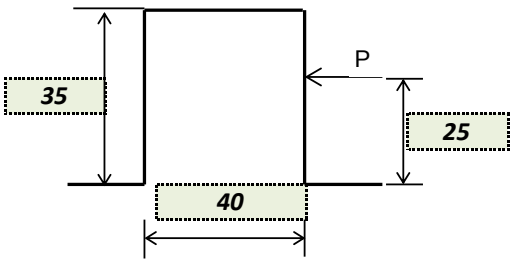
As = 6.51 cm²

Armado por temperatura = 3.30 cm²

se colocaran varillas de = **4** @ **20** cm Av = 1.27 cm²

As = 6.35 cm²

- ***DISEÑO DE TOPES SÍSMICOS***



No. de trabes =	5	pzas
Descarga por trabe =	63.68	ton
Descarga por todas la trabes =	318.4	ton
Coef. Sismico =	0.50	adim.
factor de importancia =	1.5	adim.
factor de com. sísmico (Q) =	2	adim.
F sis. tot ult. =	95.5	ton

Concreto de f´c = **250** kg / cm²

h= 40.0 a /d < 1 entonces revisar como ménsula

a= 25.0 a / d= 0.71

d= 35.0

PUEBLA
Gobierno del Estado
2024 - 2030

PUENTE EL DURAZNO

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

cálculo del acero por fricción:

Fred =20%Fsis = 19.10 *ton*

Avf = Vu /(Ø fy μ)

Avf = 95521 / (0.85 x 4200 x 1.40) = **19.11** *cm²*

f´y = **4200** *kgs/cm²*
Ø= **0.85** *adim.*
μ = **1.40** *adim.*

cálculo del acero por flexión:

Mu = Vu a + Fred (h-d)

Mu = (95521 x 25.0) + (19.10 x 5.0) = 2388117.15 *kgs/cm*

Af = Mu / (Ø fy z)

z = 0.8 x d = 28 *cm*

Af = **23.89** *cm²*

cálculo del área de acero por tensión

Ast = Fred / (Ø fy)

Ast = **5.35** *cm²*

cálculo del área de acero final

As1 = Af + Ast = 23.89 + 5.35 = **29.24** *cm²*

As2 = An +0.67Avf = 5.35 + (0.67 x 19.11) = **18.16** *cm²*

Se elige para diseño **29.24** *cm²*

ρ min.= (0.04 x f´c)/fy

ρ min.= 0.0024

ρ cal. = As / b d

ρ cal. = 0.0084

se colocaran **10** *vars. del #* **6** *Av =* 2.85 *cm²*

As colocado = **28.50** *cm²*

ρ colocado = 0.0081

ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRIBO EJE 1 Y 2 DE CONCRETO REFORZADO

ρ colocado ≥ *ρ min*

0.0081 > *0.0024* **o.k.**

Refuerzo por fricción:

se colocaran **7** *vars. del #* **6** *Av =* 2.85 *cm²*

As colocado = ***19.95*** *cm²*

As colocado ≥ *Avf*

19.95 > *19.11* **o.k.**

REPORTE FOTOGRÁFICO DE FAUNA SILVESTRE



Especie	*Coragyps atratus*
Nombre común	Zopilote común
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Zenaida macroura*
Nombre común	Huilota común
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Pheucticus melanocephalus*
Nombre común	Picogordo tigrillo
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Catarthes aura*
Nombre común	Zopilote Aura
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Chlorophonia elegantissima*
Nombre común	Eufonia Gorra Azul
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Toxostoma curvirostre*
Nombre común	Cuitlacoche pico curvo
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Contopus pertinax*
Nombre común	Papamoscas José María
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Basileuterus rufifrons*
Nombre común	Chipe Gorra Canela Común
Distribución	Cuasiendémica
NOM-059	---



Especie	*Spizella passerina*
Nombre común	Gorrión cejas blancas
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Haemorhous mexicanus*
Nombre común	Pinzón mexicano
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Icterus wagleri*
Nombre común	Calandria de Wagler
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Melanotis caerulescens*
Nombre común	Mulato azul
Distribución	Endémica
NOM-059	---



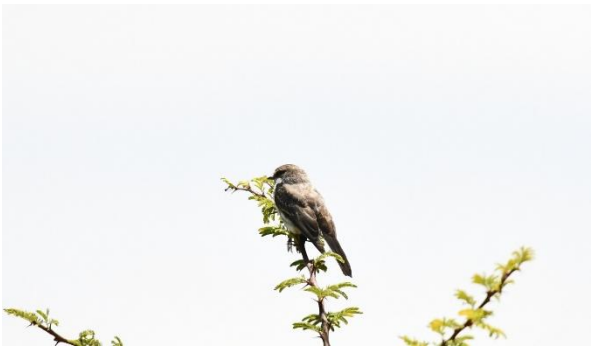
Especie	*Melozone fusca*
Nombre común	Rascador viejita
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Columbina inca*
Nombre común	Tortolita
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Ramosomyia violiceps*
Nombre común	Colibrí Corona Violeta
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Sayornis phoebe*
Nombre común	Papamoscas Fibí
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Thryomanes bewickii*
Nombre común	***Saltapared Cola Larga***
Distribución	***Nativa***
NOM-059	---



Especie	*Canis familiaris*
Nombre común	***Perro domestico***
Distribución	***Exótica***
NOM-059	---



Especie	*Sylvilagus cunicularius*
Nombre común	***Conejo de Monte***
Distribución	***Endémica***
NOM-059	---



Especie	*Ovis aries*
Nombre común	**Oveja**
Distribución	***Exótica***
NOM-059	---



Especie	*Bassariscus astutus*
Nombre común	Cacomixtle Norteño
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Equus ferrus caballus*
Nombre común	Caballo doméstico
Distribución	Exótica
NOM-059	---



Especie	*Sceloporus grammicus*
Nombre común	Lagartija espinosa del mezquite
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Lithobates spectabilis*
Nombre común	Rana manchada
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Conopsis lineata*
Nombre común	Culebra Terrestre del centro
Distribución	*Nativa*
NOM-059	---

REPORTE FOTOGRÁFICO DE FLORA SILVESTRE



Especie	*Quercus laeta*
Nombre común	Roble blanco
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Quercus obtusata*
Nombre común	Encino blanco
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Verbena officinalis*
Nombre común	Exótica
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Tillandsia bourgaei*
Nombre común	Magueycito
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Eryngium carlinae*
Nombre común	Hierba de sapo
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Digitaria ciliaris*
Nombre común	Zacate
Distribución	Exótica
NOM-059	---



Especie	*Mimosa sp*
Nombre común	Mimosa
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Tillandsia recurvata*
Nombre común	Gallinitas
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Quercus castanea*
Nombre común	Encino castaño
Distribución	Nativa
NOM-059	---



Especie	*Agave salmiana*
Nombre común	Maguey pulquero
Distribución	Endémico
NOM-059	---



Especie	*Pyrus communis*
Nombre común	Peral común
Distribución	Exótica
NOM-059	---



Especie	*Nicotiana glauca*
Nombre común	Tabaquillo
Distribución	Exótica
NOM-059	---



Especie	*Phoradendron forestierae*
Nombre común	Mal de ojo
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Psittacanthus calyculatus*
Nombre común	***Ingerto de huizache***
Distribución	***Nativa***
NOM-059	---



Especie	*Opuntia lasiacantha*
Nombre común	Nopal de cerro
Distribución	Endémica
NOM-059	---



Especie	*Juniperus communis*
Nombre común	Enebro
Distribución	Exótica
NOM-059	---