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

MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR



CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR “PUENTE UBICADO EN EL KM. 1+500 SOBRE EL CAMINO: KM. 165 +000 E.C. (AUTOPISTA BARRANCA LARGA - VENTANILLA) - EL TAMARINDO, EN EL ESTADO DE OAXACA.

PROMOVENTE:
SCT -CENTRO OAXACA

Contenido

CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 1
I.1 PROYECTO. 1
I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO. 1
I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO. 1
I.1.3.- TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO 4
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 4
I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 4
I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (R.F.C). 4
I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. 4
I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 4
I.3.- RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL 5
I.3.1 Nombre o razón social. 5
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes 5
I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio 5
I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio. 5
I.3.5. Dirección del responsable técnico del estudio. 5
CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO. 6
II.1.1. JUSTIFICACIÓN 6
II.1.1. OBJETIVOS 6
II.1.1. ANTECEDENTES 6
II.1.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO 7
II.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA. 11
II.1.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS: 11
II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 12
II.2.1. Programa general de trabajo. 15
II.2.2 Representación gráfica regional 17
II.2.3 Representación gráfica local 17
II.2.4 Dimensiones del proyecto 18
II.2.5 Resultados del estudio de Mecánica de Suelos 19
II.2.6 Resultados del estudio hidrológico e hidráulico 19
II.2.7. PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN 20
II.2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO. 30
II.2.9. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 31
II.2.10. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 31

II.2.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA 31
II.2.12 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 32
CAPITULO III: VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO 33
III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO 33
III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO 33
VIII.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE OAXACA 37
III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 41
III.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES. 42
III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS 42
III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR 43
III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS 43
III 5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE 43
III 5.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 45
III.5.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS 45
III.5.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS 46
III.5.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA´S) 48
III.5.7 CONVENIO RAMSAR 48
III.5.8 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT),.. 49
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION 50
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 50
IV.1.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL. 51
IV. 2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 56
IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS 56
IV.2.2. Aspectos Bióticos 74
Metodología de muestreo por grupo faunístico 103
Registro e identificación de especies 103
Manejo de datos 105
RESULTADOS 108
Composición 108
CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 114
V.1.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 114
V.1.1.-METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 115
V.2.-CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS 116

V.2.1.-INDICADORES DE IMPACTO 121
V.3.- VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS 122
V.3.1 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN). 135
V.3.2 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN). 137
V.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN 140
VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 150
VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL 150
VI.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 161
VII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA 182
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 182
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto. 184
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación. 189
VII.4 Pronóstico ambiental. 193
VII.5 Evaluación de alternativas. 193
VII.6. Conclusiones 193
CAPÍTULO VIII: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 195
VIII.1.-FORMATOS DE PRESENTACIÓN 195
VIII.2.-PLANOS DEFINITIVOS 195
VIII.3.-ANEXO FOTOGRÁFICO 195
VIII.4.-VIDEOS 195
VIII.5.-OTROS ANEXOS 195
ANEXO B.- DOCUMENTACIÓN LEGAL 195
VIII.6.-GLOSARIO DE TERMINOS 195
VIII.7.- BIBLIOGRAFÍA 197

CAPITULO 1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1 PROYECTO.

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO.

ESTUDIO Y PROYECTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE UBICADO EN EL KM. 1+500 SOBRE EL CAMINO: KM. 165 +000 E.C. (AUTOPISTA BARRANCA LARGA - VENTANILLA) - EL TAMARINDO, EN EL ESTADO DE OAXACA.

I.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El estudio que se ejecuta para el proyecto: construcción del puente vehicular “Puente ubicado en el km. 1+500 sobre el camino: km. 165 +000 E.C. (Autopista Barranca Larga - Ventanilla) - El Tamarindo”. Se localiza en las coordenadas UTM: 14Q X=726803.02 m E; Y=1775041.98 m N.

La localidad de Tamarindo está situada en el Municipio de San Sebastián Coatlan (en el Estado de Oaxaca). El municipio está comprendido entre los 16°13´de latitud norte y lo 96° 47´de longitud oeste del meridiano de México; se encuentra a 1,480 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con Miahuatlán de Porfirio Diaz, San Sebastian Coatlan y Santa Catarina Loxicha, al oeste con San Sebastian Coatlan y al este con San Miguel Coatlan, Santa Catarina Cuixtla y Santa Catarina Loxicha.

El Municipio cuenta con una superficie de 195.2 km^2. Los cuales representan el 0.20 % con respecto al estado.

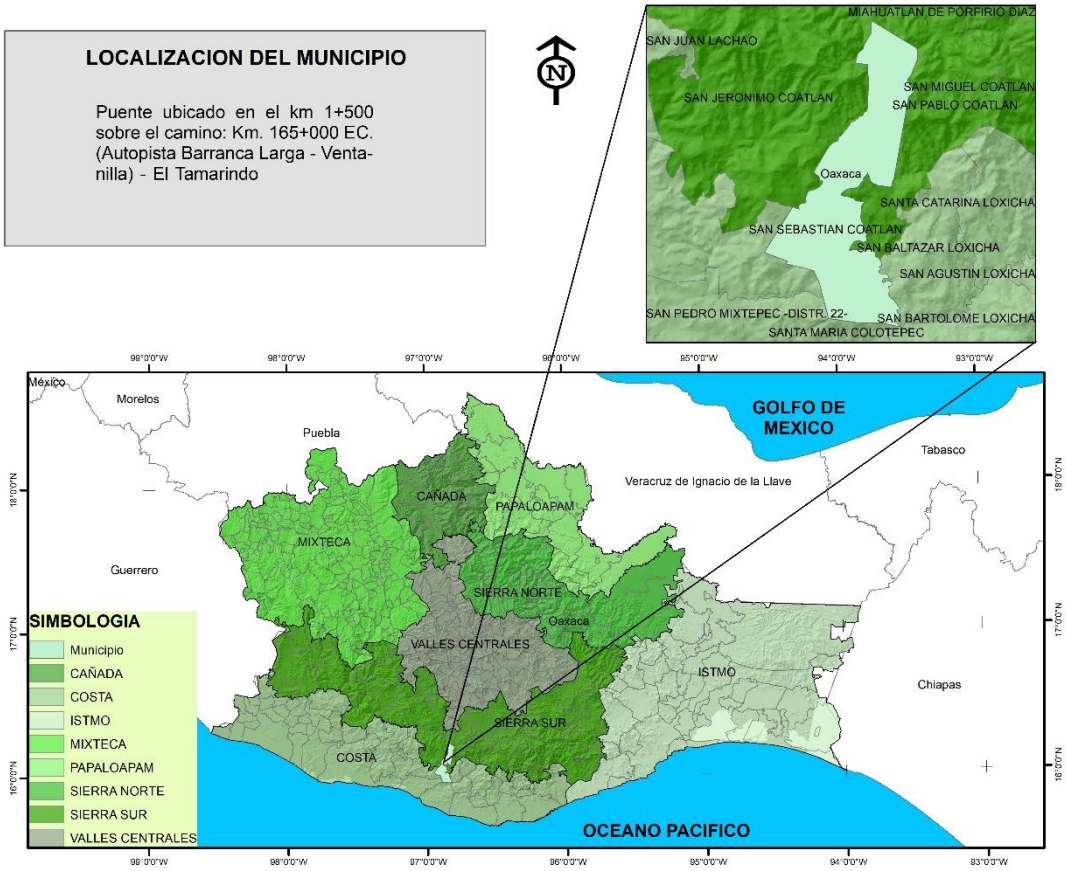


Imagen 1.- Localización del municipio de San Juan Mazatlán, donde se construirá el puente.

A continuación, se presentan imágenes de Macrolocalización y localización del proyecto en cuestión.

El sitio de estudio donde se proyectó el puente, se localiza precisamente en el km 1+500 de la carretera pavimentada que comunica del E.C. (Barranca Larga – Ventanilla en el km 65+000) a El Tamarindo, así como con algunas rancherías y localidades con el mismo municipio de San Sebastián Coatlán, con una longitud de 30 m., en el Estado de Oaxaca.

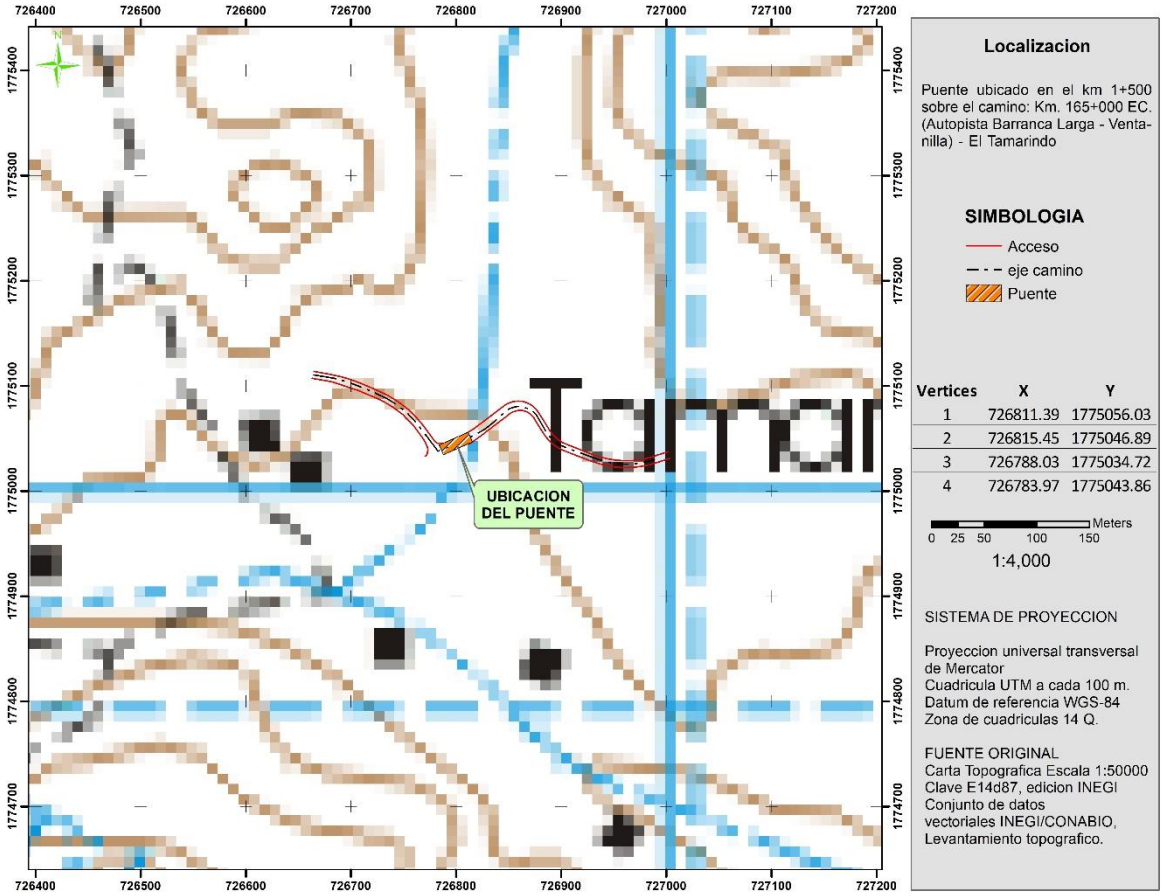


Imagen 2.- Localización del proyecto.

La ubicación de los extremos de los puentes, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 14 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos del puente que comprende el estudio con el apoyo de un Geoposicionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx.

Tabla 1.- Coordenadas utm de la ubicación de los puentes que comprenden el proyecto en estudio.

Vértices	X	Y
1	726811.39	1775056.03
2	726815.45	1775046.89
3	726788.03	1775034.72
4	726783.97	1775043.86

Las coordenadas presentadas se plasmaron en un mapa de localización con la imagen de satélite, obtenida mediante la aplicación ArcMap correspondiente al Software ArcGIS versión 10.3, obteniendo como resultado el mapa de localización del puente, la cual se muestra en la siguiente Imagen.



Imagen 3.- Localización del proyecto con respecto a la localidad de El Tamarindo.

I.1.3.- TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO

Se tiene proyectado que el tiempo de vida útil del puente será como mínimo de 50 años, el puente se mantendrá en constante mantenimiento y por naturaleza propia no se considera el abandono de este. Las actividades de construcción no incluirán algún tipo de actividad riesgosa.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes Centro SICT Oaxaca

I.2.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES (R.F.C).

SCT051121IB4

I.2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

Ing. José Luis Chida pardo

Director General

I.2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES

Carretera Cristóbal Colon S/N Colonia del Bosque, Oaxaca de Juárez, Km. 6.5, tramo Oaxaca – Tehuantepec, C.P. 6[redacted]

[redacted]mx

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

I.3.1 Nombre o razón social.

GOLD CAT MAQUINARIA PESADA E INFRAESTRUCTURA S.A. DE C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[redacted]

I.3.3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

[redacted]

I.3.4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio.

[redacted]

I.3.5. Dirección del responsable técnico del estudio.

[redacted]

CAPITULO 2: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

La Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes "Centro S.I.C.T. Oaxaca" promueve el proyecto de construcción del puente vehicular "en el km. 1+500 sobre el camino: km. 165 +000 E.C. (Autopista Barranca Larga - Ventanilla) - El Tamarindo", en el estado de Oaxaca, con longitud de 30.0 m más accesos, el ancho de calzada de 7.00 m; presenta un parapeto mixto tipo SCT T-34.4.1 y banquetas de 1.00 m. de ancho, para formar un ancho total de 9.00 m., el cual dará servicio a dos carriles de circulación de 3.50 m. c/u., a este ancho de calzada se le suman las guarniciones y colocación de parapeto metálico. Este proyecto forma parte de la infraestructura de carreteras y puentes del estado de Oaxaca, con el objetivo de fomentar la prosperidad en el estado y el tránsito fluido del transporte en el mismo. La carga viva de diseño corresponde al modelo IMT 20.5, para dos carriles de circulación, de acuerdo a la Normativa de la Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes.

Para la realización de este proyecto se contemplaron los estudios necesarios para cumplir con la normatividad requerida por las diferentes instancias y que garanticen la viabilidad del proyecto. La combinación de los diferentes estudios asegura el correcto funcionamiento de la obra a construir, así mismo se requiere de la presente manifestación de impacto ambiental para complementar y asegurar la sustentabilidad del medio ambiente y así mismo los impactos negativos que resulten por los trabajos de construcción del puente vehicular sean contrarrestada o reducida mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación, utilizando las mejores técnicas y metodologías en los diferentes procesos que se contemplan en la presente manifestación y que se describirán a lo largo de los diferentes capítulos que se presentan en este documento.

II.1.1. JUSTIFICACIÓN

El Gobierno de la Republica promueve el desarrollo a través de obra pública en las regiones marginadas del Estado del Oaxaca, entre otras la construcción de puentes vehiculares para garantizar la movilidad de sus habitantes sin que el tránsito vehicular se interrumpa durante el periodo de lluvias.

En el marco técnico, para garantizar eficiencia, calidad y durabilidad de las obras se están ejecutando la realización de Estudio y Proyecto ejecutivo para tener la posibilidad de posteriormente ejecutar su construcción.

II.1.1. OBJETIVOS

- Realizar la construcción de un puente vehicular de dos carriles de circulación para eficiente el flujo vehicular y dar mejores condiciones de vida a las localidades cercanas al área de construcción del puente, pertenecientes al Municipio de San Sebastián Coatlán.

El proyecto de construcción del puente existente se trata de una obra civil, que responde a una necesidad de construir una infraestructura acorde a las condiciones hidrológicas e hidráulicas del Rio, esto dado que por la circulación del camino donde se ubica, comunica a diferentes localidades y rancherías, entre ellas la más próxima al puente es El Tamarindo, en el municipio de San Sebastián Coatlán, por lo que se requiere de la construcción de un puente vehicular con características necesarias para soportar el flujo vehicular.

II.1.1. ANTECEDENTES

El puente es una obra de infraestructura artificial, utilizada para librar diferentes obstáculos y en diferentes situaciones, o como en este caso para librar el río siendo que en forma convencional, se considera que las obras de drenaje que tienen un claro mayor de 6.00 m. se clasifican como obras de drenaje mayor y generalmente se les denomina como "Puentes", como es el caso de este proyecto, y dado que en el sitio del proyecto existe un

cruce sobre el arroyo por lo que se requiere de la construcción de un puente vehicular. Para la construcción de un puente es necesaria la realización de los diversos estudios, los cuales fueron presentados para evaluar las condiciones materiales y actividades a realizar en los trabajos de construcción de del puente; dentro de los estudios que se realizaron y los cuales fueron contemplados para la evaluación en material de impacto ambiental se encuentran:

- Estudio topo-hidráulico
    - Estudio Hidráulico
    - Estudio Hidrológico
- Mecánica de suelos
- Memoria de cálculo estructural
- Planos estructurales
- Presupuesto

II.1.2. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El estudio que se ejecuta para el proyecto: construcción del puente vehicular "Puente ubicado en el km. 1+500 sobre el camino: km. 165 +000 E.C. (Autopista Barranca Larga - Ventanilla) - El Tamarindo", en el estado de Oaxaca. Se localiza en las coordenadas UTM: 14Q X=726803.02 m E; Y=1775041.98 m N.

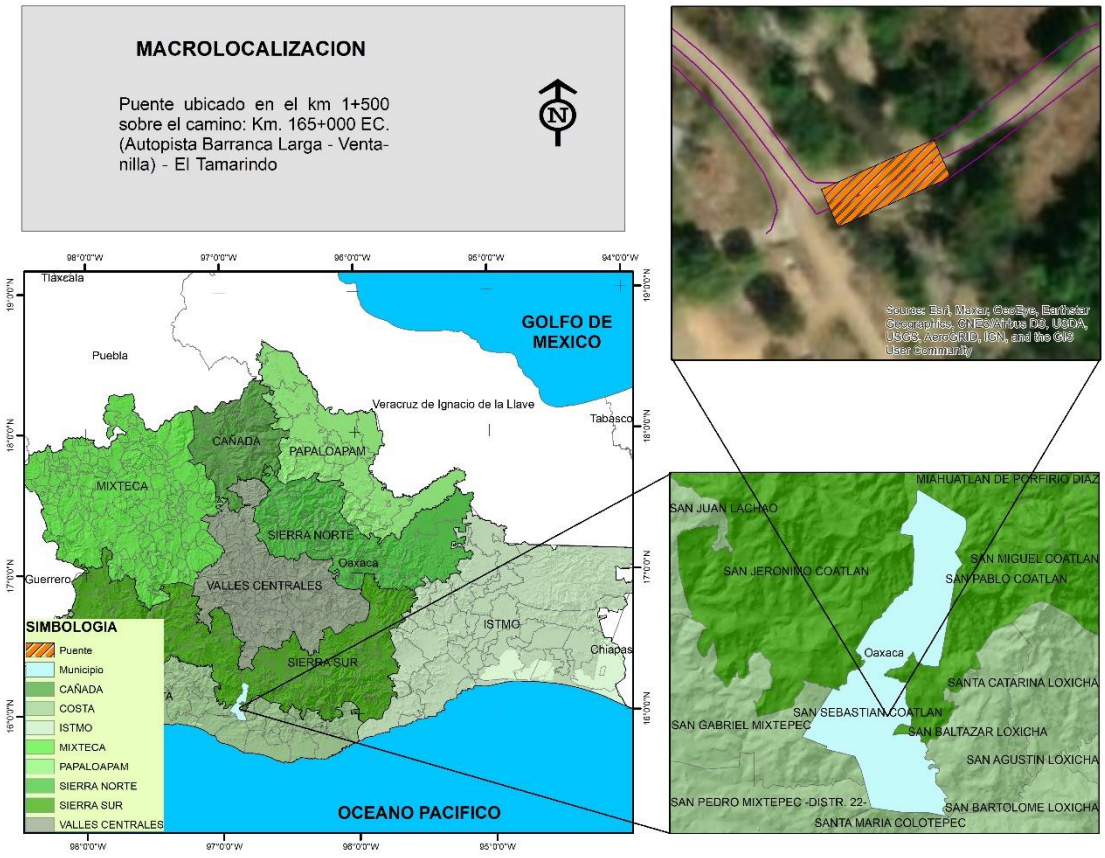


Imagen 4.Localización del municipio donde se ubica el proyecto

La ubicación de los extremos del puente, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 14 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos de los puentes que comprenden el estudio con el apoyo de un Geoposicionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx. A continuación, se presenta la imagen correspondiente a dicha información.

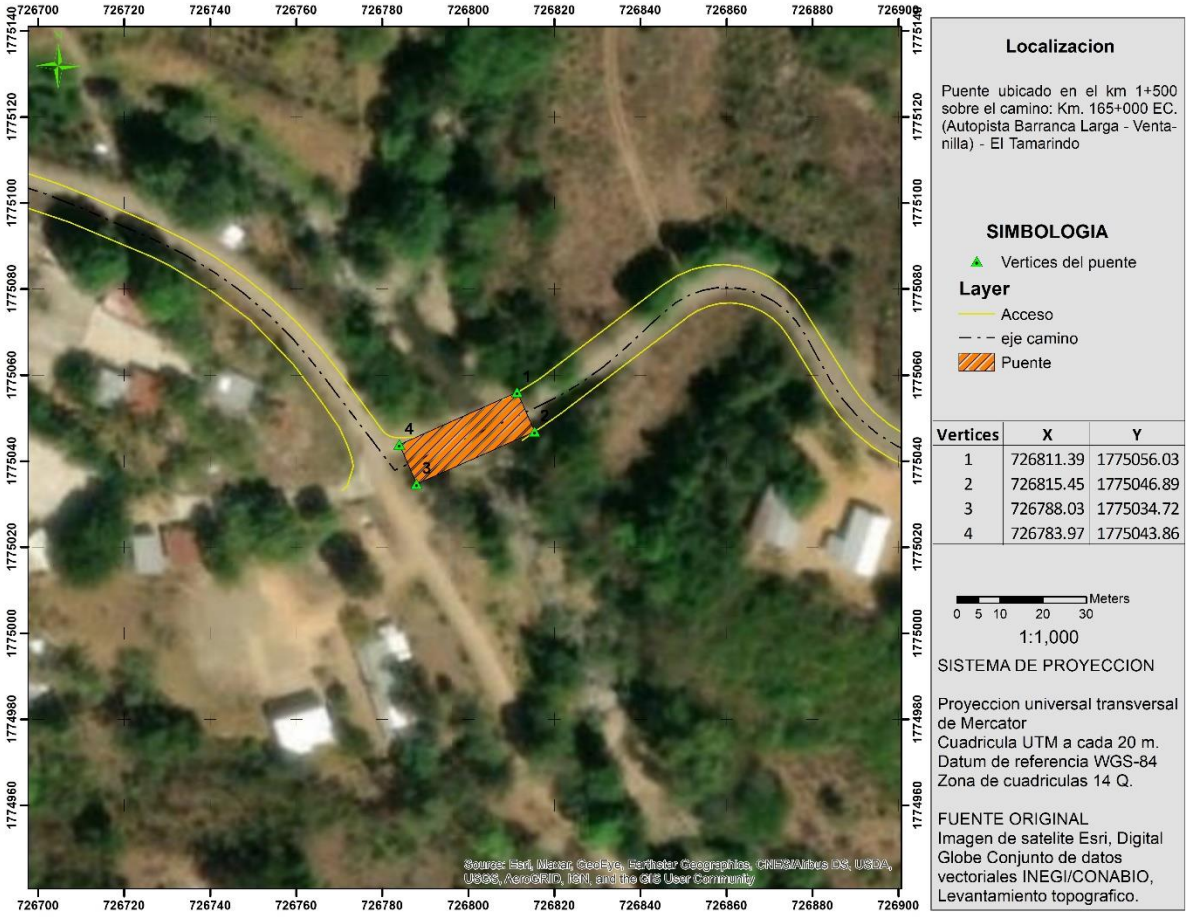


Imagen 5. Localización del proyecto

Los apoyos o estribos del puente se localizan en ambas márgenes del rio donde se encuentra el proyecto en estudio, por lo que fue necesario realizar la delimitación de la zona federal a fin de determinar las coordenadas y superficies que se localizan dentro de esta Ribera o Zona Federal, esto de acuerdo con la fracción XLVII del artículo 3 de la Ley de Aguas Nacionales que menciona:

> *XLVII. "Ribera o Zona Federal": Las fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce de las corrientes o al vaso de los depósitos de propiedad nacional, medidas horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias. La amplitud de la ribera o zona federal será de cinco metros en los cauces con una anchura no mayor de cinco metros. El nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la creciente máxima ordinaria que será determinada por "La Comisión" o por el Organismo de Cuenca que corresponda, conforme a sus respectivas competencias, de acuerdo con lo dispuesto en los reglamentos de esta Ley.*

En este sentido se realizó la delimitación del NAMO y de la zona Federal de ambas márgenes del río a fin de determinar las superficies del puente que se encuentran dentro de esta zona

En este sentido se realizó la delimitación del NAMO y de la zona Federal de ambas márgenes del río a fin de determinar las superficies del puente que se encuentran dentro de esta zona

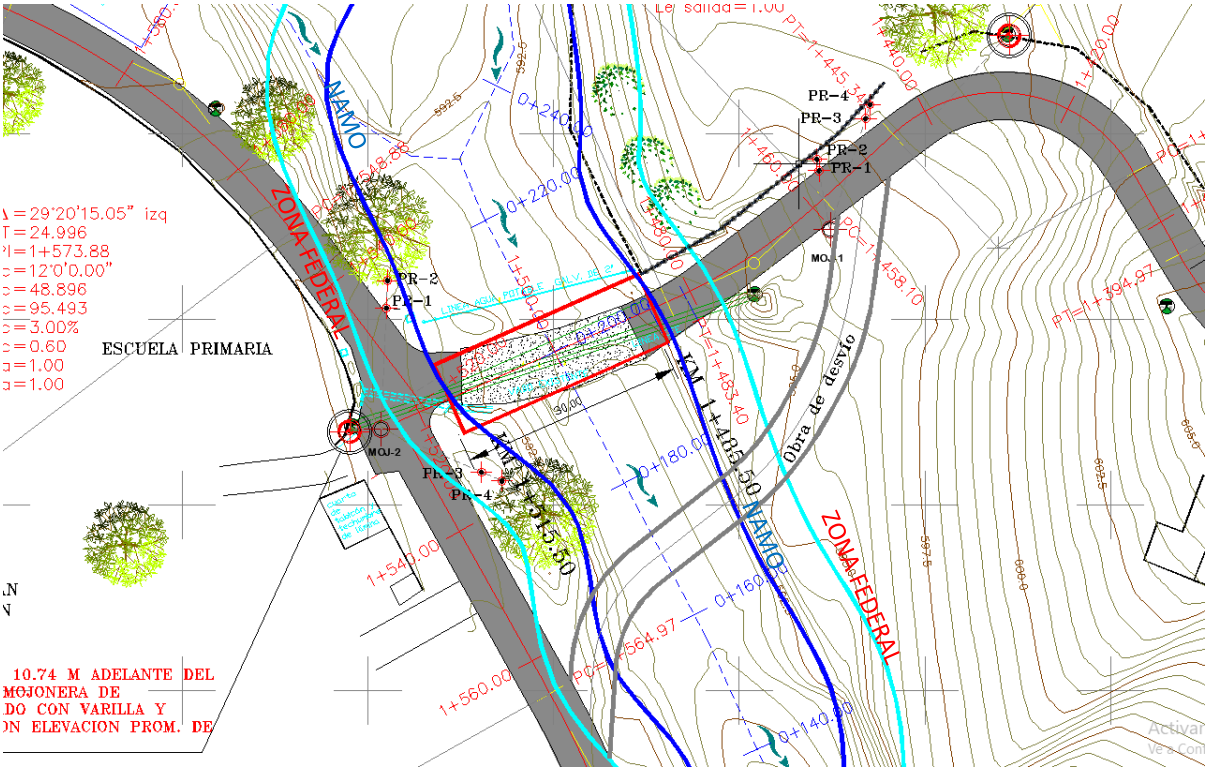


Imagen 6. Delimitación de la Zona Federal del Rio

Tabla 2. Tabla de Superficies de las obras

Obra	Superficie M2
Superficie total del Puente	**270.00**
Superficie en Zona Federal margen Izquierda	**0.233**
Superficie en zona Federal Margen Derecha	**5.919**
Superficie sobre el cauce del rio	**263.848**

Las coordenadas de la Superficie del Puente dentro de la Zona Federal y cauce del rio, se presentan a continuación en proyección UTM zona 14 norte, Datum WGS84.

Tabla 3.- Coordenadas utm de superficie de obra en Zona Federal Margen Izquierdo.

Vértices	Superficie (m2)	X	Y
NI1	0.233	726811.97	1775054.71
NI2		726811.09	1775055.90
3		726811.39	1775056.03

Las coordenadas de la Superficie del Puente en la Zona Federal margen Derecha, se presentan a continuación en proyección UTM zona 14 norte, Datum WGS84

Tabla 4.- Coordenadas utm de superficie de obra en Zona Federal Margen Derecho.

Vértices	Superficie (m2)	X	Y
ND4	5.919	726790.01	1775035.60
1		726788.03	1775034.72
ND1		726785.23	1775041.02
ND2		726786.91	1775038.55
ND3		726788.45	1775036.95

Las coordenadas de la Superficie del Puente sobre el cauce del rio, se presentan a continuación en proyección UTM zona 14 norte, Datum WGS84

Tabla 5.- Coordenadas utm de superficie de obra en el cauce del rio.

Vértices	Superficie (m2)	X	Y
NI1	263.848	726811.97	1775054.71
4		726815.45	1775046.89
ND4		726790.01	1775035.60
ND3		726788.45	1775036.95
ND2		726786.91	1775038.55
ND1		726785.23	1775041.02
2		726783.97	1775043.86
NI2		726811.09	1775055.90

A continuación, se muestra la imagen de satélite con la ubicación del puente a construir y la distribución de las superficies de construcción dentro de la zona federal.

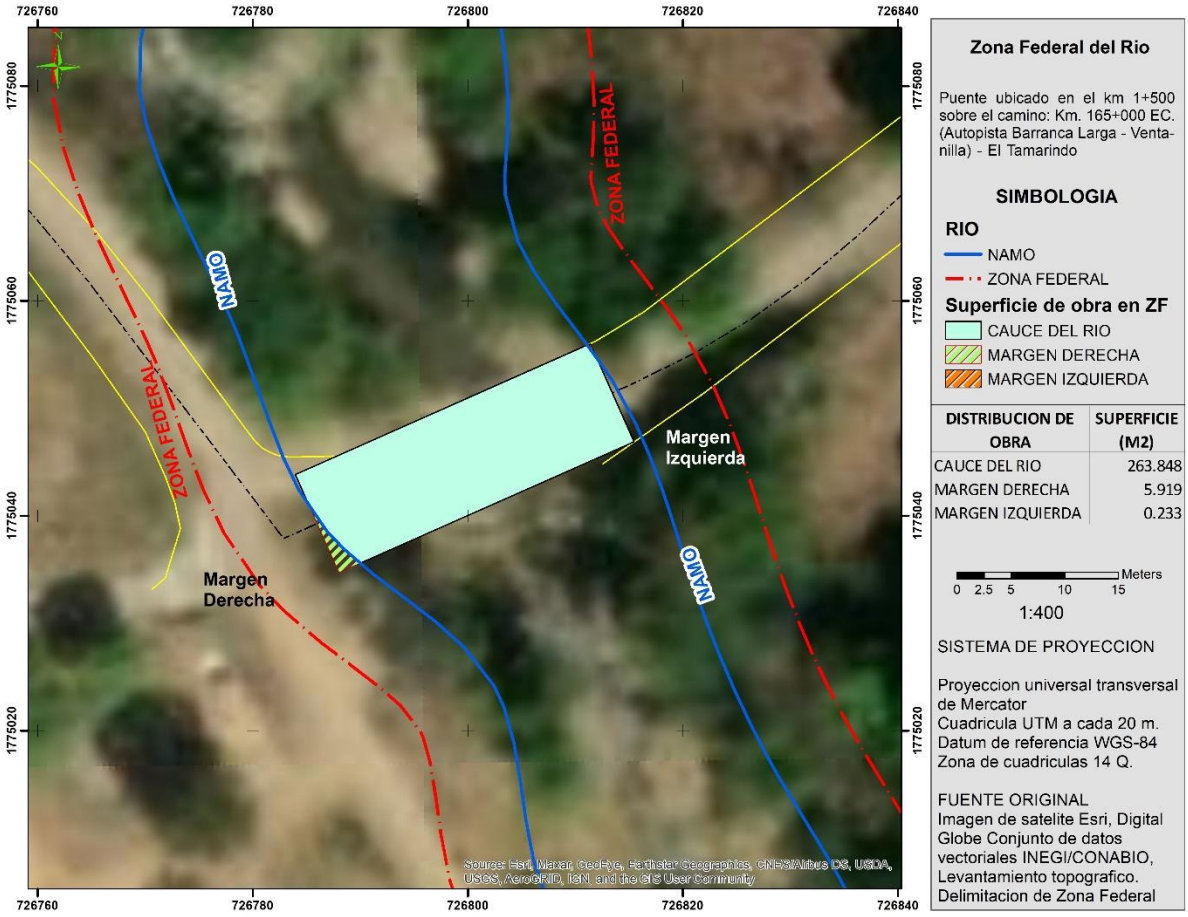


Imagen 7. Ubicación del puente respecto a la Zona Federal del Rio

II.1.3. INVERSIÓN REQUERIDA.

El total del presupuesto para la construcción del puente vehicular es de $ 14,842,927.04 (CATORCE MILLONES OCHOCIENTOS CUARENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS VEINTISIETE PESOS 04/100 M.N.). incluido, conceptos de trabajos preliminares, subestructura, superestructura y ejecución de los programas de prevención, compensación y mitigación de los impactos ambientales derivados de las actividades de construcción del puente vehicular.

La inversión para la construcción de los puentes correrá a cargo de la Federación mediante el Centro Oaxaca de la SICT

II.1.4. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y SERVICIOS REQUERIDOS:

El proyecto no requerirá de servicios básicos para su realización, estos se verán cubiertos por el municipio y las poblaciones cercanas al proyecto, sobre todo para el abasto y suministro de combustibles, materiales, equipo y herramienta a utilizar en el proceso de construcción del puente, el área en donde se ubica el proyecto se encuentra cercana a un Centro de Población, el proyecto tiene como objetivo la construcción de una obra nueva, y se ubica en la localidad de El Tamarindo.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

A continuación, se describe brevemente las estructuras a construir durante la etapa de construcción del proyecto.

Superestructura:

La estructura de proyecto está formada por un claro simplemente apoyado de 30.00 m., con una longitud total de puente de 30.60 m.; el ancho de calzada corresponde a 7.00 m, con un parapeto metálico tipo SCT T-34.4.1 y banquetas de 1.00 m. de ancho, para formar un ancho total de 9.00 m., el cual dará servicio a dos carriles de circulación de 3.50 m. c/u.

La carga viva de diseño corresponde al modelo IMT 20.5, para dos carriles de circulación, de acuerdo a la Normativa de la Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes.

La superestructura está formada a base losa de concreto reforzado f'c=250 kg/cm2 de 20 cm de espesor, en colaboración con 6 trabes AASHTO Tipo IV de concreto presforzado de 1.35 m de peralte de f´c = 350 Kg/cm2

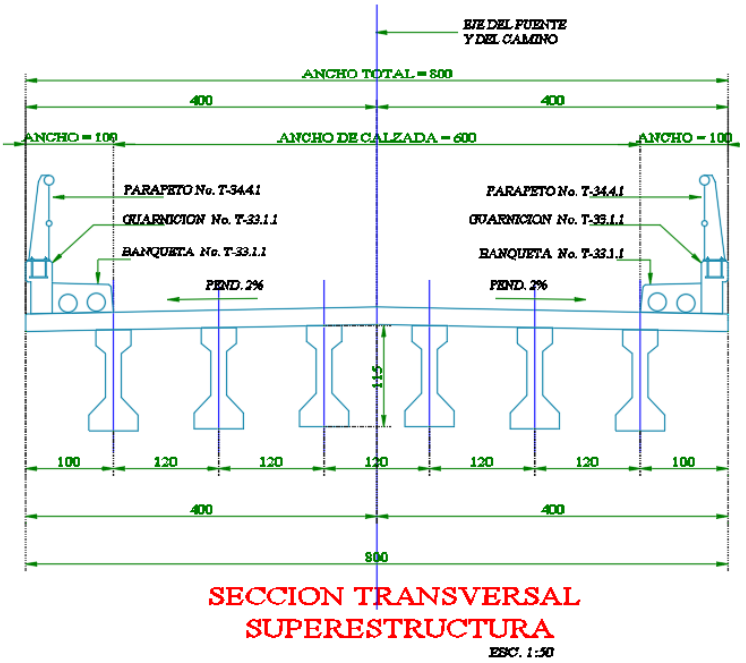


Imagen 8. superestructura

Subestructura:

La subestructura está formada en los apoyos extremos por dos Estribos de concreto ciclópeo de f´c= 150 kg/cm2, desplantados en estrato resistente a una profundidad promedio de 4.0 m., a partir del fondo del cauce: así mismo se prolongarán los aleros mediante muros de contención para proteger las construcciones próximas a la estructura.

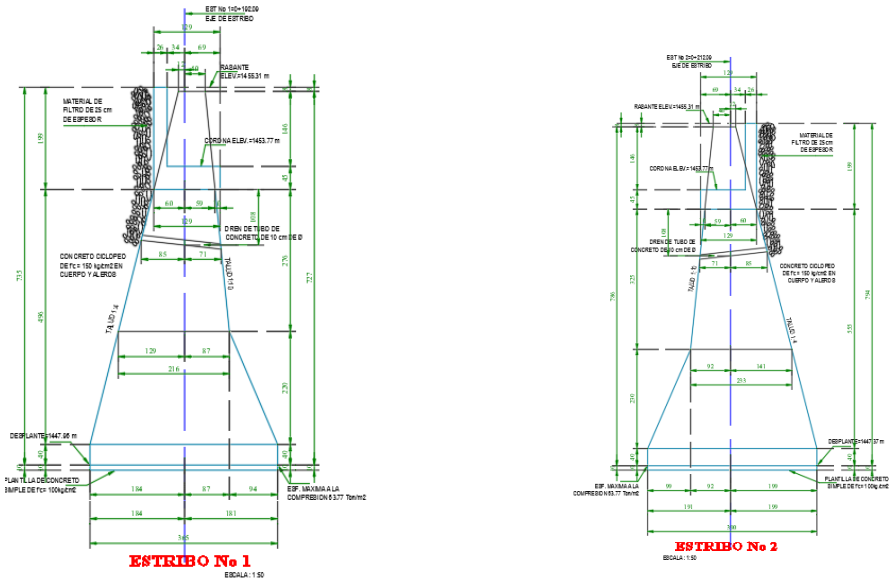


Imagen 9. subestructura

Obras complementarias:

Se construirán parapetos metálicos tipo SCT T-34.4.1 con sus respectivas banquetas y se colocarán juntas de calzada tipo Mex – T50 y para drenar el agua superficial, en la superficie de rodamiento, se colocarán drenes de PVC, de 10.0 cm. de diámetro.

En los accesos del Puente se realizarán los cortes y terraplenes de acuerdo al proyecto geométrico de terrecerías; aunado a la colocación, una vez finalizada la construcción, del señalamiento donde se indica el nombre del puente.

Obras inducidas

Durante la ejecución de la obra será necesario considerar la reubicación de dos postes de CFE, dos registros y línea de conducción de agua potable.

Obra de desvío

Es necesaria la construcción de la obra de desvío ubicada aguas abajo del cruce para el tránsito vehicular local.

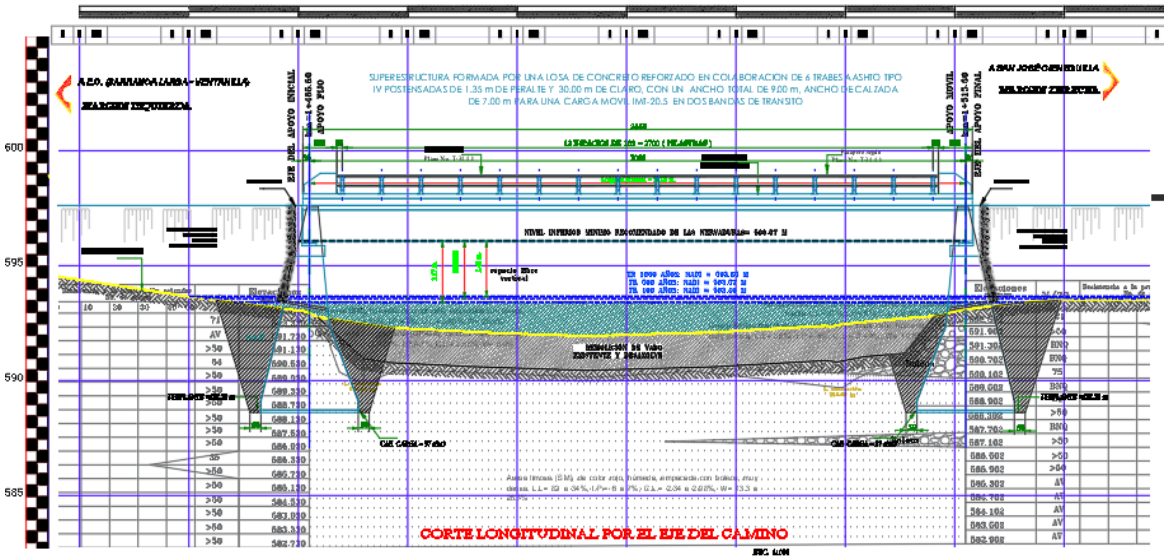


Imagen 10. Diseño del puente

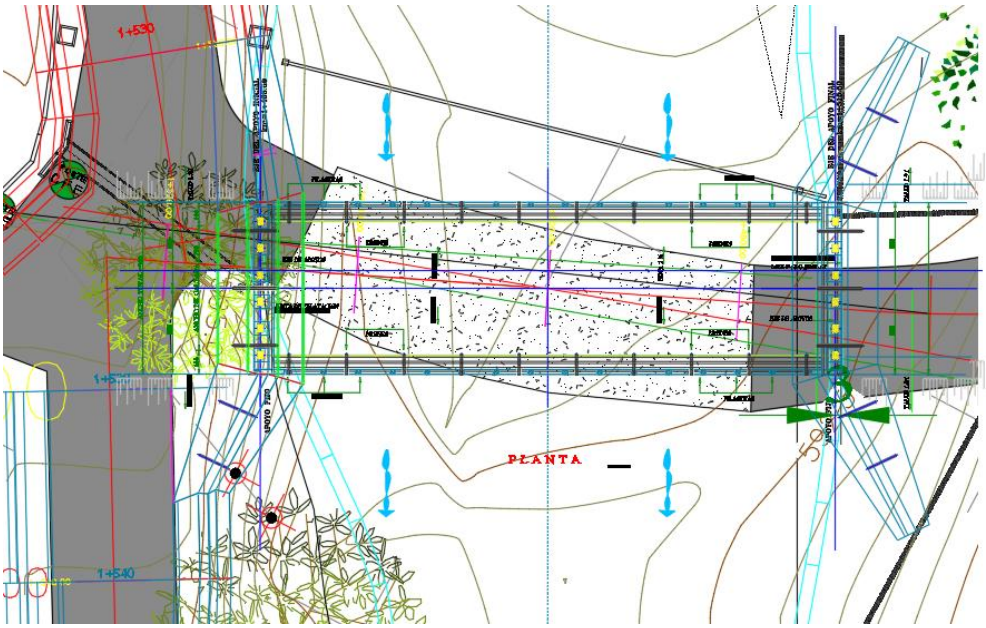


Imagen 11. Perfil de la estructura del proyecto

El proyecto y el cálculo de los diversos elementos que componen la estructura están basados principalmente en las Normas para proyecto de Puentes y Estructuras de la Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, las cuales se mencionan a continuación:

N-PRY-CAR-6-01-001-01 Ejecución de proyectos de nuevos puentes.

N-PRY-CAR-6-01-002-01 Características generales de proyecto.

N-PRY-CAR-6-01-003-01 Cargas y acciones.

N-PRY-CAR-6-01-004-01 Viento.

N-PRY-CAR-6-01-005-01 Sismo.

N-PRY-CAR-6-01-006-01 Combinación de cargas.

N-PRY-CAR-6-01-007-04 Distribución de cargas.

N-PRY-CAR-6-01-008-04 Consideraciones para puentes especiales.

N-PRY-CAR-6-01-009-04 Estructuras similares.

Como complemento de las normas anteriores se utilizaron las siguientes ayudas:

1. Términos de referencia.
2. Normas técnicas para el proyecto de puentes carreteros (Tomo I).
3. Proyectos tipo de elementos de concreto reforzado SCT.
4. Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto.
5. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
6. Manual de diseño de obras civiles “Diseño por sismo” CFE.
7. Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios. ACI 318-95 y ACI 318R-95.
8. Recomendaciones básicas para la ubicación de varillas en distintos armados.

II.2.1. Programa general de trabajo.

Según el programa de trabajo se estima que para los trabajos de construcción del puente estos se realizaran en un periodo de 24 meses, sin embargo, es importante mencionar que, en dado caso de ser autorizado el presente estudio, se considere un periodo de vigencia en la autorización por **6 años** aproximadamente de acuerdo con lo que se sugiere en dicho programa ya que la etapa de preliminares es importante para poder llegar a la fase de construcción.

.

Tabla 6.- Calendario de trabajo de las actividades constructivas

		AÑO				MESES											
ETAPA	**ACTIVIDAD**	**1**	**2**	**3**	**4**	**2**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**	**22**	**24**
PRELIMINARES	Integración de proyectos ejecutivos																
	Obtención de permisos y licencias																
	Habilitación de obra Temporal																
	Limpieza del sitio																
SUBESTRUCTURA	Excavación																
	Armado y colado de Estribos y aleros																
	Armado y colado de coronas y diafragmas																
SUPERESTRUCTURA	Armado y Montaje de Trabes																
	Armado y Colado de diafragmas																
	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones																
	Colocación de parapeto metálico																
ACCESOS	Formación y compactación de terraplenes																
	Armado y Colado de Losas de Accesos																
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		Durante toda la vida útil del proyecto															

II.2.2 Representación gráfica regional

De acuerdo con las coordenadas de ubicación del proyecto, este se localiza en el km 1+500, del camino: KM 165+000 E.C. (Autopista-Barranca Larga-Ventanilla)-El Tamarindo, en el estado de Oaxaca, en las coordenadas geográficas: latitud 16° 2'40.99"N, longitud 96°52'48.43"O y a una elevación de 591.00, msnm. en el estado de Oaxaca., correspondiente al municipio de San Sebastián Coatlán, dicho municipio se localiza en el sur del estado, , forma parte de la región Sierra Sur y del distrito de Miahuatlán.

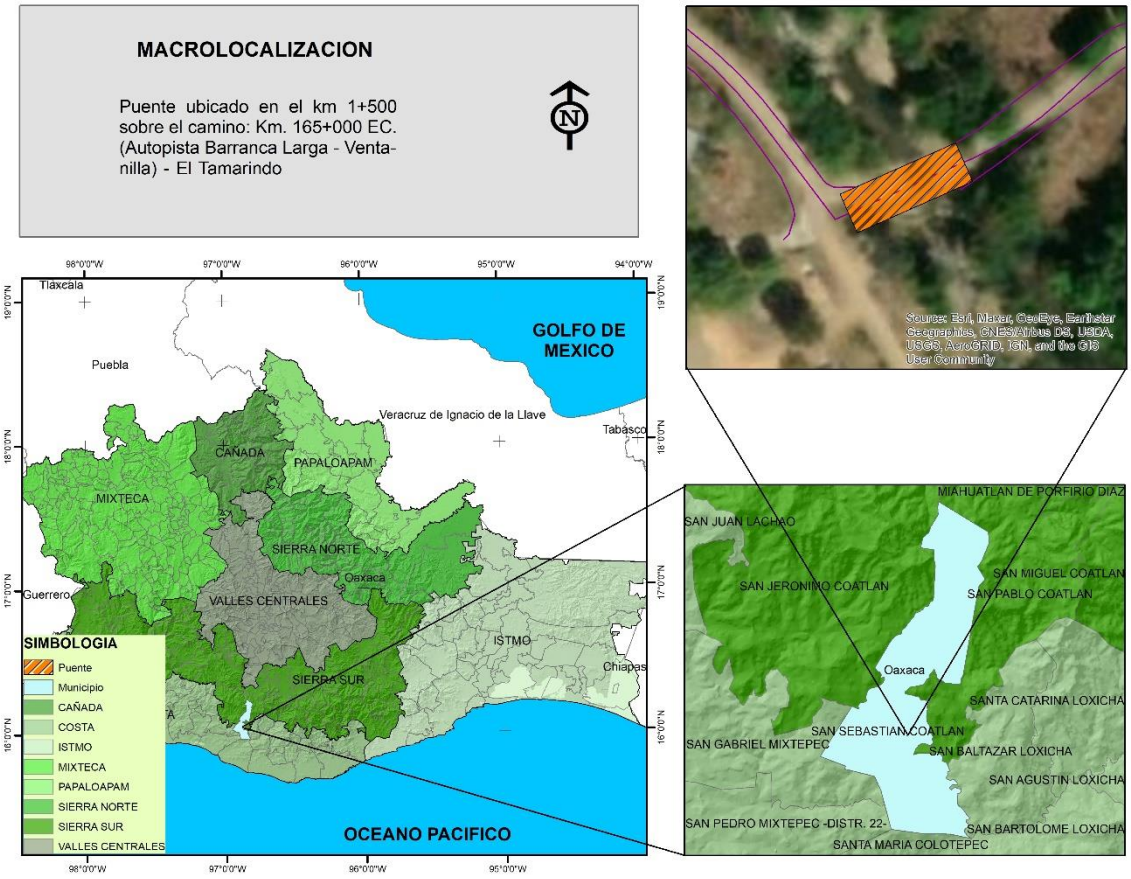


Imagen 12.- Macro localización del proyecto

II.2.3 Representación gráfica local

El sitio de estudio donde se proyectó el puente, se localiza precisamente en el km 1+500 sobre el camino KM 165+000 E.C. (Autopista-Barranca Larga-Ventanilla)-El Tamarindo, En El Estado de Oaxaca.

La ubicación de los extremos del puente, se presentan en formato UTM, en datum de referencia WGS-84, equivalente al ITRF-92 utilizado en la cartografía del INEGI, la zona de cuadriculas que corresponde es la Zona 14 Q, las coordenadas fueron tomadas en los extremos de los puentes que comprenden el estudio con el apoyo de un Geoposicionador satelital (GPS), de la marca Garmin Modelo 64 Sx.

Tabla 7.- Coordenadas UTM de la ubicación del puente que comprenden el proyecto en estudio.

Vértices	X	Y
1	726811.39	1775056.03
2	726815.45	1775046.89
3	726788.03	1775034.72
4	726783.97	1775043.86

Las coordenadas presentadas se plasmaron en un mapa de localización con la imagen de satélite, obtenida mediante la aplicación ArcMap correspondiente al Software ArcGIS versión 10.3, obteniendo como resultado el mapa de localización del puente, la cual se muestra en la siguiente Imagen.

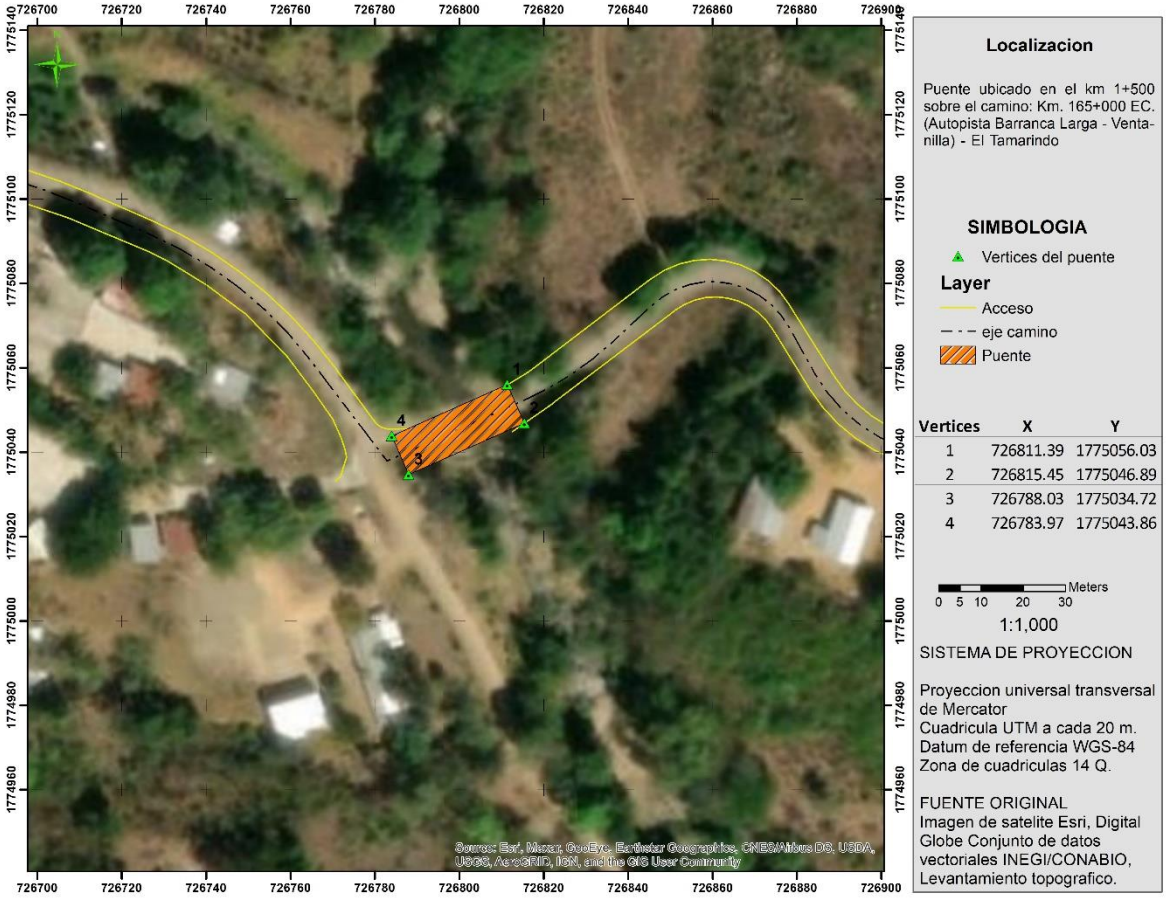


Imagen 13. Localización del proyecto

II.2.4 Dimensiones del proyecto

La estructura de proyecto está formada por un claro simplemente apoyado de 30.00 m., con una longitud total de puente de 30.60 m.; el ancho de calzada corresponde a 7.00 m, con un parapeto metálico tipo SCT T-34.4.1 y banquetas de 1.00 m. de ancho, para formar un ancho total de 9.00 m., el cual dará servicio a dos carriles de circulación de 3.50 m. c/u.

La carga viva de diseño corresponde al modelo IMT 20.5, para dos carriles de circulación, de acuerdo a la Normativa de la Secretaria de Infraestructura Comunicaciones y Transportes.

La superestructura está formada a base losa de concreto reforzado f'c=250 kg/cm2 de 20 cm de espesor, en colaboración con 6 trabes AASHTO Tipo IV de concreto presforzado de 1.35 m de peralte de f´c = 350 Kg/cm2

La subestructura está formada en los apoyos extremos por dos Estribos de concreto ciclópeo de f´c= 150 kg/cm2, desplantados en estrato resistente a una profundidad promedio de 4.0 m., a partir del fondo del

cauce: así mismo se prolongarán los aleros mediante muros de contención para proteger las construcciones próximas a la estructura.

Se construirán parapetos metálicos tipo SCT T-34.4.1 con sus respectivas banquetas y se colocarán juntas de calzada tipo Mex – T50 y para drenar el agua superficial, en la superficie de rodamiento, se colocarán drenes de PVC, de 10.0 cm. de diámetro.

En los accesos del Puente se realizarán los cortes y terraplenes de acuerdo al proyecto geométrico de terrecerías; aunado a la colocación, una vez finalizada la construcción, del señalamiento donde se indica el nombre del puente.

Durante la ejecución de la obra será necesario considerar la reubicación de dos postes de CFE, dos registros y línea de conducción de agua potable.

Es necesaria la construcción de la obra de desvío ubicada aguas abajo del cruce para el tránsito vehicular local.

II.2.5 Resultados del estudio de Mecánica de Suelos

Los trabajos de exploración del suelo consistieron en dos sondeos de tipo mixto de penetración estándar y avance con broca tricónica, realizados a una profundidad máxima de 9.60 m. en ambas márgenes del río.

El nivel de aguas freáticas (NAF), se detectó EN LA ELEVACION 591.730 msnm.

La solución de cimentación que ofrece ser las más adecuada, es la de recurrir a una cimentación por contacto directo, mediante la construcción de zapatas corridas o aisladas desplantadas superficialmente.

El Estudio de Mecánica de Suelos, recomienda la capacidad de carga admisible para cada uno de los apoyos, de acuerdo a los datos siguientes:

Tabla 8. Capacidad de carga para los apoyos

Apoyo	Ubicaci6n.	Profundidad de desplante.		q admisible o de trabajo	
		(m)	(msnm) (m)	Kpa.	*T/m2.*
Estribo No.1	1+485.5	4.20	588.73	349.55	36
Estribo No.2	1+515.5	4.20	588.90	365.41	37

En zonas de la cimentación sujetas a carga excéntrica, deberá revisarse que todos los esfuerzos en el contacto con el terreno sean de compresión y que no excedan la capacidad de carga admisible recomendada.

II.2.6 Resultados del estudio hidrológico e hidráulico

Se realizó el Estudio Hidráulico – Hidrológico definiendo la avenida de diseño asociada a un periodo de retorno de 500 años, obteniendo los datos los datos de precipitación y fisiográficos de la cuenca:

Área de la cuenca:	15.40	km2
Longitud del cauce principal:	4.91	km

Pendiente media del cauce: 10.07 %

Para calcular el gasto de diseño se emplearon los métodos siguientes:

- Fórmula Racional Americana.
- Ven Tee Chow.
- Hidrograma Unitario Triangular.

Una vez efectuado el análisis de los datos, se determinó un Gasto de Diseño de 138.45 m3/s, para un periodo de retorno de 500 años.

Con el gasto de diseño obtenido se realizó el tránsito de la avenida mediante el programa de cómputo Hec - Ras con lo cual se determinó que un puente de 30.00 m de claro es suficiente para que transite el gasto de diseño. Como resultado de esta simulación se obtuvo el Nivel de Aguas de Diseño (NADI), el cual se ubica en la cota 593.57 m. con una velocidad de 1.79 m/s, sin problemas de libre bordo para el paso de cuerpos flotantes que arrastra la corriente.

II.2.7. PRELIMINARES Y CONSTRUCCIÓN

La preparación del sitio de construcción está constituida por aquellas actividades que se tienen que realizar de forma preliminar a la ejecución de los trabajos.

Las actividades que comprende la preparación del sitio son las siguientes.

Preparación del sitio

Trazo y limpieza

La preparación del sitio de construcción está constituida por aquellas actividades que se tienen que realizar de forma preliminar a la ejecución de los trabajos.

Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico consistió en trazo, nivelación y seccionamiento del rio en un tramo de 300 m aguas arriba y 200 m aguas abajo, incluyendo los accesos del puente abarcando hasta una distancia de 100 m, obteniendo las características de la Planimetría y Altimetría de la zona de estudio.

En la planta topográfica se observa que el puente propuesto se ubica en tangente horizontal y vertical; el eje de proyecto cruza de manera normal a la corriente.

La zona de estudio la podemos clasificar topográficamente como lomerío suave

El tránsito vehicular se realiza mediante un vado de situado en el sitio del cruce.

Las actividades que comprende la preparación del sitio son las siguientes:

Limpieza del sitio

Se realizará la limpieza del sitio para la ejecución de las obras que contempla la construcción del puente ubicado en el km 1+500 del camino que comunica a la localidad de El Tamarindo.

Habilitación de Obra temporal

No se requiere de la habilitación de obras temporales, ya que el puente se ubica cerca de asentamientos humanos, siendo posible obtener una vivienda como almacén de materiales en caso de ser necesario.

Se construirá un paso provisional aguas abajo de la ubicación del puente a construir

Etapa de Construcción

Subestructura

Excavación para alojar estructuras

Las excavaciones se ejecutarán con máquina, hasta alcanzar el nivel de desplante que indique el proyecto. El lecho de la excavación deberá afinarse para tener una superficie nivelada para colocar la plantilla. Los materiales sobrantes deberán utilizarse o desperdiciarse, depositándolos en el lugar y forma fijados en el proyecto y/o ordenados por la secretaria.

Armado y colado de estribos y aleros

Los estribos y los aleros serán de concreto ciclópeo de F'c=150 kg/cm2. Las piedras deberán pesar como mínimo 30 kg y el volumen máximo correspondiente al total de la piedra agregada no será mayor de 60% respecto al volumen del concreto ciclópeo.

Las piedras que se utilicen deberán estar limpias y exentas de costras. Todas las piedras se mojarán antes de colocarse. Las piedras se colocarán con cuidado, sin dejarlas caer para evitar que causen daño a los moldes y/o al concreto fresco adyacente.

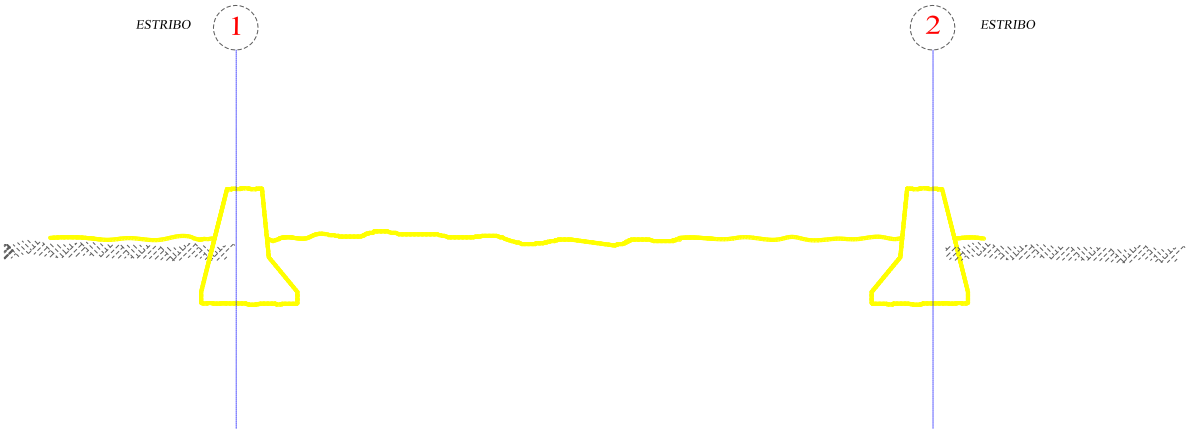


Imagen 14.- Construcción de estribos y aleros

Las cimbras o encofrados retienen el concreto hasta que haya fraguado y produce la conformación deseada y, a veces, también los acabados de superficie deseados. Las cimbras pueden soportarse en obra falsa de resistencia adecuada y de suficiente rigidez para mantener las deflexiones dentro de los límites aceptables. Además, dado los grandes volúmenes de concreto que soportan, las cimbras deben ser fuertes y rígidas para satisfacer las tolerancias dimensionales; así mismo, deben ser herméticas, pues de lo contrario se escurrirá el concreto durante la vibración y ocasionará franjas de arena y cavidades indeseables, deben ser de bajo costo y, a menudo, desmontables con facilidad para volver a usarlas. Estos requisitos se pueden satisfacer con acero, plásticos reforzados, concreto y tablones desnudos o revestidos y con madera contrachapada (triplay).

La cimbra puede hacerse a base de madera, por ser el material más comúnmente utilizado. Se deberá tener especial cuidado en el alineamiento de las mismas, que cumpla con los requisitos de verticalidad y recubrimiento del acero, así como rigidez. La cimbra en el cuerpo de las pilas y cuerpos de caballetes, por ser de miembros pertenecientes tanto a infraestructura como subestructura.

Una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia necesaria para permitir apoyarse en él. Por facilidad para las maniobras de colocación del concreto y armado del acero, se aconseja utilizar en los estribos, una cimbra deslizable, evitando los abombamientos y desplazamientos de mal aspecto en las juntas horizontales, para lograrlo, la cimbra se debe amarrar y atornillar cerca de la unión para mantener su cara interna ceñida contra el concreto existente.

Cuando los amarres para la cimbra deben pasar a través del concreto, deben ser de sección transversal y se deben taponar para evitar filtraciones. Los extremos de los amarres para cimbra se deben retirar sin desconchar el concreto adyacente. Antes de proceder al colado, la cimbra debe cubrirse con una capa de aceite, para protegerla del deterioro, intemperie y contracción, además de evitar la adherencia al concreto; pero debe tenerse cuidado de no contaminar el acero con aceite, puesto esto le restará adherencia con el concreto.

Las cimbras se deben quitar después que el concreto ha alcanzado suficiente resistencia mínimo 14 días, para que no haya deformación ni daños en el concreto. Siempre que se necesaria la remoción temprana de cimbra, para volver a usarlas con rapidez, para empezar el curado lo más pronto posible, así como permitir reparaciones y tratamientos de la superficie mientras el concreto todavía esté fresco y las condiciones todavía son favorables para una buena adhesión, deberá consultarse con la Secretaría.

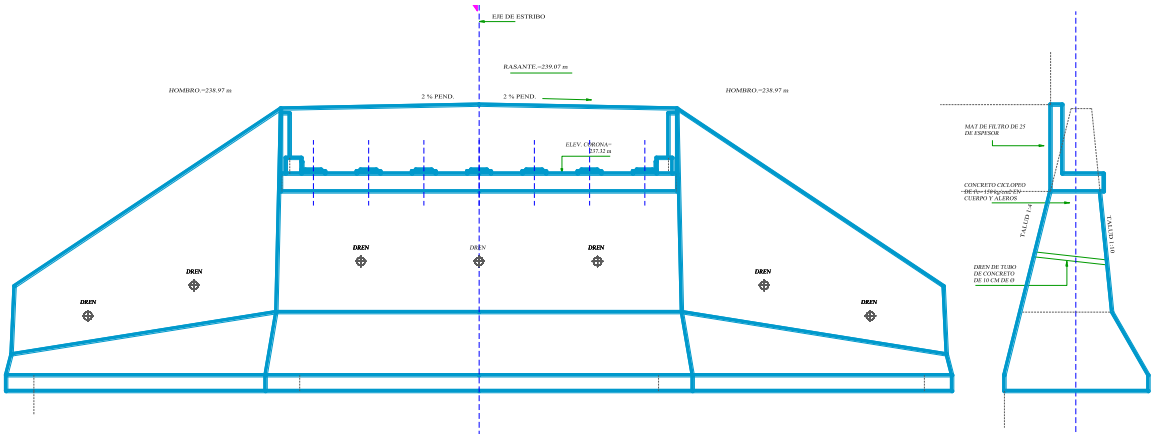


Imagen 15 .- Construcción de estribos y aleros

Armado y colado de coronas y diafragmas

Los materiales que se empleen en el concreto de F'c=250 kg/cm2, para cuerpo, coronas, bancos y topes de estribos, serán de agregado grueso de tamaño máximo de 3/4", exentos de arcilla y materia orgánica; arena, cemento tipo II, portland; cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm, se vibrará al colarlo. El agua deberá ser limpia, clara y estar libre de substancias perjudiciales, tales como aceite, grasa, materia orgánica y sales en exceso, el proceso de cimbrado será similar al empelado en el colado de los estribos



Imagen 16.- Colado de coronas y diafragmas

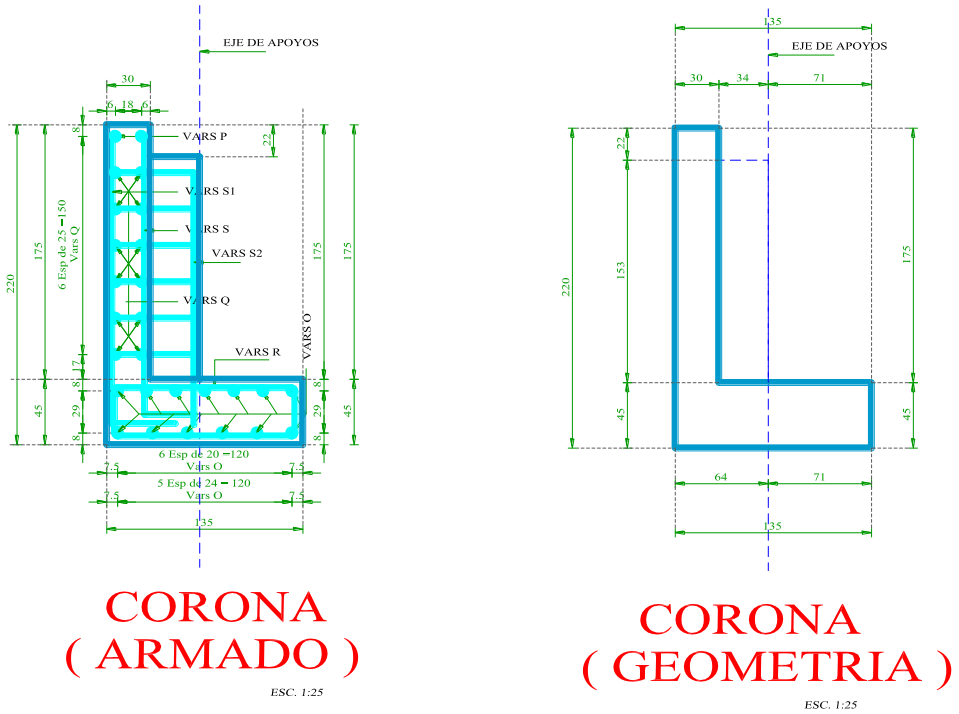


Imagen 17.- Detalles de la corona

Armado y montaje de trabes

En el lapso de tiempo utilizado en las anteriores etapas deberán ser fabricadas las trabes postensadas que se utilizarán en la superestructura

Se empleará concreto de f´c=360 kg/cm2 con revenimiento de 5 cm. Tamaño máximo del agregado de 1.9 cm y cemento tipo I

Los elementos de acero para el preesfuerzo de las trabes podrán estar constituidos por cables de torones formados por un alambre de alta resistencia, los cuales si son torcidos deberán ser fabricados a máquina, por alambres de alta resistencia colocados en la periferia de un núcleo o bien, por barras de acero de aleación.

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



Imagen 18.- Fabricación de trabes

Una vez alcanzada la resistencia del proyecto en el concreto del último colado, de las coronas y estribos se procede a colocar los apoyos de neopreno y posteriormente montar las trabes en el claro del puente

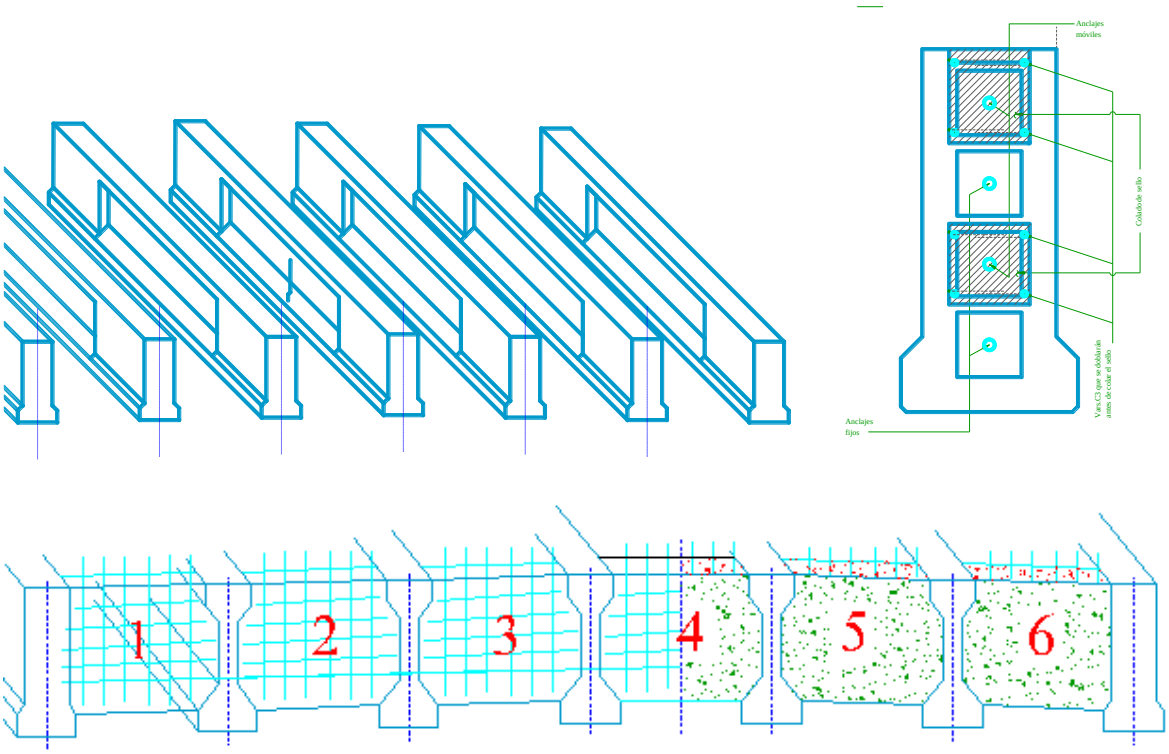


Imagen 19.- Montaje de trabes

Si para el montaje se planea transportar de 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 loe elementos auxiliares para el transporte, son admisibles. Las trabes de transportaran 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.

Armado y Colado de diafragmas

Una vez colocadas las trabes en su sitio, se procederá a la construcción de los diafragmas de liga entre trabe y trabe.

Se empleará concreto de f´c=250 kg/cm 2 con revenimiento de 5 a 8 cm. Tamaño máximo del agregado grueso de 1.9 cm y de cemento tipo I o III

SUPERESTRUCTURA

Armado y colado losa de calzada y guarniciones

La superestructura está formada un tramo de losa de concreto reforzado, sobre trabes presforzadas para una carga móvil de proyecto: T3-S3.

El ancho total del puente es de 9 m, de los cuales, el ancho de calzada es de 7.00 m

El espesor de losa es de 18 cm armada con varillas del no. 4c tanto en la parrilla superior como inferior.

La losa a su vez, está soportada por trabes postensadas de concreto f'c=250 kg/cm2, reforzadas con 40 torones de presfuerzo de 1.27 de diam. y l.r.p 9000 kg/cm2. de baja relajación.

Los diafragmas extremos e intermedios son de concreto reforzado f'c=250 kg/cm2.

La losa es de concreto reforzado de f'c=250 kg/cm2

El neopreno deberá ser aceptado por la S.C.T. la deformación unitaria máxima admisible será del 15 %. Además de cumplir con las especificaciones de la A.S.T.M. D-2240 y tendrá dureza SHORE 60. Los apoyos se han diseñado para que su esfuerzo de trabajo a la compresión sea de 100 kg/cm2. Las placas de neopreno se fabricarán en moldes de dimensiones especificadas, por ningún motivo se cortarán las placas de otros más grandes.

La construcción de la obra falsa y de los moldes, la colocación del refuerzo, la elaboración y colado del concreto se sujetarán a lo establecido en los capítulos correspondientes a las especificaciones de la S.C.T.

La elaboración del concreto podrá realizarse usando cemento tipo I, II, II, o V, el empleo de adicionantes o aditivos (acelerantes, fluidizantes y expansores), se justificará debidamente y requerirá autorización por escrito de la secretaria para la cual se presentará la solicitud correspondiente con la suficiente anticipación, a fin de que el laboratorio de la secretaria pueda realizará pruebas necesarias relativas a las características y a la dosificación de estos productos

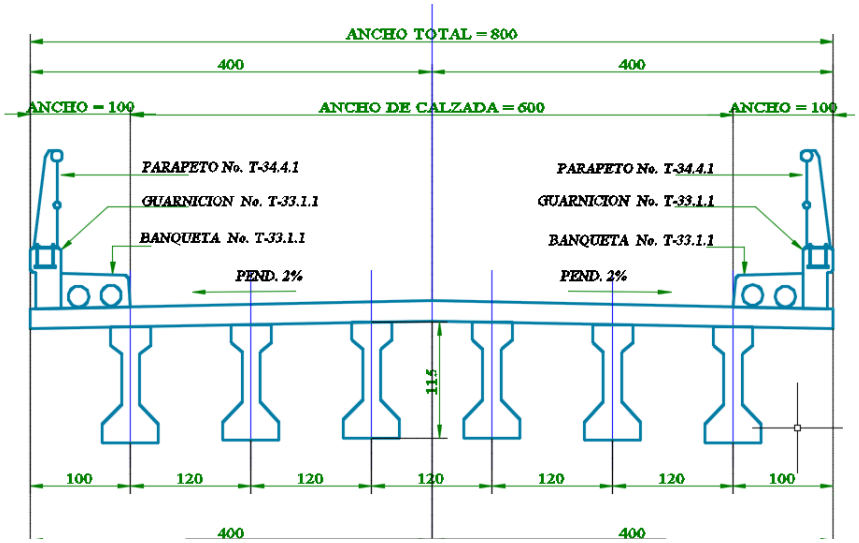


Imagen 20.- Losa de calzada

Terminada la colocación de tabletas, se habilitará el acero de refuerzo y posteriormente se hará el colado de las losas de calzada sin incluir las guarniciones y remates los cuales podrán ser colados 24 hrs después.

Alcanzada la resistencia del proyecto en toda la losa, se procederá a la colocación d la junta de dilatación T-50 o similar, en todo el ancho de la calzada del puente.

Los materiales que se empleen en el concreto de F'c=250 kg/cm2, para en remates de parapeto y, guarnición Serán de agregado grueso de tamaño máximo de 3/4", exentos de arcilla y materia orgánica; arena, cemento tipo II, portland; cuya compacidad no será menor de 0.80, con revenimiento de 5 a 10 cm, se vibrará al colarlo.

El agua deberá ser limpia, clara y estar libre de substancias perjudiciales, tales como aceite, grasa, materia orgánica y sales en exceso.

Colocación de parapetos

Los materiales que se utilicen en el remate del parapeto; serán de varilla corrugada de grado duro, tipo c, de Fy=4200 kg/cm2 con los diámetros indicados en el proyecto.

Todo el parapeto metálico deberá estar limpio de polvo y oxido, antes de recubrir las superficies con una mano de pintura anticorrosiva, posteriormente se darán dos manos de pintura de color amarillo

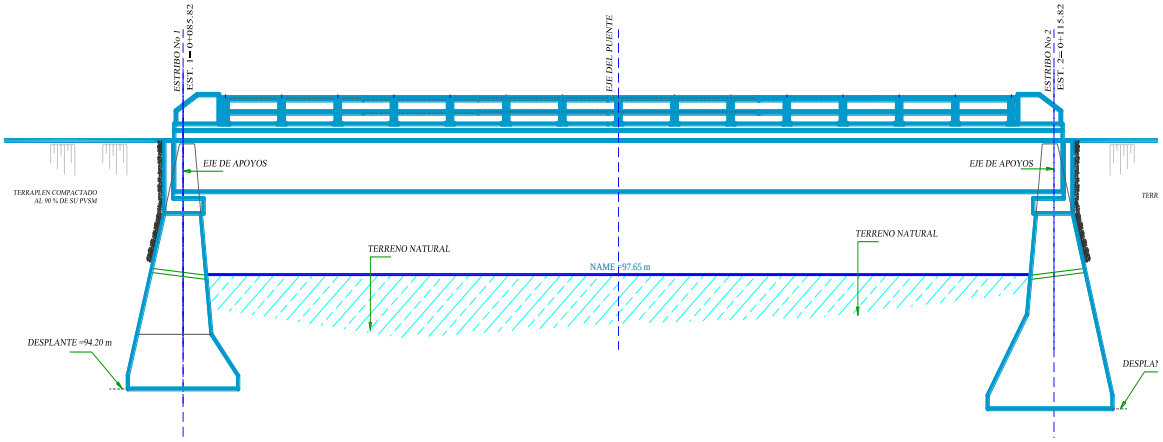


Imagen 21.- Colado de parapetos

ACCESOS

En los terraplenes de accesos se proyectarán defensas metálicas y obras complementarias como lavaderos. Dichos terraplenes se compactarán al 95% de su peso volumétrico óptimo según prueba Proctor de la SCT. Por lo que primeramente se realizara un despalme con desperdicio de material para posteriormente formar los terraplenes, así como el posterior armado y colado de las losas de acceso

La limpieza general, se llevará acabo al terminar la obra en todo el puente y obra construida, retirando todo lo que no pertenezca al puente, estos desperdicios se colocarán en el lugar correspondiente según indicaciones de la secretaría.

Especificaciones

Normativa para infraestructura del transporte haciendo referencia al libro CTR construcción, tema car. Carreteras, parte 1, conceptos de obra, en particular a los siguientes capítulos

Terracerías

Estructuras

Drenaje y subdrenaje

Pavimentos

Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser aceptados por al S.C.T o la dependencia a cargo y cumplir con las especificaciones de la normativa para la infraestructura del transporte, haciendo referencia al

libro CTR características de los materiales parte 2 materiales para estructuras en particular a los siguientes títulos.

Materiales para mamposterías

Materiales para concreto Hidráulico

Acero y productos de acero

Soldadura

II.2.7.1. DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.

Este tipo de obras se ejecutarán como parte del apoyo para la realización de operaciones necesarias y complementarias al proyecto en cuestión. Se buscará en todo momento reducir los impactos al ambiente, a través de la utilización de materiales no contaminantes y de fácil colocación y desmontaje. Las principales obras provisionales son:

A. Campamentos

Los campamentos, almacenes, y patios de servicio de maquinaria, serán ubicados en la localidad de El Tamarindo, dado que el proyecto se encuentra cercano a esta localidad

B. Insumos de material.

A continuación, se hace mención de los principales insumos a utilizar en este proyecto, la mayoría de ellos son materiales industrializados los cuales se obtendrán en comercios más próximos al sitio de la obra, debido a las dimensiones de la obra. No amerita la concesión de bancos de materiales pétreos, estos de igual manera que los materiales industrializados serán suministrados de casa de materia que cuenten con los permisos necesarios para venta y transporte del mismo, en caso de requerirse de la concesión de bancos de materiales pétreos estas serán responsabilidad del contratista, el cual deberá tramitar los permisos correspondientes ante las instancias correspondientes para la obtención de permiso de los bancos.

El material se suministrará de casas de material ubicadas en Puerto Escondido a 53 km de distancia, ahí existen establecimientos que cuentan con los permisos necesarios para la venta de los materiales a emplearse, la elección de la casa del material es responsabilidad del contratista.

Tabla 9.- Insumos a utilizar

INSUMOS
concreto hidráulico, p.u.o.t de f c = 250 kg/cm2
acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 7.6 cm

Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 6.4 cm
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 5.1 cm
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de tubo de acero galvanizado cedula 40 3.8 cm
Estructura de acero p.u.o.t. pernos de 2.54 cm de diámetro con tuercas
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=150 kg/cm2
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=250 kg/cm2
acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2
tubo de cartón comprimido de 21 cm de diámetro, p.u.o.t.
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f'c=250 kg/cm2
acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2
varilla con rosca en sus extremos le= 4200 kg/cm2
estructuras de concreto preforzado, trabes postensadas de concreto f c=350 kg/cm2
dren de pvc 7.6 x 0.30, p.u.o.t
tubo de plástico pvc de 2.5 cm de diám x 1.15 m p.u.o.t
tubo de plástico pvc de 2.5 cm de diám x 0.85 m p.u.o.t
apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x40x2.5
apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x40x4.1
apoyos de neopreno, p.u.o.t astm-d2240, dureza shore 60 (ft=100 kg/cm2) placas de 20x30x2.0
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36 (placas, tuercas y rondanas)
junta de dilatación, p.u.o.t (inciso 3.01.02.026-h.11) tipo mex t-50 o similar
Estructura de acero p.u.o.t. estructura fabricada y montada p.u.o.t. estructura soldada de acero estructural a-36 (apoyos)

concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en cabezales, diafragmas, pantallas, bancos catelas y topes laterales (en caballetes)
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en aleros
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 250 kg/cm2 en ménsula
concreto hidráulico, p.u.o.t simple, colado en seco de f c= 300 kg/cm2 en pilotes de 1.30 m de diámetro
acero para concreto hidráulico varillas l.e. = 4,200 kg/cm2

II.2.8. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

El puente podrá abrirse al tránsito cuando la resistencia del último colado sea la del proyecto (250 kg/cm2) siempre y cuando la resistencia en las etapas anteriores haya sido satisfactoria

Al construirse el puente vehicular se considera que se abrirán grandes oportunidades a la población, ya que será más fácil el acceso al mercado laboral y a sectores como la educación, salud, abastecimiento y otros servicios. Lo anterior significará una mayor movilidad de personas en calidad de pasajeros, un mayor flujo de insumos para la producción y el abasto popular, y por ello, mayores volúmenes de productos que saldrán a buscar nuevos horizontes de mercado

Programa de conservación preventiva y correctiva.

1. Prever el programa mensual inicial de conservación preventiva y correctiva, el cual deberá ser actualizado anualmente.

2. Inspeccionar la respectiva evaluación de la señalización.

3. Evaluar las obras de drenaje que presenten problemas en el momento de la inspección, remitir reporte y actuar conforme sea necesario.

4. Inspeccionar las condiciones físicas de la subestructura y superestructura que presenten problemas.

5. Realizar mantenimiento al parapeto y verificar si no presenta daños por volcaduras de automóviles.

6. Identificar e inspeccionar terraplenes en los estribos que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, erosiones, etc.

7. Realizar periódicamente los estudios necesarios para verificar el estado de la vialidad y llevar a cabo las alternativas de solución que indiquen dichos estudios, conforme a una programación pertinente y realizando el control de calidad de las obras requeridas.

Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.

Programa de conservación rutinaria.

1. Realizar inspecciones continuas en la vialidad para poder detectar problemas y corregirlos en:

- Invasión del derecho de vía.
- Retiro de basura y limpieza de la superficie de rodamiento del puente.
- Destrozos en general.

- Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
- Taponamientos en drenes sobre la superficie del puente.

2. Realizar inspecciones mensuales o cuando sea necesario en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:

- Pinturas en general.
- Mantenimiento del parapeto.
- Obras de drenaje.
- Obras complementarias de drenaje.
- Defensas y señales de tipo normal.
- Daños en el puente por efecto de accidentes.
- Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc. en el pavimento.
- Colocación de propaganda no autorizada.
- Deslaves en terraplenes.
- Fallas locales en estribos.
- Deshierbe y poda de vegetación a las márgenes de los estribos
- Apoyo y juntas de estructuras

II.2.9. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Por las características socioeconómicas, culturales y políticas de las poblaciones beneficiadas por el proyecto no se tiene contemplado la etapa de abandono del sitio.

II.2.10. UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

El proyecto en mención **NO utilizará explosivos**, el material existente donde se realizará la excavación será fácilmente removido con medios mecánicos, utilizando equipos de accionamiento hidráulico.

II.2.11. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Los trabajos a desarrollar en la ejecución del proyecto, producirán únicamente residuos sólidos no peligrosos y su generación no rebasará la capacidad de los servicios municipales y/o privados para su manejo y disposición, y en su caso, éstos podrán ser reintegrados al ambiente de manera segura sin necesidad de un tratamiento previo. Se describen a continuación los tipos de residuos que se generarán:

Residuos orgánicos e inorgánicos:

Durante las actividades de desmonte y despalme se eliminarán arbustos, hierbas y capa vegetal del suelo en el área de trabajo. Así mismo se generarán residuos de materiales reutilizables constituidos principalmente por pedacería de madera utilizada en las actividades de cimbra del puente, los cuales serán depositados y almacenados para su posterior disposición en los sitios que señale la autoridad local competente.

Durante la etapa de construcción se generarán residuos constituidos principalmente por los empaques de materiales industrializados como son sacos de cemento, bolsas de plástico y cajas de cartón, botes de aditivos tales como aceites para motor y/o para el concreto, padecería de acero de refuerzo y/o alambre.

Residuos líquidos:

Dado que la mayor cantidad de agua se utilizará en el proceso constructivo como la compactación, así como en la elaboración de concreto, la generación de aguas residuales representará un porcentaje mínimo, siendo únicamente la que resulte de la limpieza y aseo de herramientas, maquinaria, equipo y personal durante el proceso de construcción de la obra; en este aspecto, la generación de aguas residuales se considera temporal.

Emisiones atmosféricas:

La fuente primaria de emisiones atmosféricas está representada por los motores de la maquinaría, vehículos y equipos empleados durante la ejecución del proyecto. El volumen emitido por unidad de tiempo se generará únicamente durante la construcción del puente y transporte de materiales. La etapa del proceso constructivo que presenta la mayor emisión atmosférica, cortes de material, ya que requiere del uso de maquinaria en la totalidad del proceso. No obstante, cabe destacar la temporalidad de dicha generación de emisiones y planteando como medida de mitigación, la operación de motores de maquinaria en condiciones de funcionamiento y mantenimiento de óptimas a normales. Las medidas para controlar este tipo de contaminación será responsabilidad directamente del contratista ya que deberá tener su maquinaria con un buen mantenimiento para evitar la emisión de humo o derrames de combustible, además de crear una conciencia a su personal de contaminar lo menos posible.

II.2.12 GENERACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

II.2.12.1. IDENTIFICAR POR ETAPAS DEL PROYECTO, EN SU CASO LAS FUENTES GENERADORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO.

La fuente de emisiones que se generará desde la preparación del sitio, construcción y operación del proyecto, provendrá de los motores de combustión interna de la maquinaria y equipo utilizado, así como de los vehículos de trabajo que transiten por el área de proyecto y entorno durante las obras, y en el momento de su operación por los vehículos de los usuarios del puente

II.2.12.2. DETERMINACIÓN DE LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO QUE SE GENERARAN DURANTE LAS DIFERENTES ETAPAS DEL PROYECTO, COMO SEA EL CASO DE VAPOR DE AGUA, C02, CH4, N20, CFC, O3, ENTRE OTROS.

Las principales emisiones durante la construcción de vías de comunicación son los gases producidos por los motores de combustión interna y las partículas en suspensión. GASES CONTAMINANTES Y DE EFECTO INVERNADERO Los hidrocarburos fósiles (derivados del petróleo como la gasolina, el diésel o el gasóleo), son compuestos orgánicos constituidos por átomos de carbono e hidrógeno y una mezcla de impurezas presentes en éstos (azufre), que al momento de una combustión ineficiente supone la emisión de sustancias contaminantes, óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2), monóxido de carbono (CO), partículas sólidas e hidrocarburos no quemados (HC) principalmente

Los motores de combustión interna también transforman los hidrocarburos en dióxido de carbono (CO2), principal gas de efecto invernadero y agua

El efecto Invernadero se produce por la acumulación excesiva de CO2 y otros gases en la atmósfera, que impiden la evacuación al espacio de parte del calor emitido por la Tierra una vez calentada ésta por los rayos solares.

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

La manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular (MIA-P), ha sido elaborado con apego a los instrumentos normativos, los cuales se desglosan en orden jerárquico, teniendo como órgano máximo que rige nuestro país y del cual se desprenden todas las leyes, estatutos y códigos, a la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, los cuales se describen y vinculan nuevamente, tal y como, se muestran en los siguientes párrafos:

III.1 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

III.1.1 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un instrumento de política pública sustentado en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección Ambiental (LGEEPA) y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico. Es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y tiene como propósito vincular las acciones y programas de la Administración Pública Federal que deberán observar la variable ambiental en términos de la Ley de Planeación.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

De acuerdo al POEGT el proyecto se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica 143 (UAB) denominada Cordillera Costera Central de Oaxaca, tal y como se muestra en el mapa.

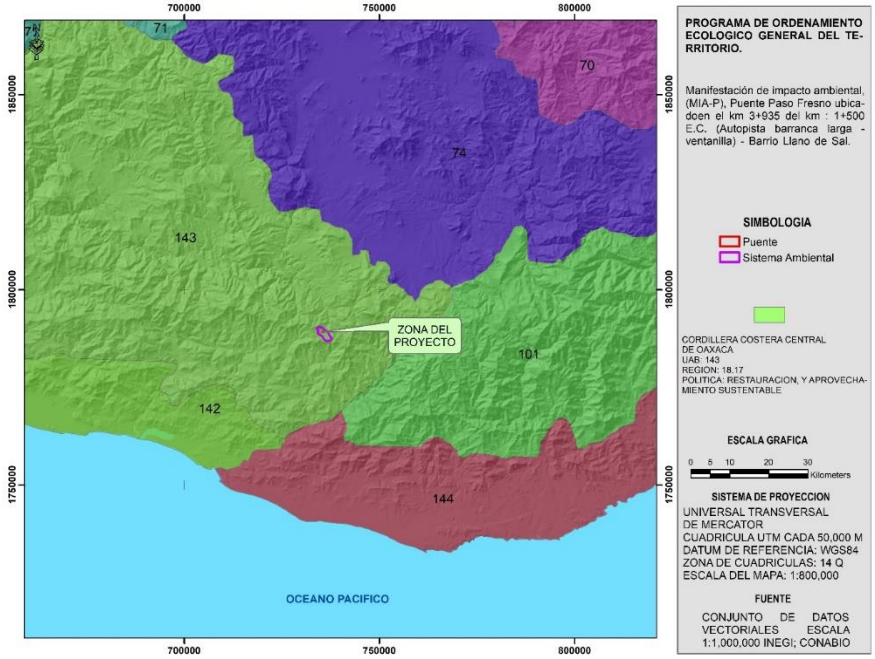


Imagen 22.-Unidad Ambiental Biofísica 143 (UAB) denominada Cordillera Costera Central de Oaxaca

Por lo tanto, a continuación, se presenta la ficha técnica de la región ecológica 18.17

Tabla 10.- región ecológica 18.17

	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17 **Unidad Ambiental Biofísica 143.** Cordillera Costera Central d Oaxaca		
	Localización: Sur de Oaxaca		
	Superficie en km^2 : 7, 554.2 km^2	**Población Total:** 188, 010 hab.	**Población Indígena:** Costa y Sierra Sur de Oaxaca
Política Ambiental:	**Restauración y aprovechamiento sustentable.**		
Prioridad de Atención:	**Muy Alta**		

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
143	Forestal	Agricultura - Preservación de Flora y Fauna -Turismo	Ganadería - Poblacional	Minería -Pueblos Indígenas -SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Estado Actual del Medio Ambiente

2008:

Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy baja. Longitud de Carreteras (km): Muy baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Sin información. Densidad de población (hab/km2): Muy baja. El uso de suelo es de Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 39.3. Muy alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Muy alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

Tabla 11.- estrategias que se proponen para dar cumplimiento a los lineamientos ecológicos

ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACION CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
a. <u>Preservación</u>	
1. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especie, genes y recursos naturales.
2. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se considera el aprovechamiento de recursos forestales.

ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACION CON EL PROYECTO
3. Valoración de los servicios ambientales.	No es necesario dado que no se impactarán los ecosistemas.
b. <u>Aprovechamiento sustentable</u>	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica, dado que el proyecto se trata de una sustitución de estructura de vías de comunicación "puente", este será construido en el mismo sitio del existente, en una zona urbanizada donde no hay presencia de ecosistemas de importancia con uso de suelo agrícola, sin presencia de especies en riesgo
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No es aplicable al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades agrícolas
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No es aplicable al proyecto, debido a que no se llevarán a cabo actividades agrícolas.
7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El proyecto no contempla realizar obras adicionales de las existentes, por lo que no se realizará el aprovechamiento de especies o recursos forestales
8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto se ubica en una zona urbana, no se afectarán ecosistemas, dado que no hay presencia de tal en el sitio del proyecto
c. <u>Protección de los recursos naturales</u>	
12. Protección de los ecosistemas.	El presente estudio se realiza para cumplir con el marco legal en materia de impacto ambiental esto con la finalidad de la preservación y protección del medio ambiente. En este documento se proponen medidas que cumplan el objetivo antes mencionado.
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No es aplicable al proyecto. En ninguna etapa del proyecto se contempla el uso de agroquímicos.
d. <u>Restauración</u>	
14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No es aplicable al proyecto, debido a que no está enfocado a acciones de restauración, sin embargo, se proponen medidas de mitigación del impacto
e. <u>Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios</u>	
15. Aplicación de los productos el Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	No es aplicable para el proyecto, no se contempla el aprovechamiento de recursos no renovables.
15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.
21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.	No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.	No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.

ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACION CON EL PROYECTO
23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional). No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.	No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.	
A. <u>Suelo urbano y vivienda</u>	
24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	El proyecto va de acorde a este punto ya que se contará con una vía de comunicación eficiente para las localidades cercanas al sitio del proyecto, dado que la existente resulta ineficaz y riesgosa
B. <u>Zonas de riesgo y prevención de contingencias</u>	
25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	La estructura del puente actual, no cumple con las características necesarias para ser una obra eficiente en el paso vehicular, de ahí la necesidad de construir un nuevo puente.
26. Promover la reducción de la vulnerabilidad física.	No es aplicable para el proyecto, no es competencia del promovente.
C. Agua y Saneamiento	
27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente.	No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente.
D. Infraestructura y equipamiento urbano y regional	
30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración inter e intrarregional.	El fin del proyecto de construir un puente vehicular coadyuva a red carretera de caminos alimentadores del estado de Oaxaca
<u>E. Desarrollo social</u>	
33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente. Sin embargo, en cada una de las etapas se ha contratado mano de obra local, de esta manera aportando a la economía de la región, así como también a la demanda de productos y servicios.
34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional.	No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye con la economía e incrementa el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad, y sobre todo a la generación de empleos permanentes por la operación del proyecto,
35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye con la economía e incrementar el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad.
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.	No es aplicable para el proyecto.

ESTRATEGIAS SECTORIALES	VINCULACION CON EL PROYECTO
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Desde el inicio del proyecto se ha contratado mano de obra local, con la finalidad de beneficiar económicamente a las poblaciones cercanas al proyecto, en la que se trata de incluir a las mujeres dentro del equipo de trabajo.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuye con la economía de la región e incrementa el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad.
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.	No es aplicable al proyecto, sin embargo, se contribuirá con la economía de la región en el que se incrementa el acceso y calidad de distintos servicios a la localidad.
41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No es aplicable al proyecto, debido a que no es competencia del promovente.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	
A. <u>Marco Jurídico</u>	
42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Parte del proyecto se ubica en la zona federal del rio.
B. <u>Planeación del ordenamiento territorial</u>	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No es aplicable al proyecto debido a que no es competencia del promovente.
44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto contempla la vinculación con los ordenamientos ecológicos aplicables en la materia en este caso al POEGT y al POERTEO

VIII.1.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE OAXACA

El POERTEO busca un equilibrio entre las actividades productivas (10 sectores productivos), antropogénicas (sector asentamientos humanos y la protección de los recursos, es decir un desarrollo sustentable basado en tres ejes: social, económico y ambiental.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico (MOE), muestra la distribución espacial de 55 UGAS, así como, sus características generales, de los cuales se presentan sus lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica. Los elementos que integran el POERTEO son el Modelo de Ordenamiento Ecológico, lineamientos ecológicos y estrategias ecológicas.

El MOE ubica las actividades sectoriales en las zonas con mayor aptitud para su desarrollo y donde se generen menores impactos ambientales. En términos del ordenamiento ecológico territorial existen cuatro tipos de política: política de aprovechamiento, política de conservación, política de restauración y política de protección

El MOE está compuesto por 55 unidades de gestión ambiental, con la siguiente distribución: 26 UGAS con estatus de aprovechamiento Sustentable, 14 UGAS definidas con estatus de conservación con aprovechamiento, 13 UGAS definidas con estatus de restauración con aprovechamiento y 2 UGAS definidas con estatus de protección.

De acuerdo con la clasificación propuesta del MOE el área del proyecto en cuestión se ubica en la UGA 004, la cual presenta una política de Aprovechamiento sustentable. Tal y como se muestra en la imagen de unidades de gestión ambiental (UGA´s).

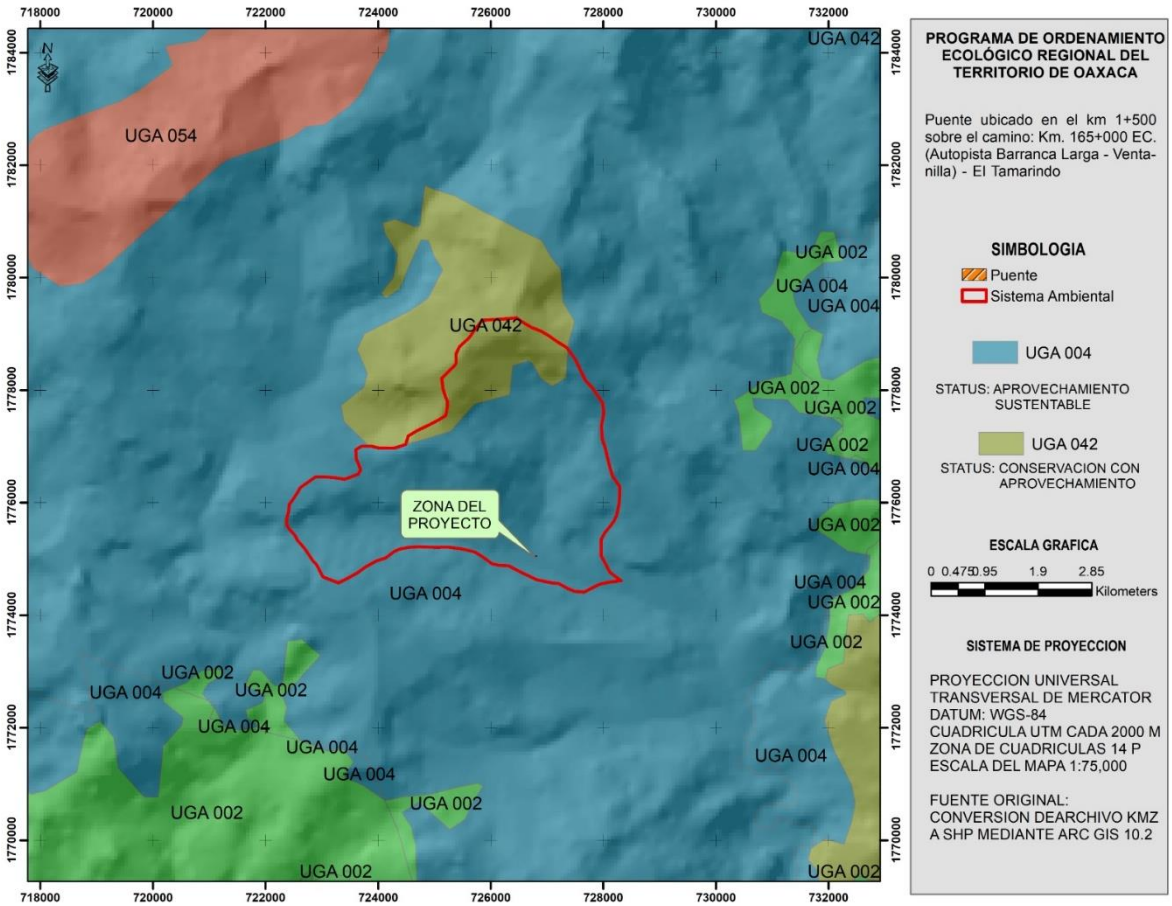


Imagen 23.- Ubicación del proyecto respecto al POERTEO.

De acuerdo con la clasificación propuesta del MOE el área del proyecto en cuestión se ubica en la UGA 004, la cual presenta una política de Aprovechamiento sustentable. Tal y como se muestra en la imagen de unidades de gestión ambiental (UGA´s).

A continuación, se presentan las principales características de la unidad de gestión ambiental en la que incide el proyecto.

Tabla 12.-Características principales de la UGA 004.

UGA	UGA 004
POLÍTICA	Aprovechamiento sustentable
SECTORES RECOMENDADOS	Asentamientos humanos
SUPERFICIE (HA)	2,669,584.86
BIODIVERSIDAD	Alta
NIVEL DE RIESGO	Medio
NIVEL DE PRESIÓN	Bajo

De acuerdo a la Política establecida y de acuerdo al lineamiento del Plan de desarrollo el proyecto de construcción del proyecto va de acorde y en concordancia a los establecidos en la UGA 004

A continuación, se presentan cada uno de los criterios de regulación ecológica aplicables a la UGA 004 y su vinculación del proyecto.

Tabla 13.- Análisis de compatibilidad del proyecto y los criterios de regulación aplicable

No. de CRE	Criterio de Regulación Ecológica (CRE).	Vinculación y compatibilidad con el proyecto.
C-013	Será indispensable la preservación de las zonas riparias, para lo cual se deberán tomar las previsiones necesarias en las autorizaciones de actividades productivas sobre ellas, que sujeten la realización de cualquier actividad a la conservación de estos ecosistemas.	El proyecto cumple con dicho criterio ya que no se tiene considerado afectar este tipo de vegetación, dada que el puente nuevo será construido en el mismo sitio del existente
C-014	Se evitarán las actividades que impliquen la modificación de cauces naturales y/o los flujos de escurrimientos perennes y temporales y aquellos que modifiquen o destruyan las obras hidráulicas de regulación.	El puente nuevo será construido en el mismo sitio del existente, a fin de evitar la modificación del cauce,
C-015	Mantener y conservar la vegetación riparia existente en los márgenes de los ríos y cañadas en una franja no menor de 50 m	El proyecto cumple con dicho criterio, ya que no se afectará vegetación de este tipo ya que no existe en la superficie del proyecto ni en una franja menor de 50 m, los usos del suelo aledaños al puente son agrícolas
C-016	Toda actividad que se ejecute sobre las costas deberá mantener la estructura y función de las dunas presentes.	El proyecto no se encuentra dentro de dunas, por lo que no existen dunas que se puedan afectar.
C-017	Las autoridades en materia de medio ambiente y ecología tanto estatales como municipales deberán desarrollar instrumentos legales y educativos que se orienten a desterrar la práctica de la quema doméstica y en depósitos de residuos sólidos.	No es aplicable, ya que este criterio está enfocada a autoridades, sin embargo, se precisa que en ningún momento se practicara la quema doméstica de residuos
C-029	Se evitará la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos	Los materiales derivados de la excavación serán retirados de manera inmediata del sitio del

No. de CRE	Criterio de Regulación Ecológica (CRE).	Vinculación y compatibilidad con el proyecto.
	sobre áreas con vegetación nativa, ríos, lagunas, zonas inundables, cabeceras de cuenca y en zonas donde se afecte la dinámica hidrológica.	proyecto, por lo que es compatible con dicho criterio
C-033	Toda obra de infraestructura en zonas con riesgo de inundación deberá diseñarse de forma que no altere los flujos hidrológicos, conservando en la medida de lo posible la vegetación natural.	De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgos, , este presenta un índice por peligro de inundación BAJO, por lo tanto, se considera que se apega a dicho criterio ya que no se requiere de modificar ningún flujo hidrológico
C-034	Los apiarios deberán ubicarse a una distancia no menor a tres kilómetros de posibles fuentes de contaminación como basureros a cielo abierto, centros industriales, entre otros.	No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto los apiarios.
C-035	No se recomienda utilizar repelentes químicos para el manejo de abejas, insecticidas, así como productos químicos y/o derivados del petróleo para el control de plagas en apiarios.	No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto la actividad apícola.
C-036	En la utilización de ahumadores estos deberán usar como combustible productos orgánicos no contaminados por productos químicos, evitándose la utilización de hidrocarburos, plásticos y/o excretas de animales que pueden contaminar y/o alterar la miel	No es aplicable, ya que no es la naturaleza del proyecto la actividad apícola.
C-039	La autoridad competente deberá regular la explotación de encinos y otros productos maderables para la producción de carbón vegetal.	No es aplicable, ya que no se realizar la explotación de encinos u otros productos maderables.
C-045	Se recomienda que el establecimiento de industrias que manejen desechos peligrosos sea a una distancia mínima de 5 km de desarrollos habitacionales o centros de población	No es aplicable, debido a que el proyecto no corresponde a una industria que se dedique al manejo de desechos peligrosos.
C-046	En caso de contaminación de suelos por residuos no peligrosos, las industrias responsables deberán implementar programas de restauración y recuperación de los suelos contaminados	En las distintas etapas del proyecto, se contempla la implementación de medidas dirigidas a la conservación y protección del suelo.
C-047	Se deberán prevenir y en su caso reparar los efectos negativos causados por la instalación de generadores eólicos sobre la vida silvestre y su entorno.	No es aplicable, ya que no se trata de un proyecto eólico.
C-048	Sólo se deberán otorgar permiso para el uso de explosivos en la actividad minera en áreas con política de aprovechamiento.	El proyecto no requiere de la utilización de explosivos.
C-049	Se permite el aprovechamiento de materiales pétreos en cauces de ríos y arroyos cuando la extracción coadyuve a la	No es aplicable para el proyecto.

No. de CRE	Criterio de Regulación Ecológica (CRE).	Vinculación y compatibilidad con el proyecto.
	rectificación del cauce o no afecte el cauce natural del mismo.	

Vínculo con el proyecto

El proyecto se ubica en la UGA 004 con una Política de aprovechamiento sustentable con un uso recomendado Asentamientos humanos, el desarrollo del proyecto no contraviene en lo establecido en los criterios ecológicos de la UGA 004, dado que se trata de una sustitución de una estructura para el cruce del Río la cual será en el mismo sitio del proyecto y de acuerdo a las condiciones hidrológicas del Río.

III.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 176 áreas naturales de carácter federal que representan más de 25, 394, 779 hectáreas, las cuales están divididas en 9 regiones en el país.

El proyecto en cuestión no incide dentro de algún área natural protegida.

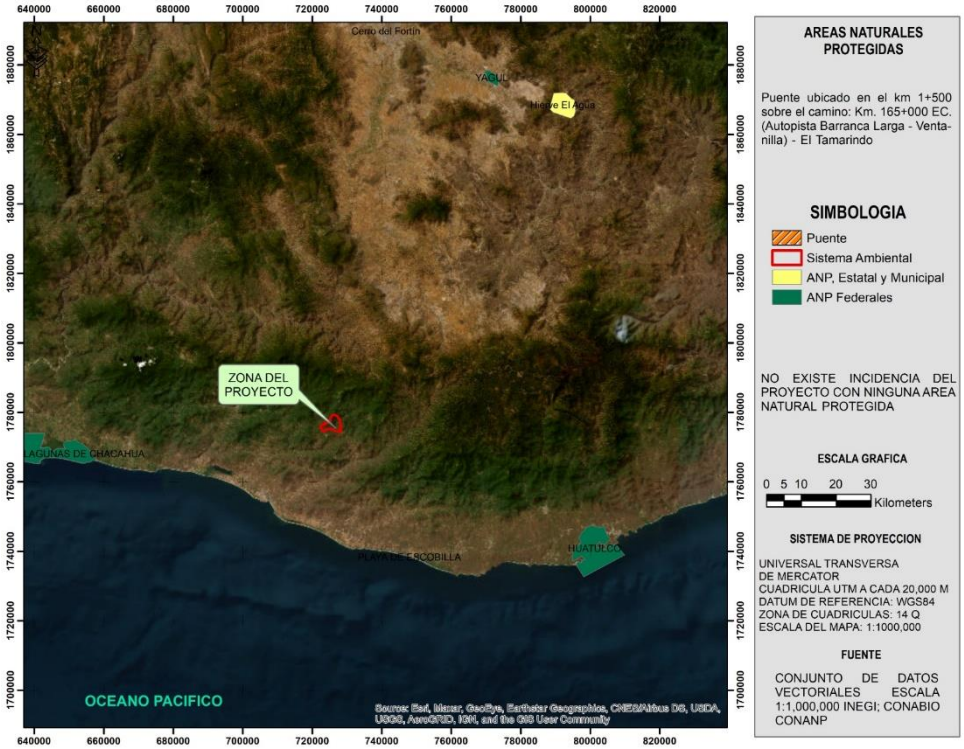


Imagen 24.- Mapa de Áreas Naturales Protegidas

III.3 PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES.

Actualmente no se tiene publicado un plan o programa de desarrollo urbano municipal

III.4 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

A continuación, se muestra un listado de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables a este proyecto en particular, sobre todo en los rubros de descargas de aguas residuales, emisiones a la atmosfera, contaminación por ruido y residuos sólidos, así como la normatividad aplicable hacia la flora y fauna que pudiese ser afectada por los trabajos de construcción de este puente, obra de infraestructura necesaria para el desarrollo de los pueblos de esta zona del estado de Oaxaca.

Tabla 14.- Las Normas Oficiales Mexicanas

NORMAS	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO	ETAPA EN LA QUE APLICARÁ
- **NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.**	Deberá ser cumplida por la empresa contratista, la cual debe tener un registro de las matrículas de los equipos, así como de los vehículos que destine para la construcción del proyecto, en la cual deberá comprobar que los mismos cuentan con mantenimiento periódico.	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto
- **NOM-044- SEMARNAT -2017, Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizan para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto mayor de 3,857 kilogramos.**	Deberá ser cumplida por la empresa contratista, la cual debe tener un registro de las matrículas de los equipos, así como de los vehículos que destine para la construcción del proyecto, en la cual deberá comprobar que los mismos cuentan con mantenimiento periódico.	Esta norma será aplicable en las etapas de preparación del sitio y en la construcción,
- **NOM-045- SEMARNAT -2017, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.**	Para evitar rebasar los criterios que establece la misma, deberá aplicarse mantenimiento a los vehículos que utilicen diésel, se establecerá programa de vigilancia para garantizar su cumplimiento y poder aplicar medidas correctoras.	Esta norma será aplicable durante la construcción del proyecto
- **NOM - 052- SEMARNAT -2005, que establece las características de los residuos peligrosos y el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.**	Se establecerá un programa de manejo integral de residuos, en que se incluirán medidas para la separación de toda clase de residuos y de manera particular se establecerá las instalaciones necesarias para almacenar residuos que puedan figurar en los listados de actividades y sustancias peligrosas y se buscará que los mismos no entren en contacto con el ambiente y puedan ser entregados a una empresa autorizada, al respecto se	Aplicable en la etapa de construcción

NORMAS	PROPUESTA DE CUMPLIMIENTO	ETAPA EN LA QUE APLICARÁ
	deben demostrar un contrato de servicios con una empresa especializada.	
- NOM-080- SEMARNAT -1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos en circulación y su método de emisión.	Aplicará principalmente en la construcción del proyecto, ya que posteriormente se prevé que el proyecto no supere los 60 dB. Para cumplir con esta norma debe aplicarse vigilancia y monitoreo.	Únicamente en la etapa de construcción del proyecto
- NOM-081- SEMARNAT -1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes y su método de medición.	Para cumplir con esta norma debe aplicarse vigilancia y monitoreo.	Aplicará principalmente en la construcción del proyecto, ya que posteriormente se prevé que el proyecto no supere los 60 dB.

III.5 OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

III.5.1 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Artículo 4°. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Vinculación con el proyecto: el proyecto se hace compatible con dicho artículo dado que se considera que mediante la presentación de la MIA-P se favorece la garantía individual que establece dicho artículo., dado que, el estudio contempla la preservación y protección del medio ambiente en cumplimiento con la normatividad aplicable en materia de Impacto Ambiental.

III 5.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

De acuerdo a la naturaleza y alcances del proyecto, así como las características de los ecosistemas presentes en la región en donde habrá de ejecutarse el proyecto, se enmarca dentro de lo previsto por los siguientes artículos:

Titulo primero: disposiciones Generales

Capítulo I: Normas preliminares

Artículo 5. Son facultades de la Federación:

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.

Capitulo IV: Instrumentos de política ambiental

Sección V: Evaluación de Impacto Ambiental

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos

sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;

X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;

Vinculación con el proyecto: De acuerdo con la ubicación del proyecto, se pretende construir un Puente vehicular sobre el cauce de una corriente de tipo intermitente por lo que esta proyecto implica la construcción de infraestructura necesaria para dicho puente sobre el cauce de dicho río, por lo que la MIA cumple con la evaluación del impacto ambiental de dicho proyecto, apegándose así con la normatividad vigente, además que de acuerdo a la Ley Federal de Caminos, Puentes y autotransportes federal , en particular en el artículo 2, fracción V indica lo siguiente:

V. Puentes: a) Nacionales: Los construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión o permiso federales por particulares, estados o municipios en los caminos federales, o vías generales de comunicación; o para salvar obstáculos topográficos sin conectar con caminos de un país vecino,

En efecto se trata de un Puente nacional que será construido con fondos federal, y está contemplado como una Vía General de comunicación

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. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

Vinculación con el proyecto: al presentar la MIA-P se cumple con lo que se menciona en el artículo, dado que con dicho estudio se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y por lo tanto se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de esta manera el promovente asume su responsabilidad legal con el medio ambiente al presentar el documento ante la SEMARNAT para su evaluación, en términos de la LGEEPA

Título segundo: Biodiversidad

Capítulo III: Flora y Fauna Silvestre

Artículo 79. Para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, se considerarán los siguientes criterios:

III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.

Vinculación con el proyecto: el proyecto se apega a dicha normativa ya que, en lo descrito en los capítulos correspondientes a la flora y fauna del lugar, en el sitio del proyecto no se registraron especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Título Cuarto: Protección al Ambiente

Capítulo III: Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos

ARTÍCULO 121.- No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población**.**

Vinculación con el proyecto: El proyecto se apega correctamente al presente artículo ya que no se generan aguas de tipo residual por la construcción y operación del proyecto.

Capítulo IV: Prevención y Control de la Contaminación del Suelo

Artículo 134.- Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

- *II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos.*
- *III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reúso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes.*

Vinculación con el proyecto: En observancia a esta disposición y en virtud de que el principal riesgo de contaminación del suelo es la generación de residuos sólidos urbanos el estudio propone la gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

III 5.3 REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Capítulo II: De Las Obras O Actividades Que Requieren Autorización En Materia De Impacto Ambiental Y De Las Excepciones

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:

- . 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
- R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, …

Vinculación con el proyecto: De acuerdo a las características del proyecto, el cual considera la construcción de un puente nuevo el cual se ubicará sobre el cauce del río de tipo intermitente, el cual será construido con fondos federales a través del Centro S.C.T-Oaxaca, se considera que forma parte de este supuesto de "Vías General de Comunicación", por lo cual se presenta dicha solicitud, aunado a esto se realizará la construcción de estructuras de soporte sobre el cauce del río (subestructura) .

III.5.4 REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS

El área del proyecto incide en la región terrestre prioritaria, siendo la más cercana la RTP-129 denominada Sierra Sur y Costa de Oaxaca.

El área del proyecto incide en la región terrestre prioritaria, siendo la más cercana la RTP-129 denominada Sierra Sur y Costa de Oaxaca,

Su importancia como RTP se debe a su diversidad de ambientes entre los cuales destacan comunidades de selvas medianas y bosques de coníferas. Existe, además, una gran diversidad de encinos, así como una alta concentración de vertebrados endémicos. Incluye diversos tipos de vegetación, pero predomina la de bosques de pino-encino en la parte norte y en la selva mediana caducifolia en la costa al sur. Existen pocas áreas con bosque mesófilo de montaña. Hacia el sureste, en la costa, queda incluida el ANP Bahía de Huatulco

Problemática ambiental: Entre los principales problemas cabe mencionar que en las partes bajas existe alta explosión demográfica y desarrollo turístico; por otra parte, existe cambio de uso del suelo hacia cultivo de café, desarrollo ganadero y forestal; esto ha dado como resultado la fragmentación importante en la parte baja y media de la región. Adicionalmente, existe el proyecto para construir una nueva carretera entre la ciudad de Oaxaca y Huatulco.

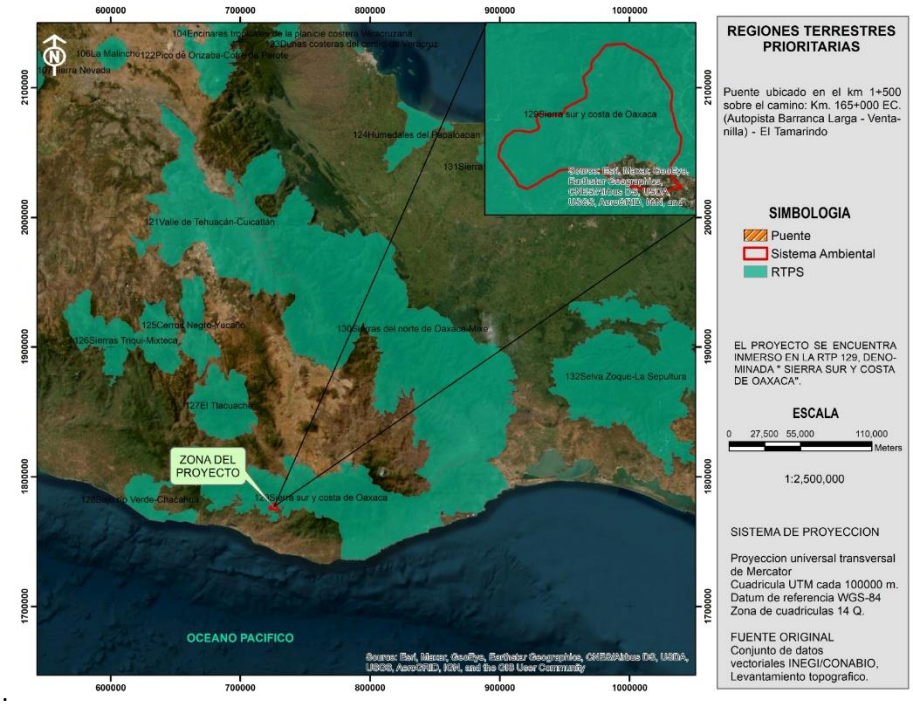


Imagen 25.- Mapa de Regiones Terrestres Prioritarias

III.5.5 REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS

El proyecto se encuentra inmerso en la Región Hidrológica 31-Río Verde Laguna de Chacahua

Características varias: clima templado subhúmedo, cálido subhúmedo y cálido húmedo. Temperatura media anual de 14-28°C. Precipitación de 700-2500 mm y evaporación del 95-100%.

Principales poblados: gran cantidad de pequeños poblados circundantes a la Cd. de Oaxaca, Puerto Escondido, Santiago Jamiltepec

Actividad económica principal: agricultura, minería, ganadería y turismo

Indicadores de calidad de agua: ND

Problemática:

Modificación del entorno: sobreexplotación de afluentes; tala y desforestación; represas en los ríos y falta de agua dulce; laguna de Chacahua muy alterada. Apertura de la boca para recambio hídrico y entrada de fauna marina.

Contaminación: en Chacahua por alta DBO y tasa alta de sedimentación de partículas debido a la erosión de suelos.

Uso de recursos: sobreexplotación en pesca y pastoreo. Hay actividades inadecuadas como el uso de explosivos, de venenos, recolección de especies exóticas y pesca ilegal. Especies introducidas de tilapia. Existe una negativa por parte de la CNA para restituir el agua a la laguna, a pesar de ya estar construidos los canales para este fin; la boca de la laguna ha sido bloqueada. Uso de suelo agrícola y ganadero.

Conservación: se necesita una determinación del gasto ecológico mínimo para las lagunas costeras; restricción de actividades agrícolas; planeación y manejo racional de la pesca en lagunas costeras; obras de infraestructura para el saneamiento de las lagunas costeras. La laguna de Chacahua es considerada Parque Nacional desde 1937.

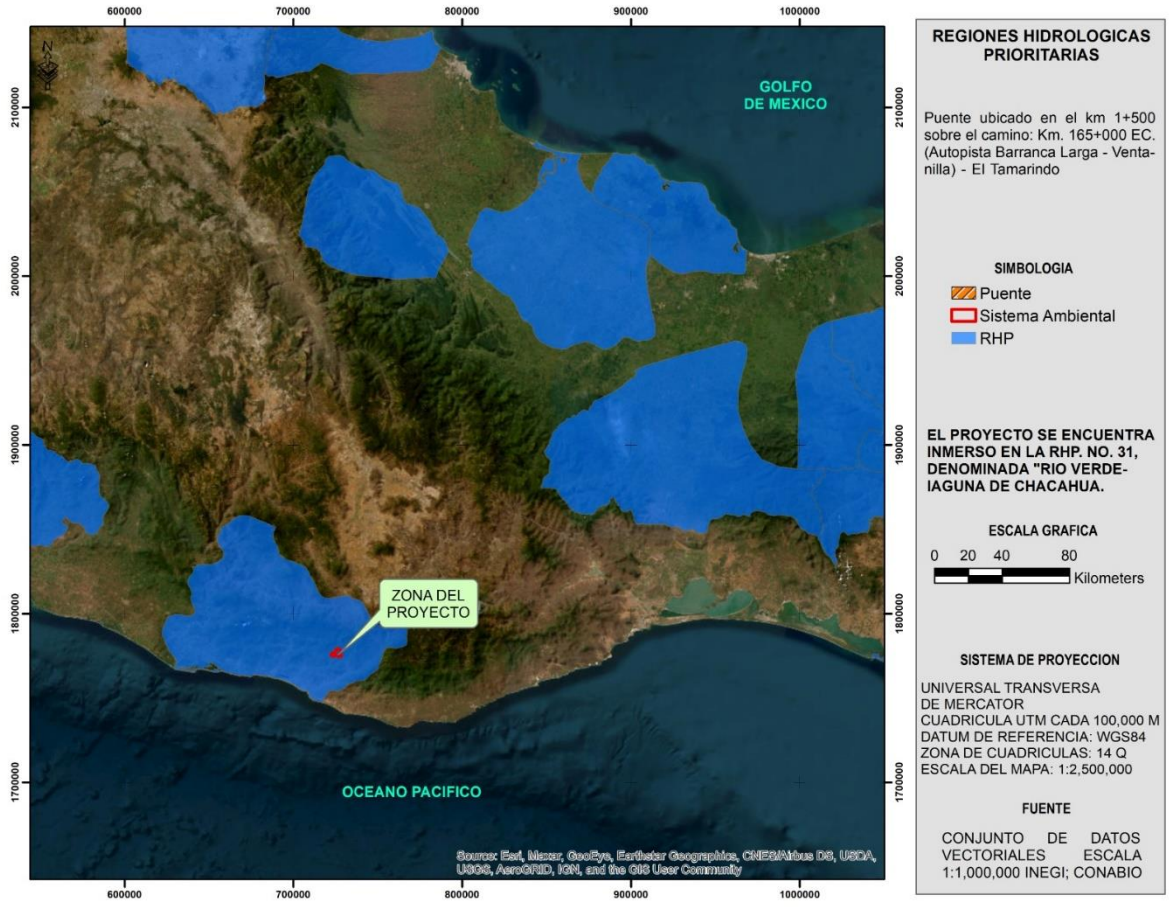


Imagen 26.- Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarias

Vinculación con el proyecto

El proyecto no hace uso del recurso hídrico, no se realizará la afectación al cauce por lo que el impacto a este recurso es mínimo, dado que el desplante del puente se realizara en las márgenes del rio en la zona federal del mismo, por lo que no se realizaran modificaciones y/o alteraciones al cauce que puedan repercutir aguas abajo, esto aunado con la propuesta de reforestación, lo hacen compatible con el proyecto

III.5.6 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA´S)

Las AICAS son áreas excepcionalmente importantes para la conservación de las aves. Tienen la finalidad de proteger diversas especies al mismo tiempo. La delimitación de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) se basó en la experiencia de alrededor de 40 especialistas, que propusieron de manera definitiva 218 áreas a nivel nacional.

El área del proyecto no incide en algún AICA

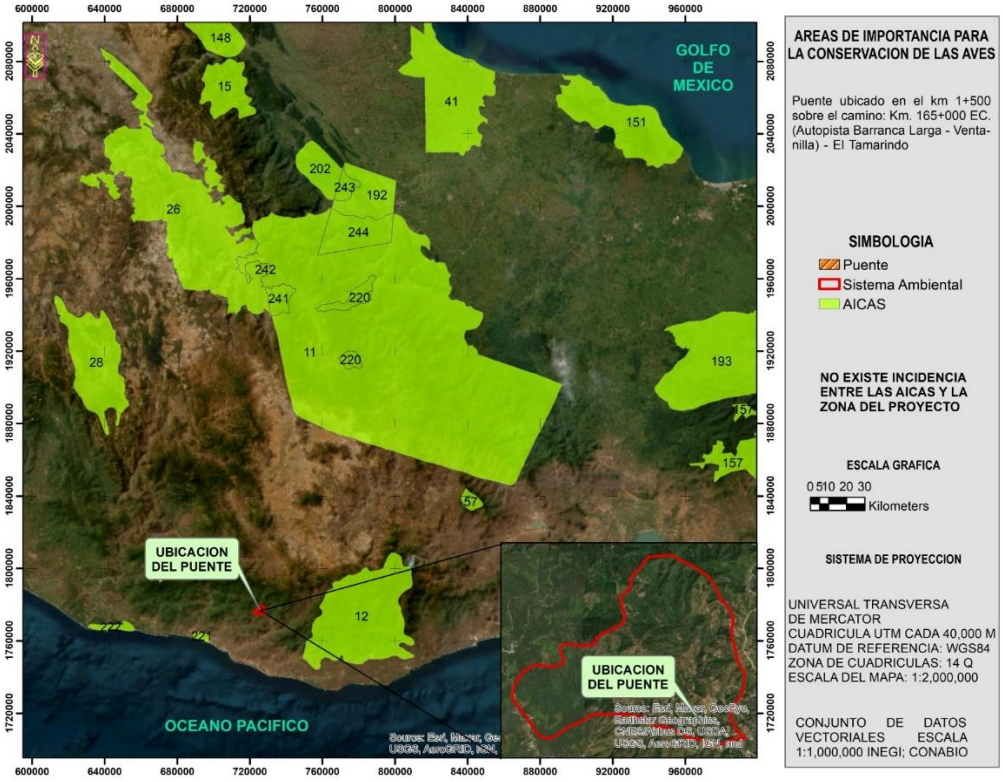


Imagen 27.- Mapa de AICAS con respecto al SA-proyecto.

III.5.7 CONVENIO RAMSAR

Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas. Actualmente nuestro país cuenta con 142 Sitios Ramsar con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas. Estos incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

La superficie correspondiente al proyecto NO incide en algún sitio RAMSAR.

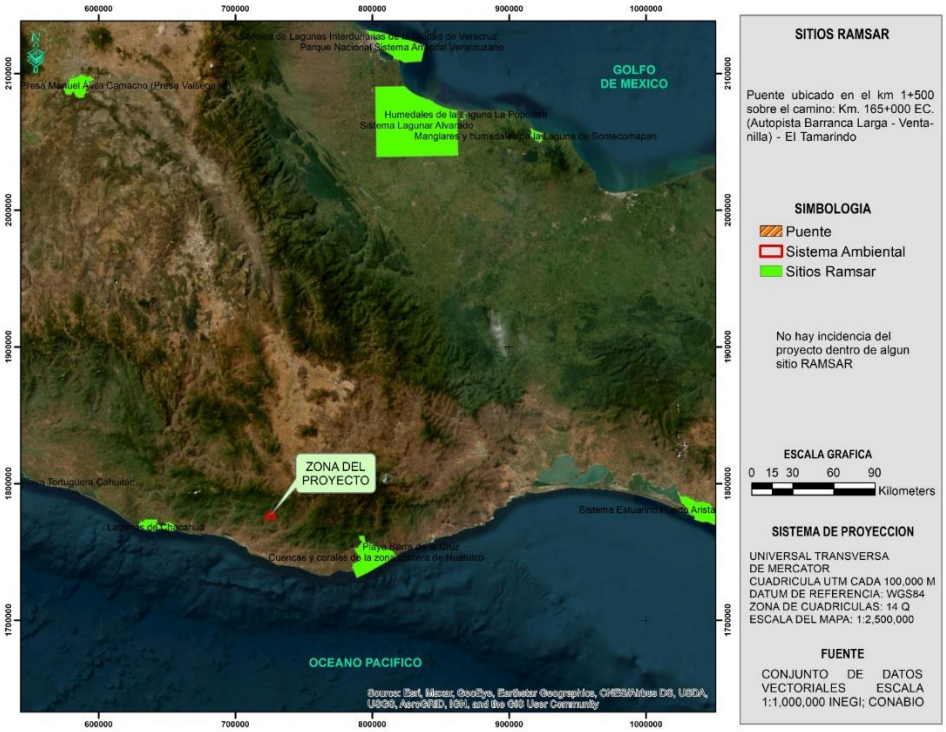


Imagen 28.- Mapa de sitios RAMSAR con respecto al SA-proyecto.

III.5.8 PROGRAMA SECTORIAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT),

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) fue derivado del Plan Nacional de Desarrollo, dentro de sus objetivos está el de Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano; y algunas de sus estrategias son Gestionar de manera eficaz, eficiente, transparente y participativa medidas de prevención, inspección, remediación y reparación del daño para prevenir y controlar la contaminación y la degradación., en tanto que entre las líneas de acción está la de Impulsar una gestión integral del desempeño ambiental y de monitoreo y evaluación con información de calidad, suficiente, constante y transparente para prevenir la contaminación y evitar la degradación ambiental.

Vinculación con el proyecto

Para el desarrollo del proyecto se plantean una serie de medidas de prevención, mitigación y compensación del impacto ambiental por las actividades de la construcción del puente, con lo que se aporta a la gestión integral del desempeño ambiental, se previene la contaminación y se evita la degradación ambiental coadyuvando al pleno ejercicio de Un ambiente sano

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGION

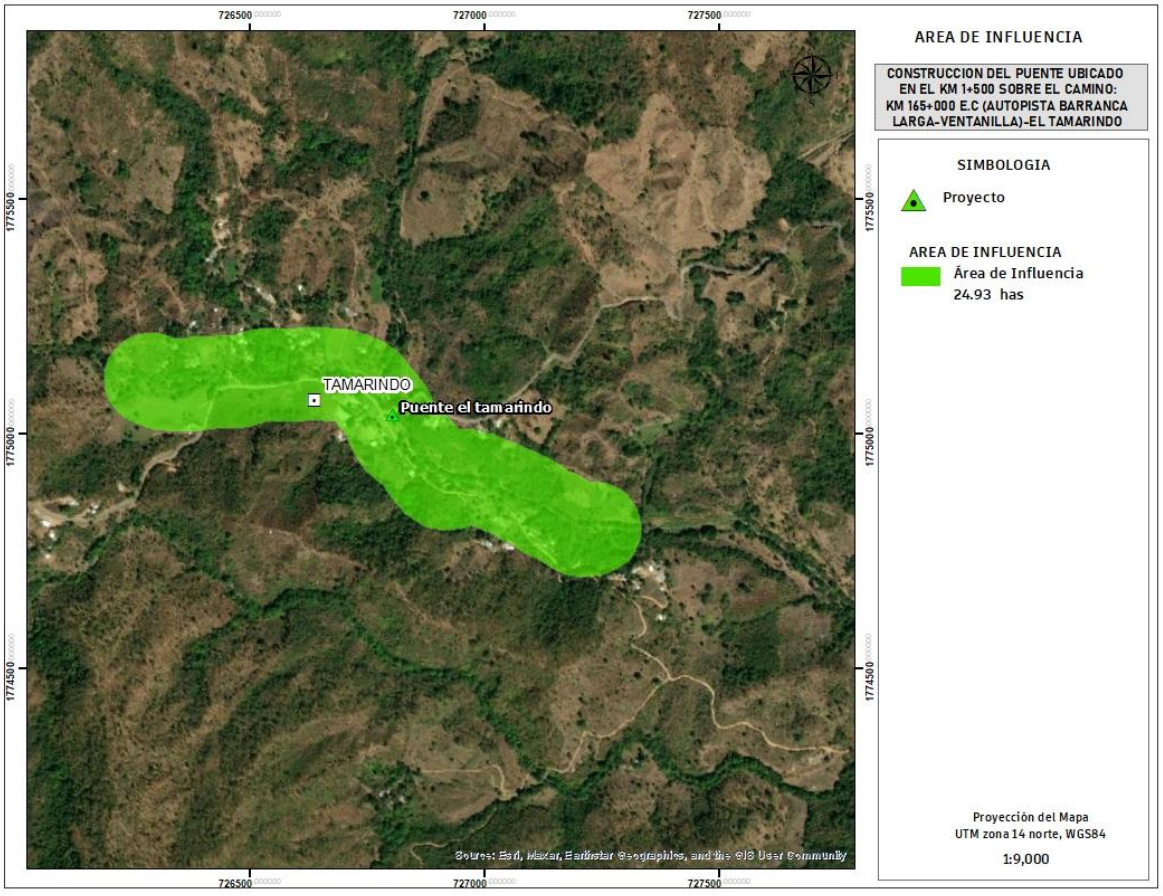
IV.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de acuerdo a la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector Vías Generales de Comunicación, Modalidad: particular se define por:

"Los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto, Pag 31 . Sección IV.1. Delimitación del área de influencia . Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías Generales de Comunicación Modalidad: particular. (SEMARNAT https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones.pdf)

En este sentido y considerando que se trata de un proyecto de Puente Vehicular que tiene como fin dar paso sobre una corriente hidrológica de tipo intermitente sin afectar las condiciones hídricas del "Río" en donde se ubica el proyecto se determinó que el área de influencia está determinada por un buffer de distancia 500 metros aguas abajo y 500 metros aguas arriba, con un ancho de 100 metros a cada lado del rio para determinar el área de influencia del puente, por lo que se determinó un área de 24.93 tal como se muestra en el mapa, dicha área considera a la zona urbana de la localidad de El Tamarindo

Imagen 29. Área de Influencia del proyecto



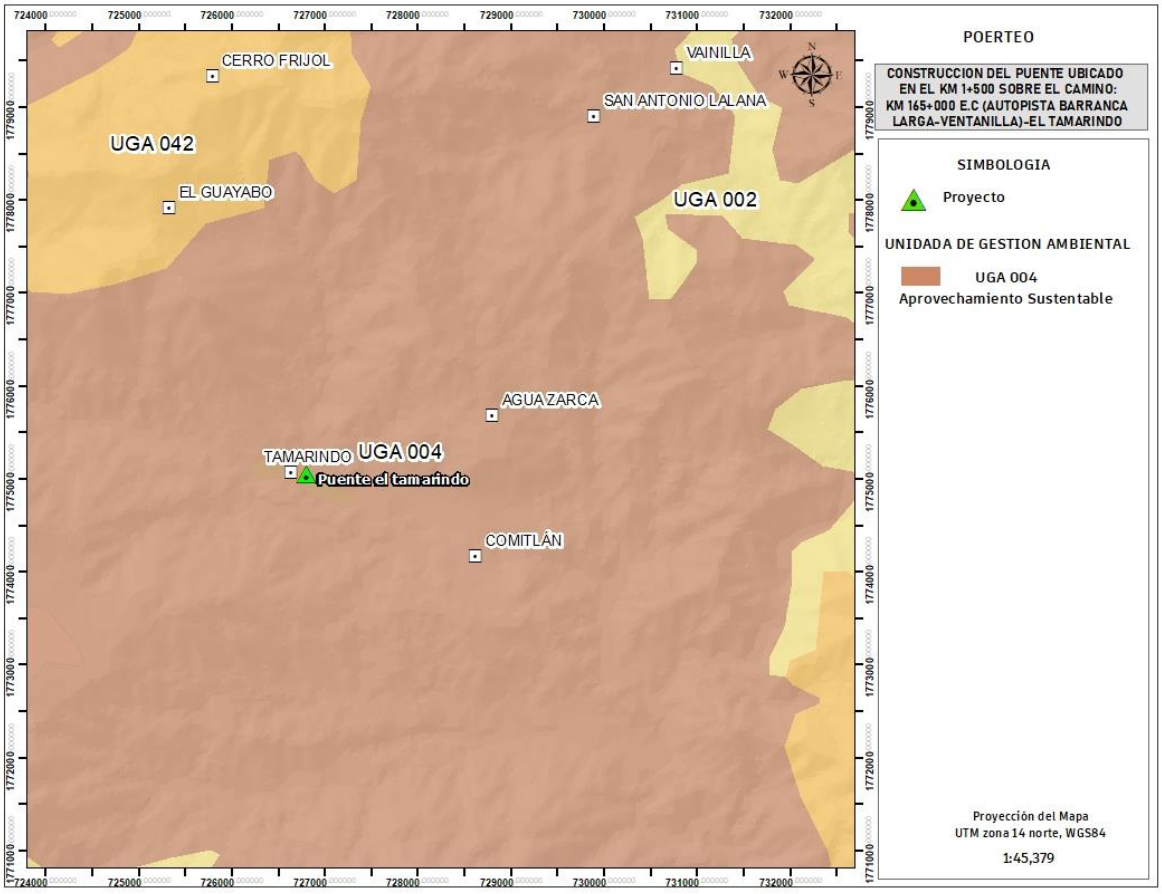
IV.1.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

Para la delimitación del sistema ambiental se empleó la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del Sector Vías Generales de Comunicación. Modalidad Particular, en donde indica lo siguiente

> Para el caso de obras y actividades en zona terrestre se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio), la zonificación de usos de suelo cuando existe un plan o programa de desarrollo urbano o la zonificación establecida en un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros. Pag 31 . Sección IV.2. Delimitación del Sistema Ambiental. Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector vías Generales de Comunicación Modalidad: particular. (SEMARNAT https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120999/Gu_a_MIA_Particular_Comunicaciones .pdf)

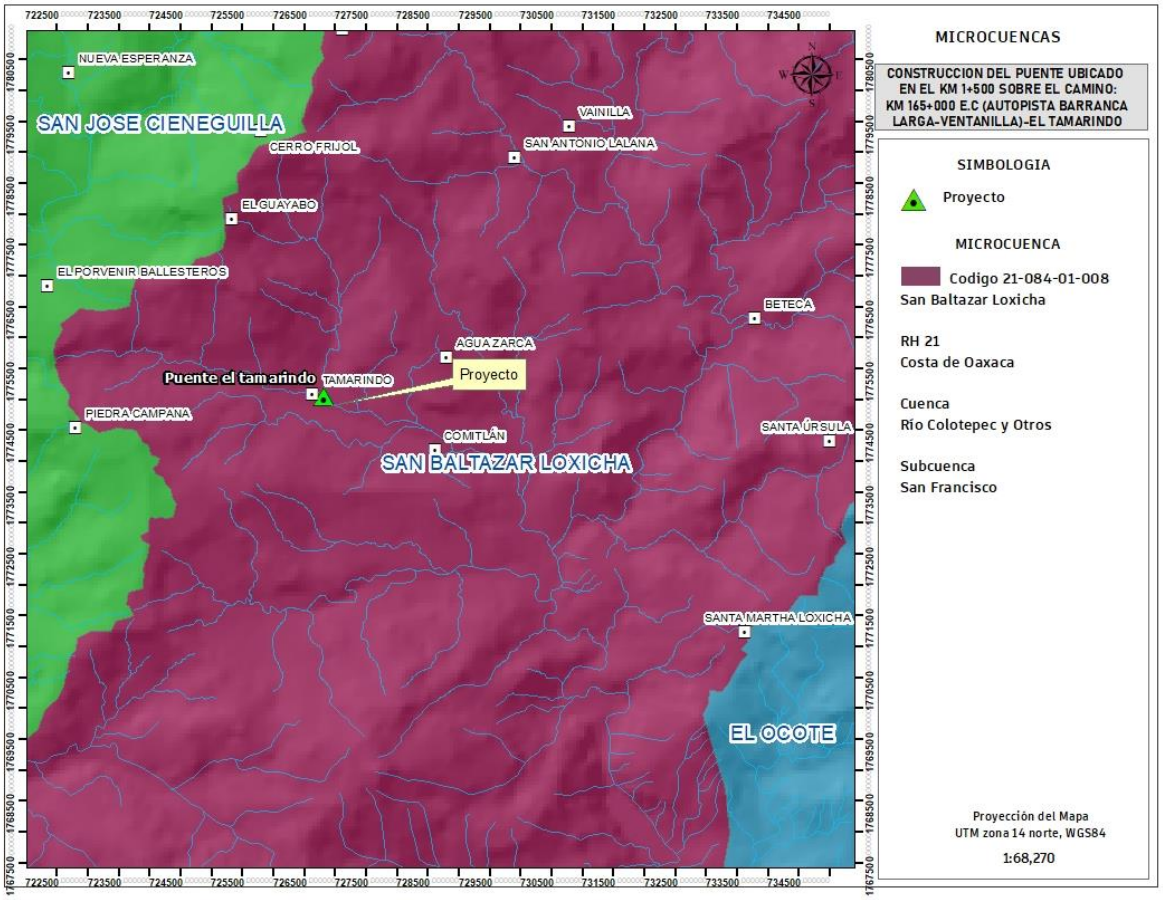
Se determinó en primer lugar considerar la Unidad de Gestión ambiental donde incide el proyecto de acuerdo al Programa de ordenamientos Ecológico Regional del Territorio de Oaxaca como el primer parámetro de delimitación del Sistema Ambiental, es decir la UGA 004 con una política de aprovechamiento sustentable, sin embargo la superficie que ocupa esta UGA con respecto a la del proyecto es demasiada extensa para el análisis de un proyecto puntual por lo que se determinó emplear el parámetro de microcuenca , mediante las formas del terreno y red de drenaje a fin de delimitar una unidad ambiental.

Imagen 30. Localización del proyecto respecto a las UGAS del POERTEO



La forma del terreno, define los patrones de drenaje que en conjunto con la morfología del terreno brindan los elementos técnicos para la delimitación de la microcuenca como el sistema ambiental, lo cual va de acorde al proyecto dado que se proyecta construir un puente sobre una corriente de tipo intermitente, en este sentido se realizó la sobreposición de capas temáticas del proyecto con la de microcuencas de acuerdo a la información contenida en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA) resultado de esto se tiene que el proyecto se localiza en la microcuenca nombrada "San Baltazar Loxicha", sin embargo se aprecia que al extensión territorial de dicha microcuenca es muy extensa con relación al tipo de proyecto, el cual es de tipo puntual, por lo que se determinó delimitar una microcuenca con menores dimensiones que considere únicamente la corriente hidrológica en donde se localizará el puente

Imagen 31.-. Microcuencas en el área del proyecto



La cuenca hidrológica es la unidad básica de planeación y manejo de recursos naturales, a es un concepto utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar, Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas. http://centro.paot.org.mx/documentos/semarnat/cuenca_hidrografica.pdf

Cabe destacar que en la cuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores). Por

ello, la planificación del uso y manejo de los distintos recursos en la cuenca debe considerar todas estas interacciones http://www.fao.org/climatechange/30329-07fbead2365b50c707fe5ed283868f23d.pdf

El sistema de la cuenca hidrológica, a su vez está integrado por los subsistemas siguientes:

- Biológico, que integran esencialmente la flora y la fauna, y los elementos cultivados por el hombre.
- Físico, integrado por el suelo, subsuelo, geología, recursos hídricos y clima (temperatura, radiación, evaporación entre otros).
- Económico, integrado por todas las actividades productivas que realiza el hombre, en agricultura, recursos naturales, ganadería, industria, servicios (caminos, carreteras, energía, asentamientos y ciudades).
- Social, integrado por los elementos demográficos, institucionales, tenencia de la tierra, salud, educación, vivienda, culturales, organizacionales, políticos, y legal.

Los elementos que integran los subsistemas variarán de acuerdo al medio en el que se ubique la cuenca y al nivel de intervención del factor humano.

- Una cuenca hidrológica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice
- Criterio 1 Altitud: Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo, de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes. Generalmente este criterio de la altura, se relaciona con el clima y puede ser una forma de establecer las partes de una cuenca.
- Criterio 2 Topografía: Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.

Por lo que de acuerdo a lo anterior se determinó empelar el criterio de topografía para delimitar el Sistema Ambiental, ´para lo cual se empleó un software de Sistema de Información Geográfica que permite el manejo de capas de datos

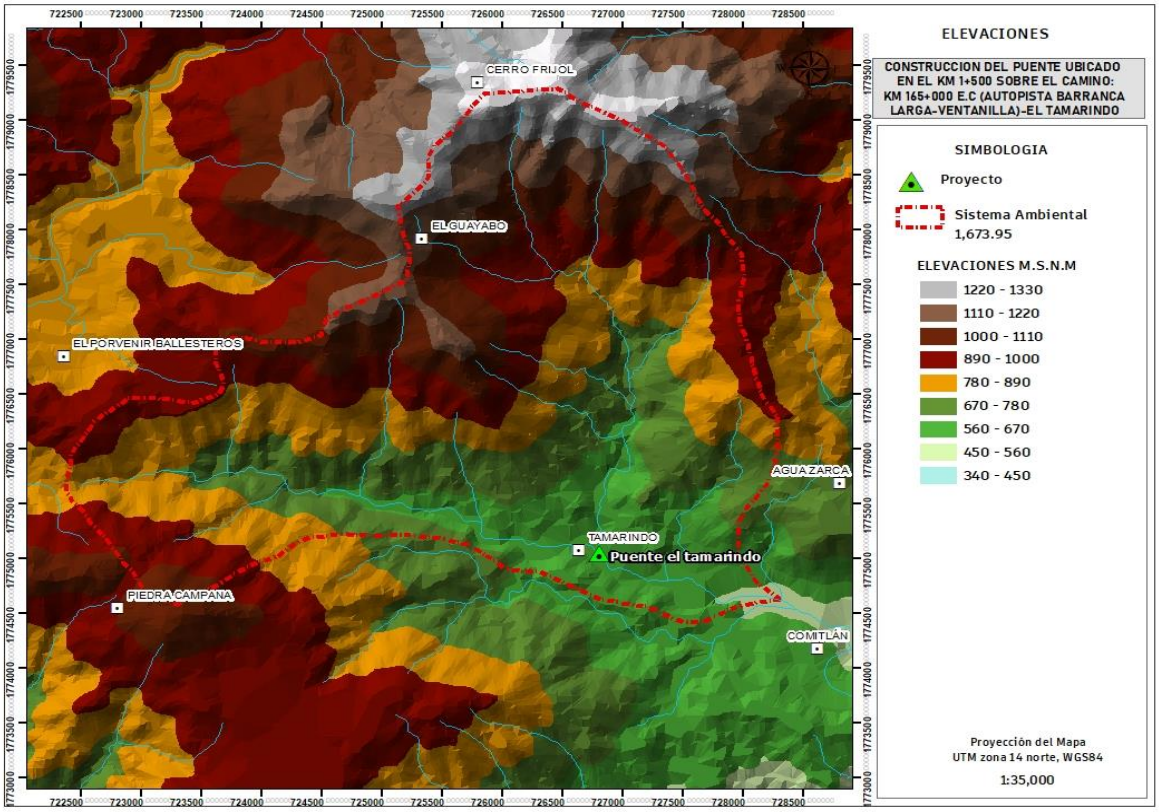
En este sentido y con el fin de conocer la morfología del terreno que la vez tiene una relación directa con la formación de los patrones de drenaje mediante la utilización de un sistema de información geográfica (ArcGIS) se empleó la capa de curvas de nivel de cota cada 20mt, este archivo tipo *.shp se obtuvo de los datos vectoriales de ambas cartas de INEGI, escala 1:50,000 www.inegi.gob.mx a dicha capa se le sobrepuso la capa de ubicación del eje del proyecto, la separación entre las curvas del nivel en el sitio nos indican que es un terreno bastante heterogéneo en cuanto la forma del relieve, ubicado en una zona montañosa, así también se sobrepuso la capa de hidrología la cual permite identificar la corriente hidrológica sobre la cual se ubicara el puente, así como su corrientes tributarias

A partir de las curvas de nivel arriba mencionadas se creó un TIN, el cual visualmente nos permite ubicar el sitio del proyecto en relación a la morfología del terreno por lo que en análisis visual se deduce que el sitio del proyecto se ubica en una zona de serranía.

Con la información generada y tomando como base el parteaguas de la corriente hidrológica de tipo intermitente en donde se localizará le puente se procedió a delimitar la microcuenca del río donde se localiza el proyecto, tomando en consideración el patrón de drenaje

El resultado es un Sistema Ambiental , con una superficie de 1,673.95 has, con base al criterio técnico de delimitación de cuencas con criterio de morfología del terreno, por lo que, de acuerdo al concepto de sistema ambiental, la poligonal resultante se ubica en una unidad homogénea de acuerdo al criterio de cuencas,

Imagen32.- Sistema ambiental con relieve del terreno



Es importante señalar que el sistema ambiental delimitado para el proyecto considera la delimitación de la microcuenca de San Baltazar Loxicha sobre todo en la parte nor-oeste, Oeste y sur-oeste del sistema, por lo que se considera que dicha delimitación del sistema Ambiental es una unida homogénea respecto al parámetro de cuenca hidrológica

Imagen 33. Sistema ambiental con relación a las microcuencas del SIGEIA

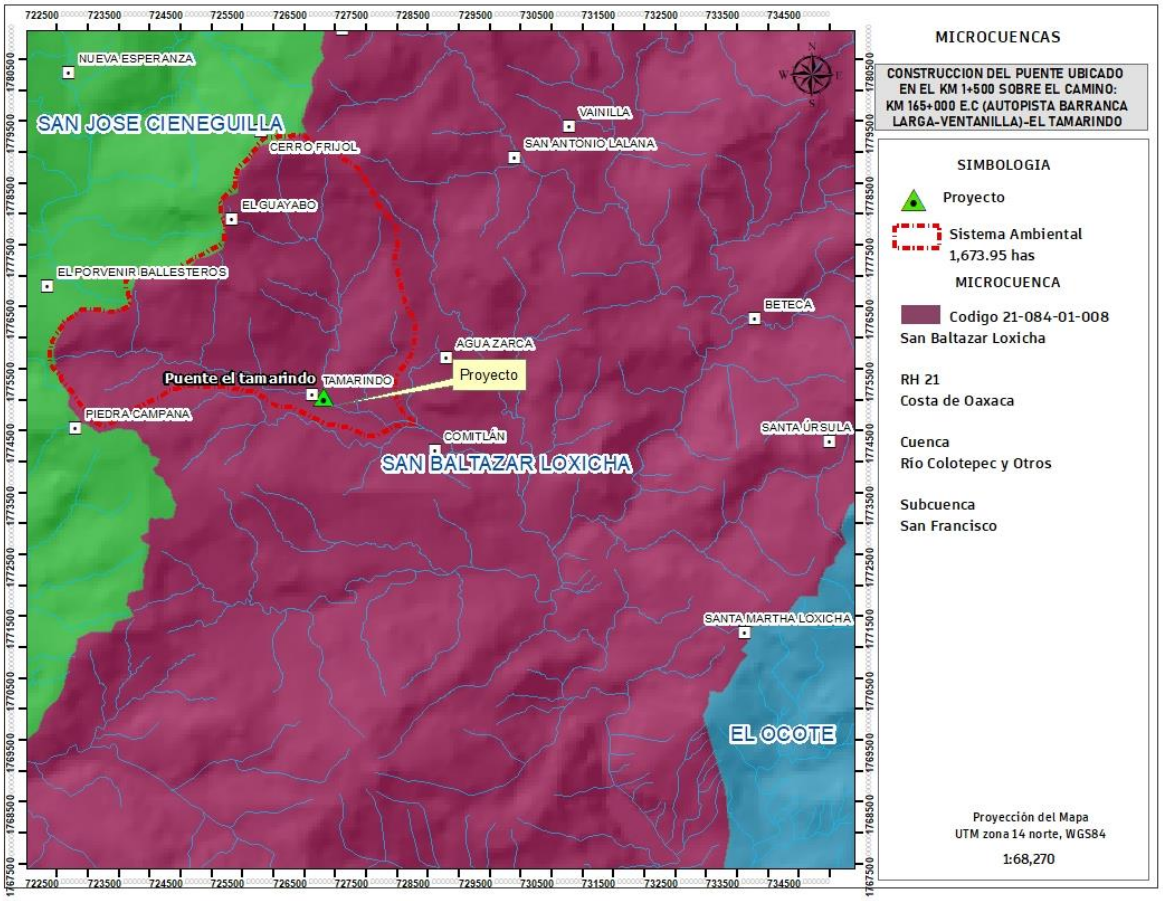
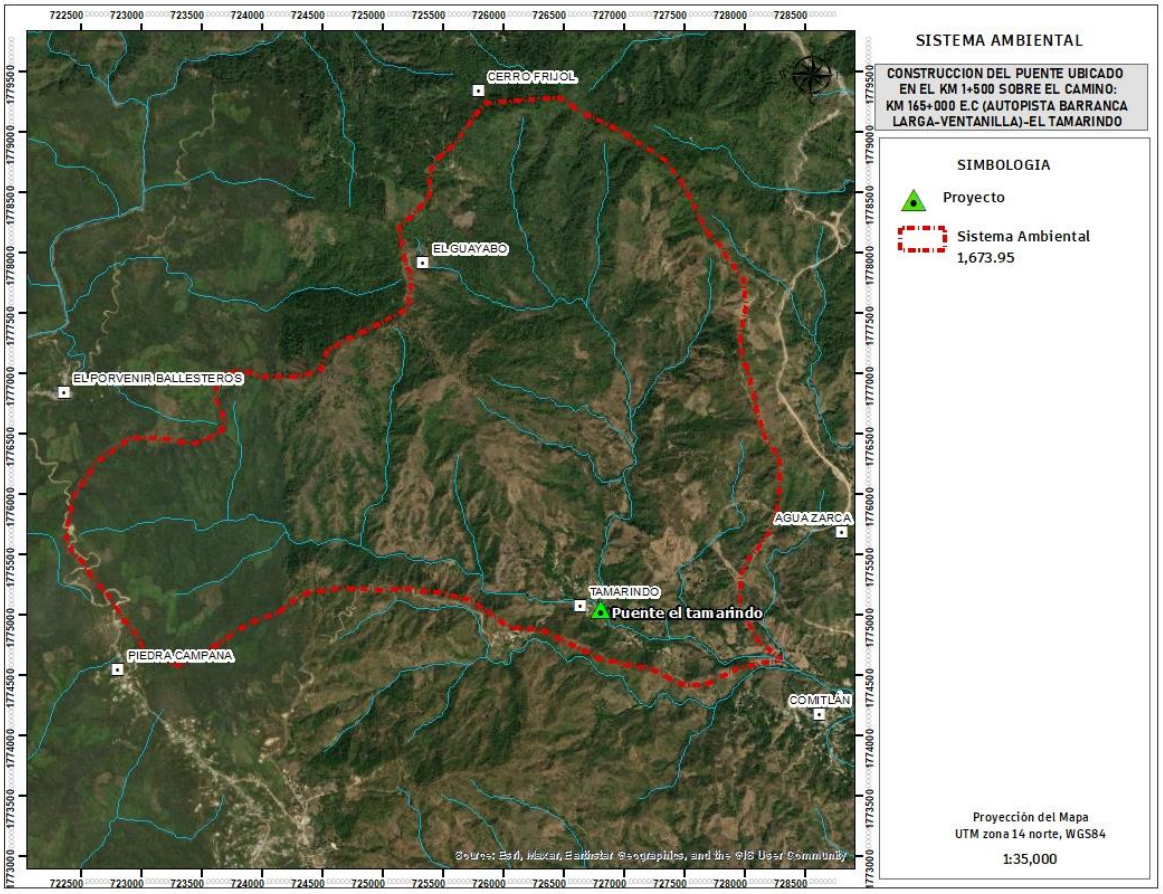


Imagen 34.- sistema ambiental en imagen de Google earth



IV. 2 CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

La descripción del sistema ambiental permite tener un panorama objetivo de los elementos ambientales presentes en el sitio del proyecto con la única finalidad de aportar elementos para el diagnóstico y pronósticos del comportamiento ambiental por el desarrollo del proyecto considerando las tendencias ambientales de la región, por lo que en los apartados siguientes se realiza tal descripción.

IV.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS

IV.2.1.1 EDAFOLOGÍA

Los suelos son el producto de la interacción, a través del tiempo, del material geológico, clima, relieve y organismos. En el estado de Oaxaca dominan las topoformas de sierras y lomeríos, que en conjunto constituyen aproximadamente el 80% y, junto con las condiciones climáticas, han tenido influencia en el intemperismo de las rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, para que a partir de la formación de sedimentos se haya dado lugar a la génesis de suelos jóvenes (litosoles, rendzinas y regosoles) en primer lugar, a suelos con desarrollo moderado (feozems, cambisoles, castañozems) en segundo y, en menor extensión, a suelos maduros (acrisoles, luvisoles, nitosoles) La vegetación ha contribuido con la aportación de materia orgánica para la formación suelos como feozems, rendzinas, castañozems y algunas subunidades húmicas de acrisoles y cambisoles.

Por lo anterior se considera que el intemperismo físico ha predominado sobre los procesos químicos y bioquímicos en la formación de los suelos. Algunos procesos formadores han sido la humificación de la materia orgánica para la formación de los horizontes mólicos y húmicos en suelos como los feozems, la formación de arcillas en horizontes superficiales y la posterior migración de ellas hacia horizontes más profundos para la formación del denominado horizonte argílico, como también en algunas áreas muy localizadas donde el estancamiento de agua en el interior del suelo y la acumulación de sales han ocasionado la formación de horizontes gléyicos y sálicos, respectivamente.

Para llevar a cabo la caracterizaron edafológica del SA se tomó como base la información contenida en los datos temáticos escala 1:250,000, por lo tanto, el tipo de suelo presente en el SA del proyecto corresponde a:

Luvisol cromico+ Feozem haplico + Litosol Lc+Hh+I/3/LP

Acrisol humico + Regosol eutrico + Litosol Ah+Re+I/2

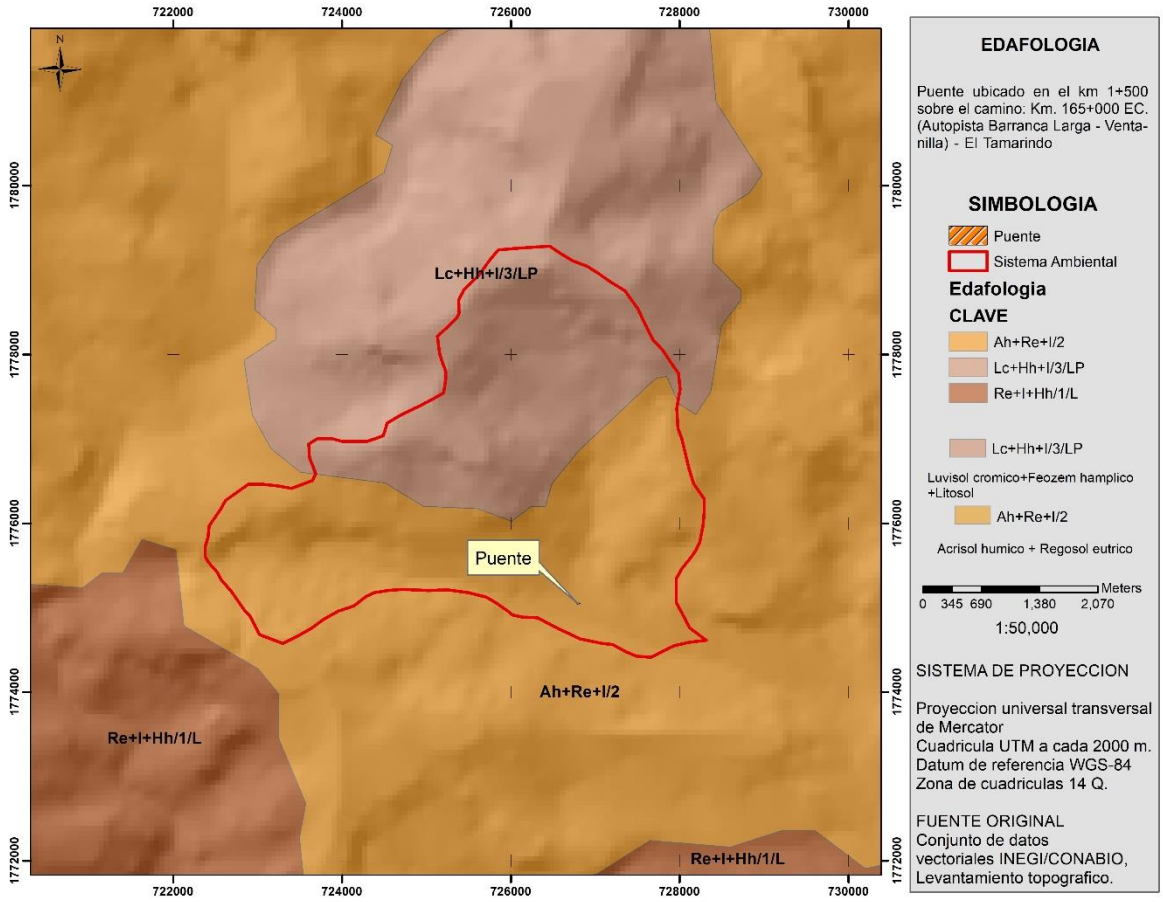


Imagen 35.-Mapa de Edafología

Luvisol crómico

Los luvisoles crómicos presentan un horizonte B argílico de color pardo oscuro o rojo. Comprenden 44.86% de los luvisoles y 47.04% de ellos están limitados por fase pedregosa, 8.41% por fase gravosa y 2.79% por fase lítica, en tanto que 41.76% son suelos profundos sin fase. Es amplia la variación textural en el horizonte A, desde arena migajosa, pasando por franca y migajón arcilloso, hasta arcilla. Los colores que en general muestran son pardos con tonalidades rojizas o amarillentas, o bien rojo o rojo amarillento. En ocasiones la materia orgánica en el suelo le da color negro al horizonte A, pues los contenidos llegan a ser extremadamente ricos, aunque en general son moderados. El pH fluctúa con la profundidad desde fuertemente ácido en la parte superficial a moderadamente alcalino (5.1-8.0) más hacia abajo. La capacidad de intercambio catiónico va de baja a alta (8.5-33.3 meq/100 g), en tanto que la saturación de bases está entre baja y muy alta (28.9-100%); el sodio intercambiable se encuentra en cantidades de muy bajas a muy altas (0.02-0.7 meq/100 g), el potasio de muy bajas a altas (0.09-1.0 meq/100 g), y el calcio y el magnesio de bajas a muy altas.

PERFIL REPRESENTATIVO PARA: LUVISOL CRÓMICO EN

FASE PEDREGOSA

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Sierras Orientales

Sistema de topoformas: Valle de laderas tendidas

Horizonte A1

Profundidad 0-18 cm. Color pardo muy oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcilloso. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño medio y desarrollo moderado. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.

Horizonte B21t

Profundidad 18-35 cm. Color gris rojizo oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arcilloso. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño grueso y desarrollo fuerte. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte B22t

Profundidad 35-83 cm. Color gris rojizo oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de arcilla. Estructura en forma de bloques angulares de tamaño grueso y desarrollo fuerte. Drenaje interno: lento. Denominación del horizonte: Argílico.

Horizonte	A1	B21t	B22t
Profundidad (cm)	0-18	18-35	35-83
Textura:			
% de arcilla	34	38	44
% de limo	32	28	28
% de arena	34	34	28
Clasificación textural	Mr	Mr	R
Color en húmedo	10YR 2/2	5YR 4/2	5YR 4/2
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	<2.0	<2.0	<2.0
pH en agua relación 1:1	6.6	6.5	6.5
% de materia orgánica	3.1	2.4	1.3
CICT (meq/100 g)	24.0	24.5	23.5
Cationes intercambiables:			
Potasio (meq/100 g)	0.4	0.2	0.2
Calcio (meq/100 g)	10.5	11.9	11.3
Magnesio (meq/100 g)	3.8	3.6	3.5
Sodio (meq/100 g)	0.1	0.1	0.1
% de saturación de bases	>50	>50	>50
% de saturación de sodio	<15	<15	<15
Fósforo (ppm)	5.3	2.2	1.8

Feozem háplico

Los feozems háplicos presentan únicamente las características de la unidad y constituyen el 53.49% de los feozems. Casi las tres cuartas partes presentan limitaciones: 34.14% tienen fase lítica, 24.61% con fase pedregosa y 16.54% con fase gravosa, mientras que los suelos profundos sin limitantes comprenden 24.71%. Las variaciones texturales son muy amplias, desde arena hasta arcilla, pero con predominio de los migajones arenosos. Los colores en el horizonte superficial son pardo grisáceo, gris o a veces negro, y a mayor profundidad pardos con tonos amarillentos o rojizos. El pH fluctúa de fuertemente ácido a muy ligeramente alcalino, tanto en el horizonte A como en el horizonte B. Los porcentajes de materia orgánica están entre moderadamente pobres y extremadamente ricos (1.3-4.7). Como existe una amplia variación en las texturas, esto se refleja en la capacidad de intercambio catiónico que va de baja a muy alta (1.5-37.5 meq/100 g), la saturación de bases de moderada a muy alta (53.5-100%). El sodio intercambiable está en cantidades entre muy bajas y bajas (0.02-0.1 meq/100 g), el potasio de muy bajas a moderadas (0.06.0.7 meq/100 g), el calcio y el magnesio de bajas a muy altas.

PERFIL REPRESENTATIVO PARA: FEOZEM HÁPLICO EN FASE LÍTICA

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Sierras y Valles de Oaxaca

Sistema de topoformas: Lomerío

Horizonte A1

Profundidad 0-29 cm. Color pardo grisáceo muy oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño grueso y desarrollo débil. Drenaje interno moderado. Denominación del horizonte: Mólico.

Horizonte C1

Profundidad 29-47 cm. Color pardo amarillento en húmedo. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado.

Horizonte	A1	C1
Profundidad (cm)	0-29	29-47
Textura:		
% de arcilla	10	10
% de limo	16	24
% de arena	74	66
Clasificación textural	Ma	Ma
Color en húmedo	10YR 3/2	10YR 5/6
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	<2.0	<2.0
pH en agua relación 1:1	5.5	6.6
% de materia orgánica	1.9	0.4
CICT (meq/100 g)	12.5	10.0
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.30	0.10
Calcio (meq/100 g)	6.3	5.9
Magnesio (meq/100 g)	1.10	0.70
Sodio (meq/100 g)	0.05	0.04
% de saturación de bases	62.0	67.4
% de saturación de sodio	<15	<15
Fósforo (ppm)	3.5	3.0

Litosol

Son suelos menores de 10 cm de profundidad que están limita-dos por un estrato duro, continuo y coherente. La delgada capa superficial es, por definición, un horizonte A ócrico.

Ocupan 20.04% de la superficie estatal, principalmente en topoformas de sierras de la porción noroeste y

suroeste del estado.

Tienen variaciones de texturas gruesas (arena migajosa), medias (migajón arenoso, franca, migajón arcilloso) hasta finas (arcilla), por lo cual el drenaje interno varía de rápido a lento. Los colores que muestran son pardo oscuro, pardo grisáceo oscuro y negro, y los contenidos de materia orgánica van de moderados a extremadamente ricos (2.0-10.3%). La capacidad de intercambio catiónico está entre baja y muy alta y el pH fluctúa de ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6.1-7.4). El complejo de intercambio se encuentra saturado con cantidades muy bajas de sodio (0.1 meq/100 g), bajas de potasio (0.2-0-4 meq/100 g), moderadas a muy altas de calcio (5.6-30.0 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.5-2.8 meq/100 g).

PERFIL REPRESENTATIVO PARA: LITOSOL

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Mixteca Alta

Sistema de topoformas: Lomerío con cañadas

Horizonte A1

Profundidad 0-9 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Ócrico.

Horizonte	A1
Profundidad (cm)	0-9
Textura:	
% de arcilla	10
% de limo	22
% de arena	68
Clasificación textural	Ma
Color en húmedo	10YR 3/3
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	<2.0
pH en agua relación 1:1	6.6
% de materia orgánica	2.8
CICT (meq/100 g)	8.5
Cationes intercambiables:	
Potasio (meq/100 g)	0.3
Calcio (meq/100 g)	5.6
Magnesio (meq/100 g)	1.4
Sodio (meq/100 g)	0.1
% de saturación de bases	>50
% de saturación de sodio	<15
Fósforo (ppm)	3.0

Acrisol húmico

Los acrisoles húmicos comprenden 50.24% de los acrisoles y se caracterizan por tener 1.5% o más de materia orgánica en la parte superior del horizonte B y/o un contenido de materia orgánica en la fracción fina del suelo de 1.35% a una profundidad de 100 cm, excepto el horizonte 0, si está presente. De estos suelos el 29.15% tienen fase lítica y el 70.85% son suelos profundos sin fase. El horizonte A presenta textura desde migajón arenoso hasta migajón arcilloso, mientras que el horizonte B varía de migajón arcilloso hasta arcilla. El color es gris muy oscuro hasta negro en el horizonte A y pardo a rojo amarillento en el horizonte B. Los contenidos de materia orgánica fluctúan de ricos a extremadamente ricos (4.3-10.3%) y los pH´s de muy fuertemente ácidos a extremadamente ácidos. La capacidad de intercambio catiónico tiene una variación de moderada a alta en la superficie y baja a moderada en los horizontes más profundos. La saturación de bases en general es baja en la superficie y baja a muy baja en los horizontes profundos, con cantidades moderadas a muy bajas de sodio intercambiable (0.5-0.01 meq/100 g), de potasio muy bajas a bajas (0.1-0.5 meq/100 g), bajas a moderadas de cálcico (0.35.6 meq/100 g) y bajas a moderadas de magnesio (0.4-2.2 me/100 g).

PERFIL REPRESENTATIVO PARA: ACRISOL HÚMICO

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Sierras Orientales

Sistema de topoformas: Sierra alta compleja

Horizonte A

Profundidad 0-19 cm. Color pardo oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura franca. Estructura en forma de bloques subangulares de tamaño grueso y desarrollo moderado. Drenaje interno: moderado. Denominación del horizonte: Úmbrico.

Horizonte	A1
Profundidad (cm)	0-19
Textura:	
% de arcilla	22
% de limo	32
% de arena	46
Clasificación textural	C
Color en húmedo	7.5YR 3.5/4
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	<2.0
pH en agua relación 1:1	4.5
% de materia orgánica	5.6
CICT (meq/100 g)	14.3
Cationes intercambiables:	
Potasio (meq/100 g)	0.1
Calcio (meq/100 g)	0.9
Magnesio (meq/100 g)	0.7
Sodio (meq/100 g)	0.4
% de saturación de bases	<50
% de saturación de sodio	<15
Fósforo (ppm)	2.6

Regosol eutrico

Los **regosoles éutricos** comprenden el 91.78% de los regosoles. Presentan las características mencionadas con anterioridad y, además, saturación de bases de moderada a muy alta, por lo que son suelos con fertilidad moderada a alta. De estos suelos 93.46% están limitados por fase lítica, 0.57% por fases gravosa y pedregosa, 1.72% por fases salina y/o sódica y sólo 4.25% son profundos sin ninguna limitante. Las texturas varían desde arena hasta migajón arcillo-arenoso. Los colores son pardos, a veces con tonos amarillentos o grisáceos, o con color gris o amarillo. La variación en el pH va de moderada a ligeramente ácido. Los contenidos de materia orgánica en el horizonte superficial en general son muy pobres, aunque se llegan a encontrar contenidos extremadamente ricos. La capacidad de intercambio catiónico fluctúa de baja a moderada y la saturación de

bases de moderada a muy alta. Las cantidades de sodio intercambiable varían de bajas a muy bajas, las de potasio bajas a muy bajas, las de calcio y de magnesio de muy bajas a moderadas.

PERFIL REPRESENTATIVO PARA: REGOSOL ÉUTRICO EN

FASE LÍTICA

Ubicación fisiográfica:

Provincia: Sierra Madre del Sur

Subprovincia: Cordillera Costera del Sur

Sistema de topoformas: Sierra alta compleja

Horizonte A1

Profundidad 0-14 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Estructura de forma migajosa de tamaño muy fino y desarrollo débil. Drenaje interno: moderado.

Denominación del horizonte: Ócrico.

Horizonte C1

Profundidad 14-33 cm. Color pardo amarillento oscuro en húmedo. Reacción nula al HCl diluido. Textura de migajón arenoso. Drenaje interno: moderado.

Horizonte	A1	C1
Profundidad (cm)	0-14	14-33
Textura:		
% de arcilla	10	8
% de limo	18	16
% de arena	72	76
Clasificación textural	Ma	Ma
Color en húmedo	10YR 4/4	10YR 4/6
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	<2.0	<2.0
pH en agua relación 1:1	6.8	6.7
% de materia orgánica	1.7	0.2
CICT (meq/100 g)	9.0	7.5
Cationes intercambiables:		
Potasio (meq/100 g)	0.23	0.10
Calcio (meq/100 g)	5.0	3.8
Magnesio (meq/100 g)	1.20	0.75
Sodio (meq/100 g)	0.03	0.03
% de saturación de bases	71.8	62.4
% de saturación de sodio	<15	<15
Fósforo (ppm)	36.34	8.46

IV.2.1.2 GEOLOGÍA

El territorio del Estado de Oaxaca, en su Geología es muy compleja debido a las placas tectónicas que son aquellas que forman las montañas, valles, entre otros. Oaxaca se encuentra en la placa continental de Norteamérica la cual se encuentra interactuando con la placa de Cocos. Es por ello que se ha clasificado como una de las más activas.

La actividad sísmica en Oaxaca es intensa debido a los esfuerzos de deformación y ruptura por cizalla, en donde la placa de Cocos es destruida bajo la placa Norteamericana en un proceso geológico de escala terrestre llamado subducción. El terreno de Oaxaca se encuentra afectada por tres sistemas principales de fallas, clasificadas como normales e inversas.

El Sistema Ambiental se localiza en rocas Metamórficas tipo Gneis J(Gn).

El segundo tipo de unidad geológica de mayor superficie dentro de la entidad es J(Gn), la cual forma parte de la franja metamórfica denominada Complejo Xolapa, el cual es un cinturón metamórfico de baja presión y alta temperatura, característico de una zona orogénica circunpacífica, originado como expresión orogénica de la subducción de la placa oceánica bajo el borde de la corteza continental americana. Esta unidad consta de una asociación de gneis, esquisto, granulita, granodiorita gnéisica y meta granito. El gneis tiene textura granoblástica, pertenece a las facies de anfibolita de almandino y esquistos verdes, de la clase química cuarzo feldespático; presenta minerales como cuarzo, oligoclasa, andesina, ortoclasa, biotita, moscovita, almandino, circón, turmalina, esfena, clorita, epidota, arcillas, pirita y hematita. La unidad presenta localmente carácter migmatítico, está afectada por diques aplíticos y de composición intermedia y abundantes vetillas de cuarzo, se encuentra con intemperismo profundo y presenta micropliegues. Se presenta al centro-sur y suroeste del estado, como una franja angosta a lo largo del margen pacífico y se expresa como lomeríos y cerros de relieve discreto

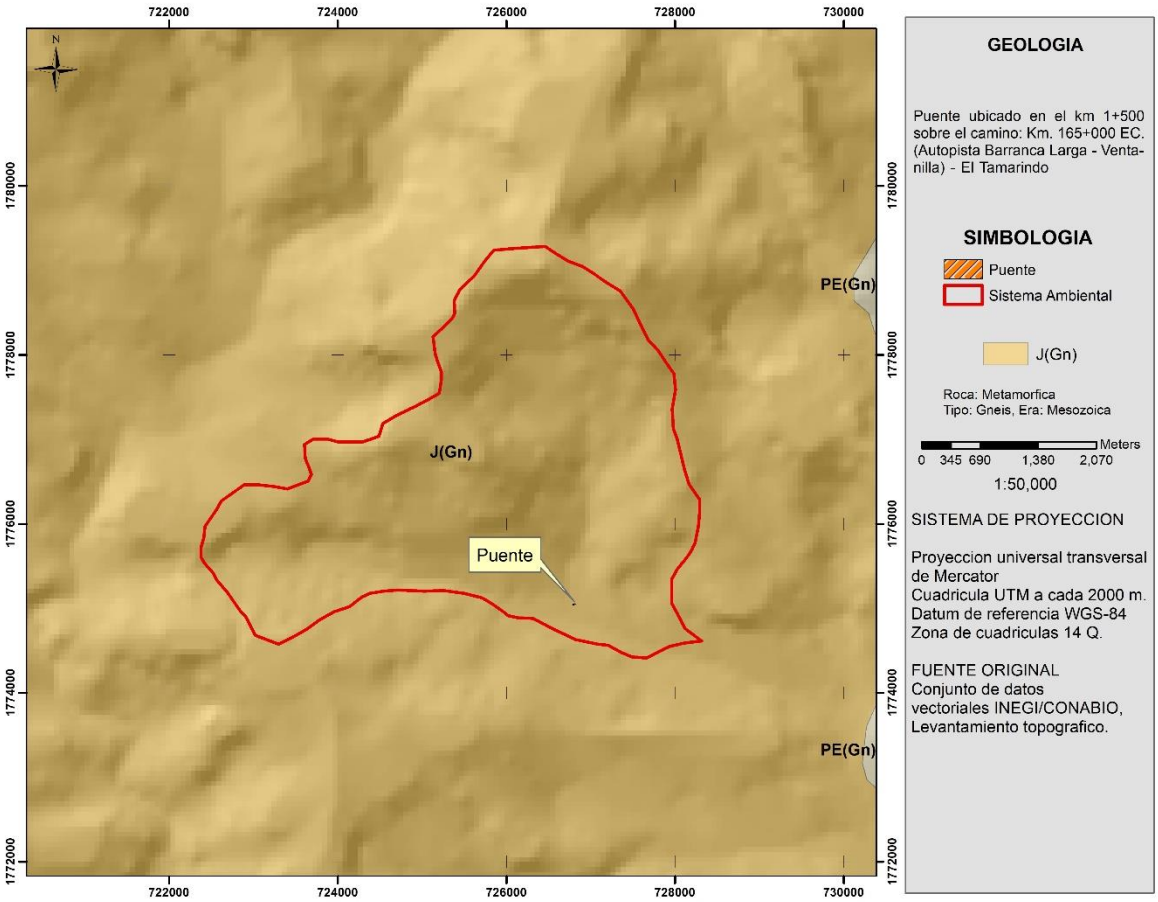


Imagen 36.-Mapa de Geología

IV.2.1.3 PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTO.

México se ubica entre cinco placas tectónicas: Pacífico, Caribe, Cocos, Rivera y Norteamericana En esta última se encuentra la mayor parte del territorio mexicano, los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, parte del océano Atlántico y parte de Asia; en la placa del Pacífico se localiza la península de Baja California, gran parte del océano Pacífico y California; la placa del Caribe alberga parte del sur de Chiapas, las islas Caribeñas y los países de Centroamérica. Las placas de Cocos y Rivera son oceánicas y se encuentran debajo del océano Pacífico.



Imagen 37.-Placas tectónicas en la República Mexicana

La actividad sísmica en la República Mexicana se debe particularmente, a los desplazamientos entre las placas de Cocos, Rivera, del Pacífico y de Norteamérica, la interacción de estas dos últimas originan la actividad sísmica que se manifiesta en la parte norte de la Península de Baja California, en tanto que la subducción de la placa de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamérica, origina la actividad sísmica en el Sureste de México, esta área de contacto comprende toda la costa del Pacífico desde el estado de Jalisco hasta el de Chiapas.

A su vez el estado de Oaxaca está dividido en las siguientes unidades:

A. Cuenca sedimentaria de Tlaxiaco
B. Cuenca de Tehuantepec C. Batolito de Chiapas
C. Cuenca de Papaloapan
D. Cuencas Terciarias
E. Península de Oaxaca
F. Sierra Madre del Sur



Imagen 38.-Mapa tectónico del estado de Oaxaca.

En las unidades tectónicas se localizan fallas, que son discontinuidades formadas a partir de fracturas en rocas superficiales de la Tierra, ocasionadas cuando las fuerzas tectónicas rebasan la resistencia de las rocas. En Oaxaca los terrenos Maya, Cuicateco, Zapoteco, Mixteco y Chatino, están definidos por las fallas de mayor consideración en el estado las cuales son:

- Cabalgadura de Vista Hermosa, limita parte de los terrenos Maya y Cuicateco
- Falla Oaxaca, limita a los terrenos de Cuicateco y Zapoteco. Se extiende desde los límites con el estado de Puebla hasta la parte norte de la Ciudad de Oaxaca, es de tipo normal, (de la misma forma que las siguientes.
- Falla de Tamazulapan, su extensión abarca desde la parte norte del estado hasta la falla Juchatengo.
- Falla Juchatengo, se extiende desde los límites con el estado de Guerrero hasta la falla Chacalapa.
- Falla Chacalapa, continuación de la falla Juchatengo, extendiéndose hasta la región del Istmo de Tehuantepec



Imagen 39.-Mapa de Fallas del estado de Oaxaca.

Dentro del SA se encuentra una fractura de 10.75 km con dirección noroeste – Sureste, misma que no pone en riesgo la construcción del proyecto.

En la zona donde se tiene contemplado la construcción del puente no existe la presencia de elementos estructurales conocidos como fallas o fracturas.

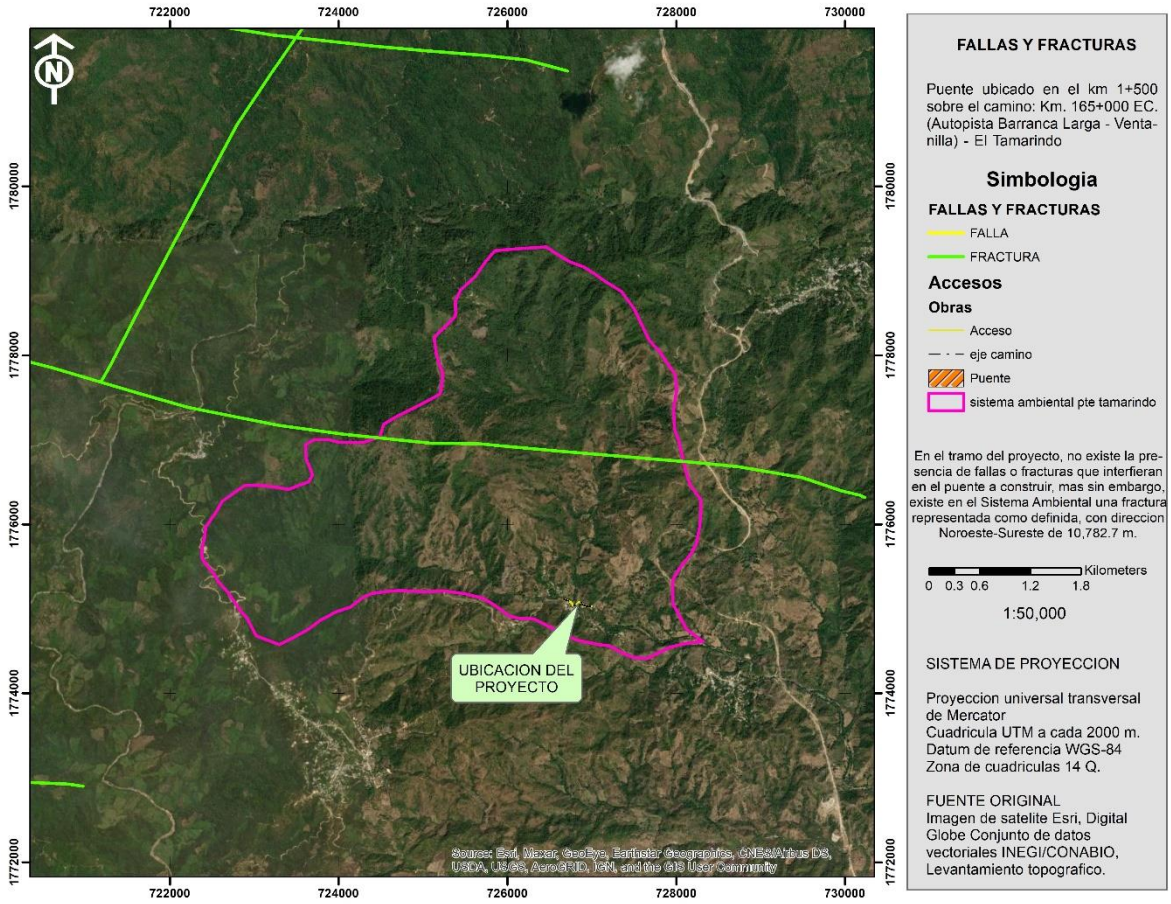


Imagen 40-. Fallas y fracturas

IV.2.1.4 SUSCEPTIBILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO A SISMICIDAD, DESLIZAMIENTO, DERRUMBES, INUNDACIONES, OTROS MOVIMIENTOS DE TIERRA O ROCA Y POSIBLE ACTIVIDAD VOLCÁNICA.

El estado de Oaxaca se ubica en una zona de alta sismicidad para México a su vez se ha dividido en ocho zonas sísmicas.

- Zona Mixteca Media, en esta zona los temblores afectan a los estados de Guerrero y Oaxaca, sintiéndose con menor intensidad en la costa y Huajuapan de León, el valle central de Oaxaca y las zonas de Tlapa y Chilapa en Guerrero. En algunos casos presentan intensidades más fuertes al oeste de la zona

- Zona Huajuapan, los temblores de esta zona afectan primordialmente el sur del estado de Puebla, el noroeste del estado de Oaxaca y el noreste del estado de Guerrero. Esta zona se caracteriza porque en relación con el epicentro la intensidad es más fuerte en la dirección sur que en la dirección norte.

- Zona Norte y Cañada, se caracteriza porque los sismos en relación con su epicentro son más intensos hacia el norte que hacia el sur, afectando principalmente las ciudades de Tehuacán, Orizaba, Córdoba, Veracruz y Puebla.

- Zona Istmo, es un área comprendida dentro del estado de Oaxaca y limitada al este por el Istmo de Tehuantepec y al oeste por las zonas 5, 6 y 7.

- Zona Mixe, los temblores de esta zona han causado destrucción importante en la ciudad de Oaxaca y el área Mixe.
- Zona Valle, los sismos en esta zona han producido daños en la ciudad de Oaxaca y en la parte sur del Valle de Oaxaca.
- Zona Puerto Escondido-Huatulco, los sismos generados en esta zona han afectado localidades de Puerto Escondido, Pochutla, Puerto Ángel, Huatulco y Loxicha.
- Zona Pinotepa Nacional-Jamiltepec, las áreas más afectadas por temblores son: Chacahua, Jamiltepec, Pinotepa Nacional y Ometepec.

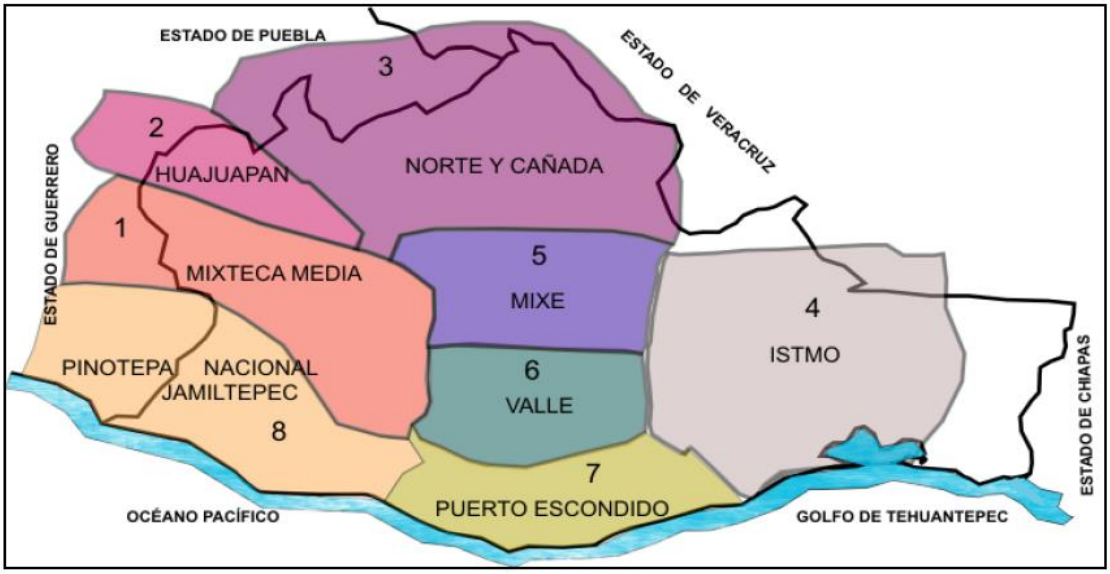


Imagen 41.-Zonas sísmicas del estado de Oaxaca.

El Sistema ambiental definido para el proyecto se ubica en la zona 7 Puerto escondido

IV.2.1.5 HIDROLOGÍA

El sistema ambiental se localiza en la Subcuenca a. Río Colotepec, en la región hidrológica 21 – Costa de Oaxaca, Cuenca C: Rio Colotepec y Otros, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

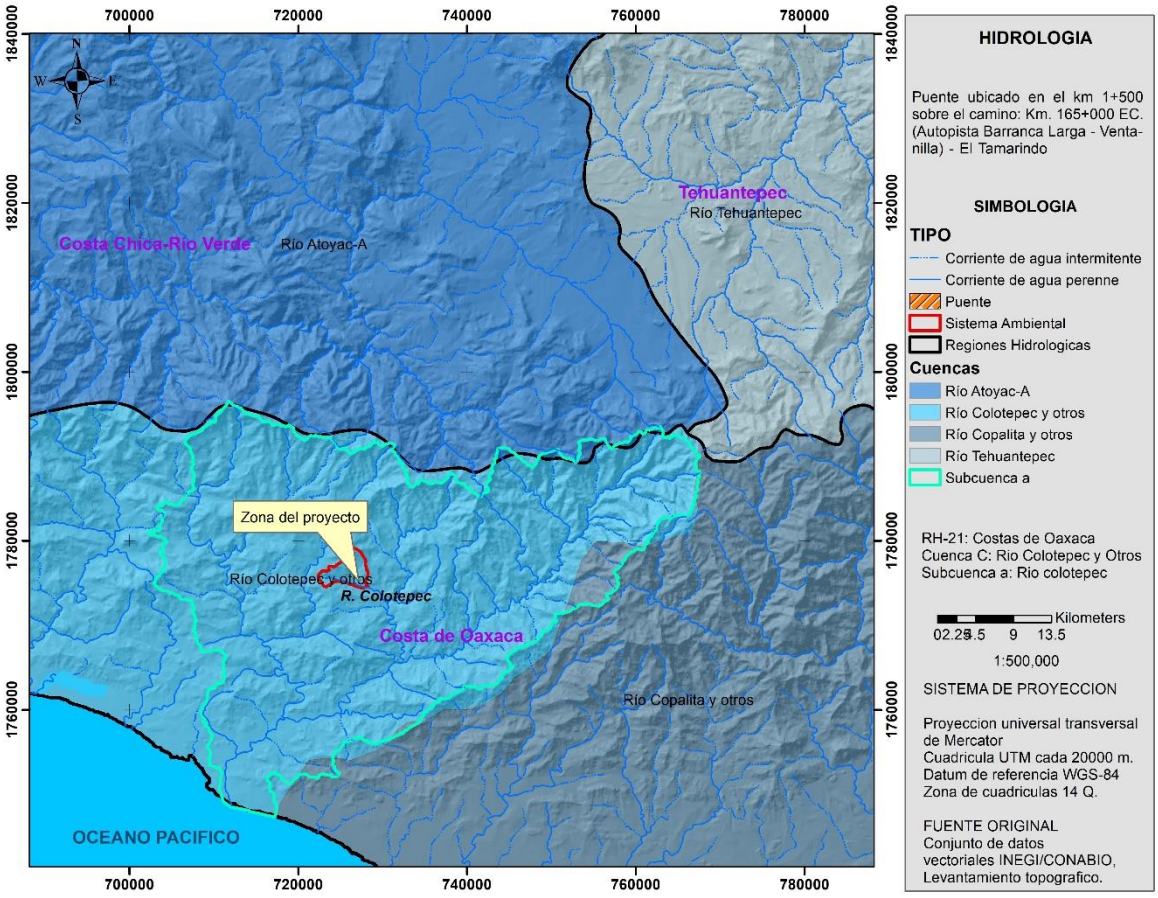


Imagen 42.-Mapa de Hidrología

REGIÓN HIDROLÓGICA 21, COSTA DE OAXACA (RH-21)

Esta región hidrológica se encuentra completamente dentro del estado de Oaxaca, pertenece a la vertiente del Océano Pacífico; incluye áreas que pertenecen a los distritos Juquila, Pochutla, Miahuatlán, Yautepec y Tehuantepec. Abarca 10.61% de la superficie de la entidad; sus grandes límites son al norte con las regiones hidrológicas Costa Chica-Río Verde (RH-20) y Tehuantepec (RH-22), mientras que al sur con el Océano Pacífico. Se trata de una región bien definida desde el punto de vista hidrológico, ya que comprende una franja de la costa que abarca desde la desembocadura del Río Atoyac-Verde hasta la desembocadura del río Tehuantepec; como consecuencia de ser una vertiente directa, presenta corrientes de longitud corta con desarrollo de una compleja red de drenaje tipo dendrítico y en ocasiones subparalelo; la mayor parte está integrada por arroyos de tipo torrencial que bajan de la Sierra Madre del Sur; la región hidrológica está formada por las cuencas Río Astata y otros (A), Río Copalita y otros (B) y Río Colotepec y otros (C), la infraestructura de obras civiles para captar el agua superficial consiste en una presa derivadora y 11 plantas de bombeo; por la importancia que tienen para la población beneficiada destacan cuatro acueductos: Tonameca–Puerto Ángel, Río Grande–Pochutla, Colotepec–Puerto Escondido y Copalita-Bahías de Huatulco.

RIO COLOTEPEC Y OTROS (C)

Esta cuenca se localiza en terrenos de los distritos Juquila, Pochutla y Miahuatlán, se extiende desde el parteaguas de la Sierra Madre del Sur hasta la línea de costa; ocupa 3.77% de la superficie estatal; colinda al norte y oeste con la cuenca Río Atoyac (A) de la RH-20; al este con la cuenca Río Copalita y otros (B) de la RH-

21; y por último al sur, con el Océano Pacífico. En general el régimen de lluvias es en verano, en promedio se registran láminas de precipitación total anual del orden de 1 300 mm, que significan un volumen de 4 868.5 Mm3, de los cuales escurren 1 139.3 Mm3 que equivalen al 23.4% del volumen total.

La mayor parte de los suelos de la cuenca presentan fase lítica, algunos con fase química sódica y salinosódica; la primera domina el lado este de la laguna Pastoría, los suelos sódico-salinos están distribuidos en el extremo oeste de la cuenca e incluyen zonas lacustres; una de las consecuencias del exceso de sales en el suelo es la reducción de su potencial para ser utilizado en la agricultura.

Las áreas con porcentaje de escurrimiento mayor de 30 se presentan en la zona serrana, donde los registros de lluvia alcanzan láminas mayores a 2 000 mm, imperan rocas de baja permeabilidad y vegetación densa; las áreas con valores de escurrimiento que caen dentro del intervalo de 20 a 30% abarcan la mayor parte de la cuenca, los factores que se conjugan para determinar estos valores son la baja capacidad de infiltración o permeabilidad que domina en las rocas que forman la sierra, la densa vegetación y láminas de precipitación media anual mayores de 1 000 mm; en la zona costera los porcentajes de escurrimiento son menores de 20, la permeabilidad es alta y en ocasiones media, la vegetación es de baja densidad y la precipitación varía de 800 a 1 200 mm.

Dentro de la red hidrográfica de la cuenca destaca el río Colotepec, nace en la Sierra Madre del Sur a 2 300 msnm, baja con rumbo suroeste en trayectoria sinuosa y de fuerte pendiente hasta desembocar al Océano Pacífico, la longitud es de aproximadamente 100 km, medidos desde su nacimiento hasta Santa María Colotepec; de acuerdo a los datos hidrométricos de la Estación Hidrométrica La Ceiba, este río transporta volúmenes anuales del orden de 905.05 Mm3, que se traducen en un gasto medio anual de 48.67 m3/seg (periodo 1971–1989); el uso principal a que se destina el agua de este río es el doméstico.

El río Manialtepec también nace en la Sierra Madre del Sur a una altitud de aproximadamente 2 000 m, en su origen se denomina río Nopala, se dirige hacia el sureste hasta Santos Reyes Nopala, donde cambia de dirección hacia el suroeste hasta desembocar al Océano Pacífico; drena un área de 966 km2 y su principal uso es el doméstico.

Las lagunas Chacahua, Manialtepec, Lagartero y Pastoría se alimentan de escurrimientos locales y del aporte lateral de agua subterránea en su camino al mar, contienen agua salobre producto de la mezcla de los aportes de agua marina con las aguas superficiales y subterráneas que reciben del continente; estos cuerpos de agua son muy importantes para la economía de la región, en ellos se desarrollan actividades acuícolas con especies como el pargo, lisa y cría de camarón; la pesca y el incipiente desarrollo turístico son las actividades complementarias; la pesca, además de practicarse en las lagunas, también se efectúa en los ríos.

IV.2.1.6 CLIMA

En la poligonal del sistema ambiental se desarrolla el tipo de clima denominado Clima cálido Subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media Aw1. Tal y como se muestra en el mapa de climas que se presenta a continuación.

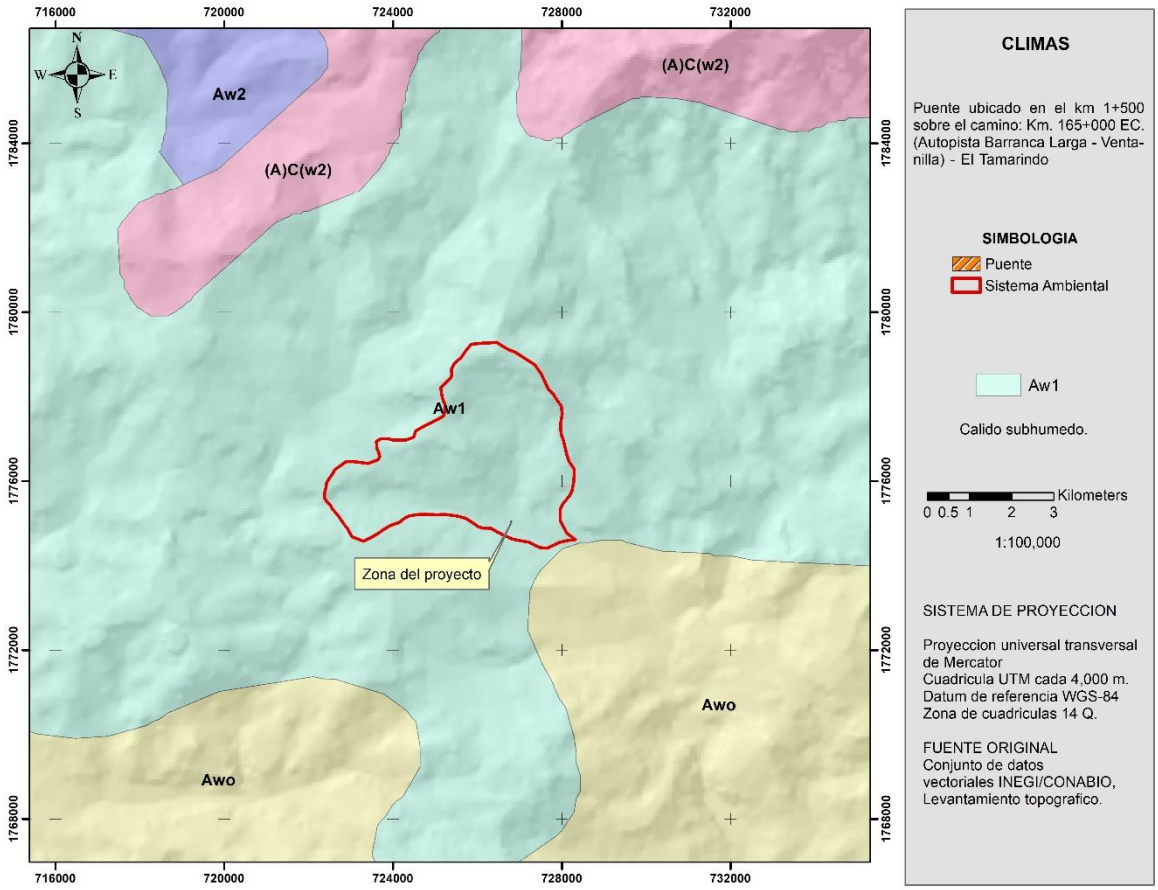


Imagen 43.-Mapas de Climas

cálido Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Humedad media

Ocupa 5.94% de la superficie estatal, La altitud de estos terrenos va del nivel del mar a cerca de los 1 000 m. Ahí, la temperatura media anual varía entre 22.0º y 30.0ºC, el mes más frío tiene una temperatura media mayor de 18.0ºC y la precipitación total anual va de 1 000 a 1 500 mm, ésta se concentra en el verano, por tanto, el porcentaje de lluvia invernal es menor de 5, excepto en el Río Negro, donde representa entre 5 y 10.2.

Considerando la relación de 1 a 2 entre la temperatura y la precipitación que propone Gaussen en el diagrama umbrotérmico (INEGI. Guías para la Interpretación de Cartografía, Climatología, 1989) para determinar el lapso de sequía o de humedad, en la tabla de datos se observa que los meses húmedos son: junio, julio, agosto, septiembre y octubre; éstos aportan el agua suficiente para el desarrollo de las plantas que integran a la selva mediana subperennifolia, subcaducifolia o caducifolia y baja caducifolia principalmente, donde no ha sido eliminada para dar paso a la agricultura o alguna otra actividad, pero donde el suelo se inunda, crece manglar. Las condiciones de temperatura y precipitación permiten realizar agricultura de temporal con restricciones moderadas por deficiencia de humedad, por lo que sólo se puede establecer un ciclo agrícola en la temporada de lluvias, pero requiere riego de auxilio.

IV.2.1.7 FISIOGRAFÍA

El Sistema Ambiental se ubica en la Provincia fisiográfica XII, Sierra Madre del Sur, suprovincia Cordillera costera del sur, tal y como se muestra en el mapa de fisiografía.

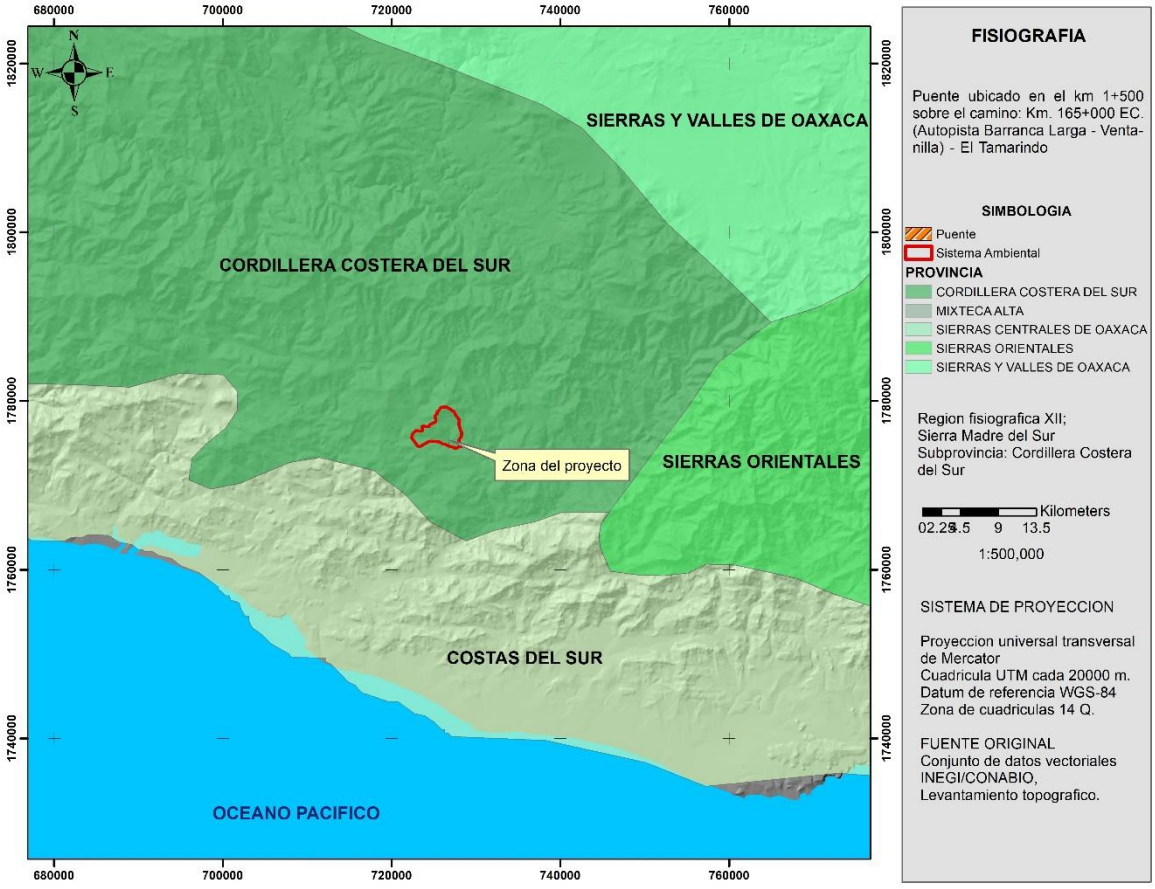


Imagen 44.- Mapa de Provincias Fisiográficas

Más o menos paralela a las costas colimenses (en su mitad sur), michoacanas, guerrerenses y oaxaqueñas, desde el sur de la ciudad de Colima hasta el oriente de Pluma Hidalgo, Oaxaca, se extiende en dirección oestenoroeste-estesureste la cadena de sierras que integran a la Cordillera Costera del Sur, cuyos pies quedan próximos al litoral. Un brazo del conjunto de sierras penetra en el oeste hacia el norte entre los volcanes de Colima y Tancítaro.

La complejidad geológica de estas sierras escarpadas se refleja en la de su litología: calizas del Cretácico en el occidente con ígneas intrusivas al norte, ígneas intrusivas y extrusivas hacia el oriente y fuerte dominancia metamórfica en todo el este. La cordillera se extiende sobre el sitio de subducción de la placa de Cocos, a los desplazamientos de ésta a través del tiempo son atribuibles el origen y evolución de aquélla. Tiene alturas sobre el nivel del mar que en diversos puntos exceden los 2 000 m, con un máximo de 3 400 m en Cerro Culebra al noroeste de Acapulco y 3 600 m en el cerro Quiexobee en Oaxaca.

Muchas corrientes cortas bajan al Océano Pacífico por su ladera sur, la mayor de ellas es el río Papagayo. El río Balsas, a partir de la unión de sus afluentes del este y del oeste, en el límite occidental de Guerrero con

Michoacán de Ocampo, atraviesa la cordillera desde la Depresión del Tepalcatepec para finalmente desembocar en el Pacífico; por el oriente, el río Atoyac o Verde, que se origina en las Sierras Centrales de Oaxaca y corre por el costado occidental de la subprovincia Sierras y Valles de Oaxaca, también cruza la cadena montañosa pero ya con el nombre de Río Verde.

Es el extremo oriental de la Cordillera Costera del Sur el que se localiza en el estado de Oaxaca, del cual comprende la zona que va en dirección norte-sur por el costado oeste, desde Fresnillo de Trujano hasta el norte de Mesones de Hidalgo, de donde en sentido sureste llega al oriente de la localidad Pluma Hidalgo. Limita con las subprovincias: Sur de Puebla en el norte; Mixteca Alta, Sierras Centrales de Oaxaca, Sierras y Valles de Oaxaca y Sierras Orientales, al este; y Costas del Sur en su borde meridional. Estos terrenos representan 17.78% de la superficie de la entidad y pertenecen a fracciones de los distritos de Silacoyoápam, Huajuapan, Juxtlahuaca, Tlaxiaco, Putla, Sola de Vega, Zimatlán, Ejutla, Jamiltepec, Juquila, Miahuatlán y Pochutla.

IV.2.2. Aspectos Bióticos

Flora y vegetación

A. Metodología

Al iniciar el trabajo detallado en un área dada es necesario conocer las especies presentes y la distribución y abundancia relativa de cada una de ellas; también es importante mencionar los rasgos morfológicos de las especies más importantes y las características ambientales de la zona.

Por lo tanto, el análisis de la vegetación para el presente estudio se basa en las siguientes características:

- Composición florística
- Composición de las formas biológicas
- Estructura de la vegetación
- Diversidad de especies

Durante el trabajo de campo los datos se anotan en formatos especiales, extraer directamente de las hojas de campo datos, como el número de especies encontradas en un sitio, llega a ser una labor difícil, tardada y con muchas posibilidades de error, por lo que se hace necesaria la elaboración de archivos electrónicos que permitan hacer un manejo más sencillo eficiente de esta información. Para el presente estudio se anexan de manera digital los archivos digitales en formato Excel los cuales contienen los datos obtenidos en campo para cada sitio de muestreo.

i. Tipo de muestreo

De acuerdo con las condiciones del área de estudio, especialmente el tipo de vegetación, se eligió un muestreo de tipo aleatorio simple en el área del proyecto y Sistema ambiental, en este tipo de muestreo toda la superficie tiene la misma probabilidad de ser muestreada, sin embargo, estos se colocaron de forma dirigida.

A. Ubicación de los sitios de muestreo

La distribución de los puntos de muestreo se realizó primero sobre los lados aledaños al puente y los del SA de manera dirigida sobre la vegetación existente. Teniendo un total de 4 sitios de muestreo.

Tabla 15.- Coordenadas UTM de sitios de muestreo área del proyecto y sistema ambiental

AREA	CLAVE	X	Y
Puente	I1	726782.70	1775046.62
	F1	726810.62	1775057.98
	I2	726817.48	1775044.49
	F2	726789.56	1775033.14
SA	I3	726800.21	1775096.08
	F3	726805.89	1775125.65
	I4	726947.01	1774790.04
	F4	726916.32	1774788.74

A continuación, se ubican los sitios de muestreo

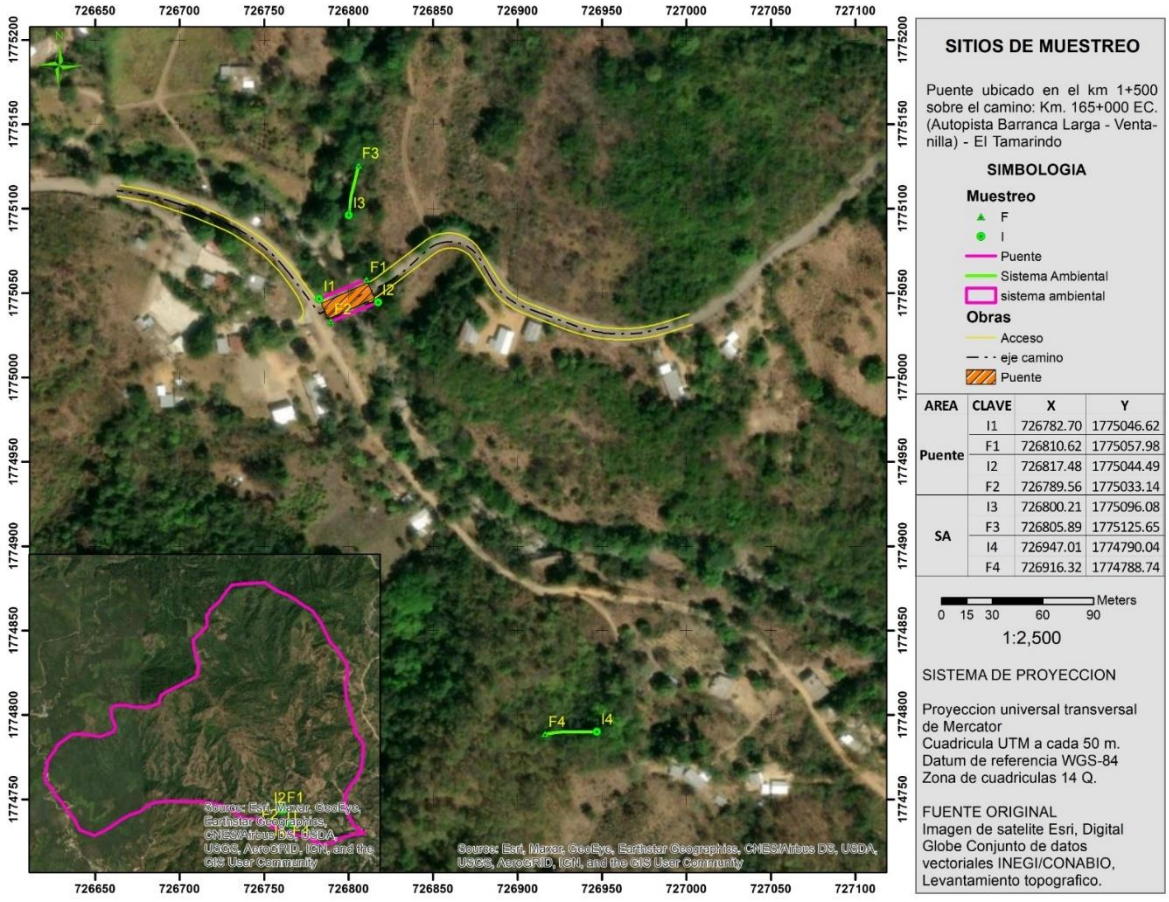


Imagen 45.- Localización de los sitios de muestreo.

- Forma y tamaño de los sitios

Para el análisis de la vegetación en campo se utilizó el método de intercepción en línea, como un método adecuado para obtener estimaciones relativas de cobertura y frecuencia en comunidades de poca altura en

las que las plantas presenta follajes más o menos compactos. El método se basa en establecer una línea de longitud determinada a través de la cual se registra la longitud que es interceptada por cada especie, no importando si se trata de plantas individuales o de acúmulos de individuos. En cierto sentido el procedimiento puede considerarse como un transecto de anchura reducida al mínimo.

El muestreo mediante este método partió de extender sobre el terreno un longímetro para marcar la línea entre dos puntos dados. La longitud de la línea utilizada fue de 30 m por una anchura de 1 m dividida en segmentos de igual longitud en este caso se dividió a cada 10 m, se obtuvieron un total de 4 líneas correspondientes a una superficie de 120 m2. La longitud de la línea se definió con respecto a las variaciones observables en la distribución de las plantas y de las características del hábitat. Cada estrato de la comunidad vegetal se evaluó por separado.

Comenzando en un extremo de la línea, se consideraron únicamente aquellas plantas que sean tocadas por la línea o que sean subyacentes o suprayacentes a ella, para cada planta así encontrada se registró lo siguiente:

- Especie
- I= Longitud interceptada (en cm)
- M= Anchura máxima (en cm) de la planta en dirección perpendicular a la línea.
- Los individuos de especies arbóreas con diámetro a la altura del pecho ≥ 7 cm
- Forma de vida: árbol, arbusto o hierba.
- Altura total: Para la medición de la altura se utilizó un clinómetro electrónico calibrado a 10 m, la unidad establecida fue metro.

En forma simultánea a la toma de datos se realizó la colecta de ejemplares botánicos de cada especie desconocida, los cuales fueron procesados, herborizados e identificados taxonómicamente en fase de gabinete.

B. Análisis de datos

Identificación de especies y elaboración de listado florístico

La identificación de los ejemplares colectados en los sitios de muestreo se realizó por medio del reconocimiento en campo y claves dicotómicas empleando estereoscopio, el primer caso consistió en la identificación directa en campo por los especialistas, hasta nivel de familia, género y muy pocas ocasiones hasta especie, para este caso se usó como apoyo el listado de especies con distribución potencial en el SA.

La determinación de las especies que no pudieron ser identificadas en campo, se realizó en gabinete, las muestras botánicas se determinaron con claves dicotómicas y revisión bibliográfica de varias publicaciones de la región y zonas vecinas.

NOM-059-SEMARNAT-2010

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo; y su listado

Curva de acumulación de especies

De acuerdo con Villarreal *et al.* (2006), uno de los métodos para cuantificar la diversidad alfa, es la construcción de curvas de acumulación de especies, misma que permite estimar el número de especies esperadas, a partir de un muestreo. Muestra como el número de especies se va acumulando en función del número acumulado de muestras. En este sentido, cuanto mayor es la unidad de muestreo, mayor será el número de especies registradas. Al principio, se registran sobre todo especies comunes, y la adición de especies al inventario se produce rápidamente; por tanto, la pendiente de la curva comienza siendo elevada. A medida que prosigue el muestreo son las especies raras, así como los individuos de especies provenientes de otros lugares, los que hacen crecer el inventario, por lo que la pendiente de la curva desciende. El momento en el que está pendiente desciende a cero corresponde, teóricamente, con el número total de especies que podemos encontrar en la zona estudiada

En este contexto, se han propuesto varias funciones diferentes para modelizar la relación entre el esfuerzo de muestreo y el número de especies encontrado (Soberón & Llorente, 1993; Colwell & Coddington, 1994).

Por lo tanto, para este estudio se obtuvo la obtuvimos la curva de acumulación por el stadí de rarefacción (rarefy) del paquete vegan (Oksanen, J. 2018 y 2019) para software Rstudio Versión 1.3.959. Debido a que algunos índices basados en la riqueza como el de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar estos efectos, pero este ajuste ha mostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas. Específicamente la rarefacción es el proceso de generación de la relación entre el número de especies vs el número de individuos en una o más muestras (Stevens 2009).

Esta corrección por el número de individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño. Hurlbert (1971) propone la rarefacción como:

$$Sn=S\sigma i=1(1-qi)$$

Donde; qi=((n−xi)/n)(N/n)que representa las probabilidades de que las especies *i* no ocurra en una muestra de tamaño *n*, xi es el conteo de *i* especies y (N/n) es el coeficiente binomial o el número de formas en las que puede elegir n de N.

En otras palabras, la rarefacción permite hacer una interpolación de los datos, obteniendo una riqueza esperada en un tamaño de muestra menor al tamaño que hemos logrado, de esta forma este proceso nos da no solamente la riqueza sino un error estándar. Si la muestra es un vector, la rarefacción se calculará para cada tamaño de la muestra por separado.

Diversidad de especies

A partir de los datos obtenidos en campo se generó una base de datos. En esta base de datos se obtuvo la riqueza de especies en términos absolutos y en términos relativos. La diversidad y dominancia de especies se estimó mediante los índices de Shannon-Wiener, Simpson e índice de valor de importancia, con el paquete BiodiversityR (Kindt, 2009) para software Rstudio Versión 1.3.959.

Luego de identificar las especies en cada tipo de vegetación, fueron calculados los índices de diversidad más comúnmente utilizados en ecología: Shannon-Wiener (H) y Simpson (D), así como Hill (1973) señala los correspondientes índices de equitatividad (J y E). La diversidad como valor único combina los parámetros de riqueza específica y equitatividad, factores fundamentales que definen la diversidad de una comunidad.

El índice de Shannon-Wiener considera no sólo el número de especies sino su representación (cuantos individuos por especie). Este índice requiere que todas las especies estén representadas en la muestra y es muy susceptible a la abundancia (Magurran, 1988). La mayor limitante es que no contempla la distribución de las especies en el espacio.

El índice de Shannon-Wiener (H) procede de la teoría de la información y mide la diversidad como:

$$H = -\Sigma pi.\ln (pi)\ pi = ni /N$$

Donde ni es el número de individuos de la especie i y N es la abundancia total de las especies. El valor de H se encuentra acotado entre 0 y ln(s), tiende a cero en comunidades poco diversas y es igual al logaritmo de la riqueza específica en comunidades de máxima equitatividad. La riqueza específica se midió como el número de especies presentes en una comunidad y la equitatividad como la abundancia de la especie dominante (Magurran, 1988), según la fórmula:

$$\text{equitatividad } (J) = H/H\text{máx} = H/\ln s.$$

La equitatividad se acerca a cero cuando una especie domina sobre todas las demás en la comunidad y se acerca a 1 cuando todas las especies comparten abundancias similares.

El índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad; por ejemplo, los valores del índice decrecen o aumentan según aumente o decrezca la diversidad. Es en realidad un índice de dominancia, sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total.

El índice de Simpson (D) mide la diversidad como $D = \Sigma 1/(pi2)$.

El valor de D se encuentra acotado entre 0 y s, tiende a cero en comunidades poco diversas, y es igual a la riqueza específica (s) en comunidades de máxima equitatividad ($E = \Sigma 1/(s * pi2)$.

Estimadores de riqueza

La comparación de la riqueza debería realizársela sólo a partir de inventarios completos (que han llegado a la asíntota de la curva de acumulación de especies), lo que generalmente es muy difícil de lograr con unos recursos limitados (ej. Longino et al 2002 muestra que después de 30 años de muestreo de hormigas en la estación “La Selva” en Costa Rica, no se ha logrado alcanzar la asíntota). Una buena opción para determinar la riqueza de una comunidad consiste en estimar el número de especies a partir de un muestreo previo. Muchos métodos de estimas de la riqueza han sido propuestos, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son mediante métodos paramétricos y no paramétricos (Colwell & Coddington, 1994). Los métodos paramétricos estiman el número de especies ajustando las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (series logarítmica, log-normal, o Poisson log-normal). En el caso de las aproximaciones no paramétricas se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de

nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo (González-Oreja et al. 2010).

Para el presente estudio, los estimadores se obtuvieron con los procedimientos estimateR y specpool del paquete vegan para software Rstudio Versión 1.3.959, a través, de la matriz de abundancias.

Estructura de la vegetación

Para poder conocer la estructura y diversidad que presentó el predio se siguió la metodología descrita en la parte de flora y vegetación, esto en relación a la toma de datos, añadiendo la toma de los siguientes parámetros: densidad, frecuencia y dominancia. Con la finalidad de realizar un análisis que permita formar una imagen del área y su vegetación para poder compararla.

La estructura se evaluó a través del índice de valor de importancia, el cual expresa la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias.

El valor de importancia de cada especie en el estrato arbóreo se obtiene sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia y nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

Para los cálculos del índice de valor de importancia se utilizó el paquete Tidyverse mediante el programa estadístico R.

I.V.I.= Densidad relativa + Dominancia relativa + Frecuencia

Dónde:
I.V.I.=Índice de Valor de Importancia
Densidad= Número de individuos de una especie por unidad de área o volumen
Densidad relativa= Densidad de una especie referida a la densidad total de todas las especies del área x 100
Dominancia= Es la cobertura o área basal de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie
Dominancia relativa= Es la dominancia de una especie referida a la dominancia de todas las especies x 100
Frecuencia= Es la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales.
Frecuencia relativa= Es la frecuencia de una especie referida a la frecuencia de todas las especies x 100.
Para cuantificar la diversidad de especies se utilizaron índices de diversidad, para el presente estudio se utilizó el índice de diversidad de Shannon y el índice de Simpson. Dichos índices toman en consideración tanto la riqueza como la equitatividad de especies. Los índices se calcularon de la siguiente manera:

C. Resultados

i. Uso de suelo y vegetación de acuerdo con el INEGI

De acuerdo con la cartografía de Uso de Suelo y Vegetación (USV), serie VII, escala 1:250 000 del INEGI (2017-2021), el SA en que se ubica el proyecto presenta lo siguientes USV:

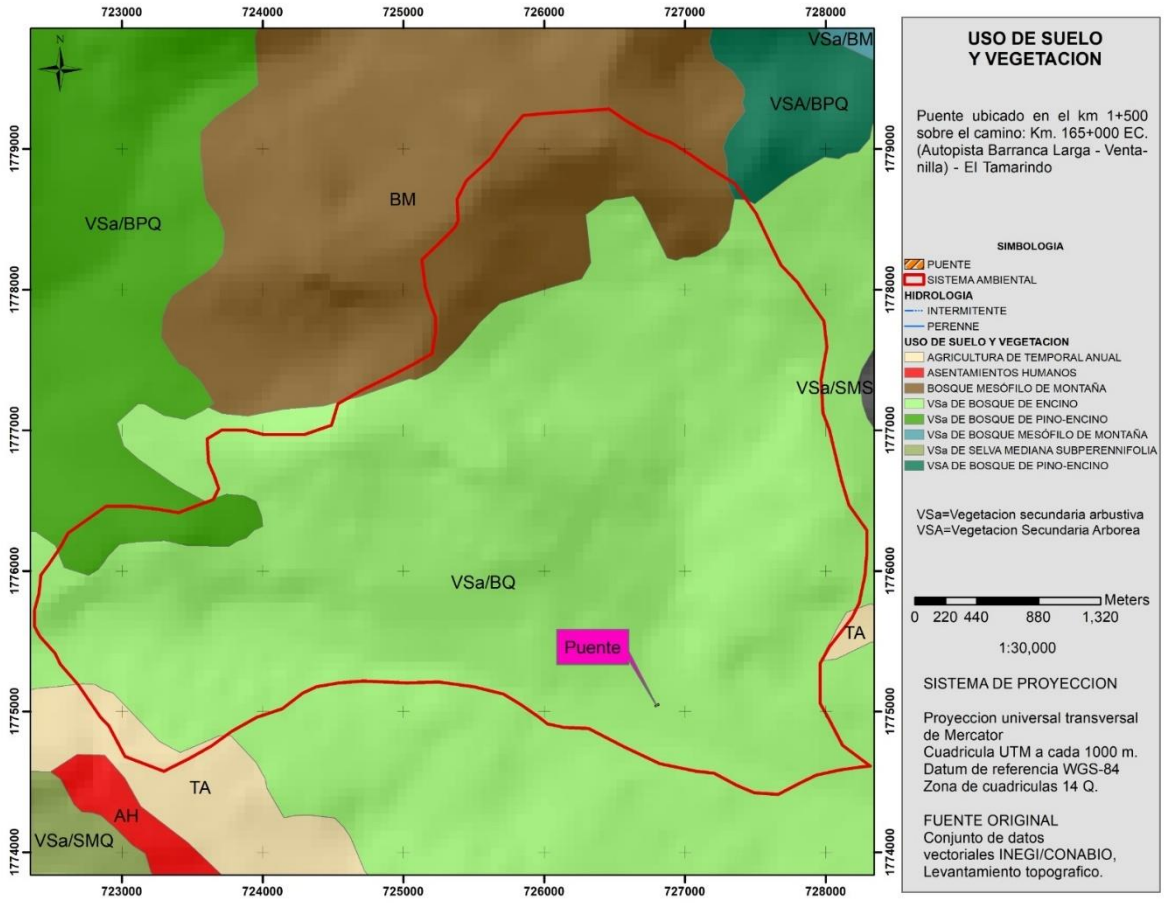


Imagen 46.-Usos de suelo y vegetación en el SA-proyecto.

A continuación, se presenta el desglose de la superficie que abarca cada tipo de uso de suelo y vegetación presente en el SA:

Tabla 16.- Superficies de usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental

CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACION	SUP (HAS)	%
BM	BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA	195.814	11.70
TA	AGRICULTURA DE TEMPORAL ANUAL	18.780	1.12
VSa/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	40.997	2.45
VSA/BPQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE BOSQUE DE PINO-ENCINO	0.799	0.05
VSa/BQ	VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBUSTIVA DE BOSQUE DE ENCINO	1417.564	84.68
		1673.954	100.00

De acuerdo con la tabla anterior el uso de suelo que ocupa mayor superficie es la agricultura de temporal anual con un 1.12 %, así como la vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con un 84.68 %. En el resto de la superficie se distribuye vegetación secundaria arbustiva y arbórea de Bosque de pino-encino, así como, Bosque Mesófilo de Montaña.

- *Descripción de la vegetación y del uso del suelo de acuerdo con el INEGI*

    - **Bosque de pino- encino**

Comunidades vegetales que se localizan en las cadenas montañosas de todo el país, desde Baja California hasta Chiapas, y una pequeña población en Quintana Roo. Las áreas de mayor importancia se localizan en la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. Los climas en donde se desarrollan son templado y semicálido subhúmedos con lluvias en verano, con una temperatura media anual que varía de 6 a 28°C y una precipitación anual que oscila entre 350 a 1 200mm. Se encuentra de los 150m de altitud hasta los 4 200m en el límite altitudinal de la vegetación arbórea, en pendientes que van de 10 a 75%, en diferentes exposiciones, aunque prefieren las que están orientadas hacia el norte.

Este bosque se establece sobre rocas ígneas, gneis y esquistos, y con menos frecuencia en lutitas, areniscas y calizas, en cambisoles, leptosoles, luvisoles, phaeozems, regosoles, umbrisoles, y otros tipos de suelo. Dominan especies de pino con alturas promedio de 15 a 30m, su estrato inferior es relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes herbáceas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Los árboles de pino poseen hojas perennifolias, con una época de floración y fructificación heterogénea, debido a las diferentes condiciones climáticas en las que se presenta.

Las especies más comunes son pino chino (Pinus leiophylla), pino (P. hartwegii), ocote blanco (P. montezumae), pino lacio (P. pseudos*pseudostrobus*), pino escobetón (*P. devoniana*), pino chino (*P. teocote*), ocote trompillo (*P. oocarpa*), pino ayacahuite (*P.ayacahuite*), pino (*P. pringlei*), *P. durangensis, P. leiophylla* var. *chihuahuana, P. engelmannii, P. lawsonii, P. pseudostrobus var. apulcensis.*

    - **Bosque de encino**

Comunidades vegetales distribuidas en casi todo el país, especialmente en la Sierra Madre Oriental, la Sierra Madre Occidental, el Eje Neovolcánico, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Norte de Oaxaca, Planicie Costera del Golfo Sur, con excepción de la Península de Yucatán. En climas cálidos, templados húmedos, subhúmedos a secos, con temperaturas anuales que van de los 10 a 26°C y una precipitación media anual que varía de 350 a 2 000mm. Se desarrolla en muy diversas condiciones ecológicas desde el nivel del mar hasta los 3000m de altitud. Se encuentran principalmente en exposición norte y oeste.

Este bosque se ha observado en diferentes clases de roca ígneas, sedimentarias y metamórficas, en suelos profundos o someros como regosoles, leptosoles, cambisoles, andosoles, luvisoles, entre otros. El tamaño de los árboles varía de los 4 hasta los 30m de altura y los hay desde bosques abiertos a muy densos. Estas comunidades están formadas por diferentes especies de encinos o robles del género *Quercus (*más de 200 especies en México). Este bosque se encuentra generalmente como una transición entre los bosques de coníferas y las selvas. Por lo común este tipo de comunidad se encuentra muy relacionado con los bosques de pino, formando una serie de mosaicos complejos.

Las especies más comunes de estas comunidades son el encino laurelillo (*Quercus laurina*), el encino nopis (*Q. magnoliifolia*), el encino blanco (*Q. candicans*), el roble (*Q. crassifolia*), el encino quebracho (*Q. rugosa*), el encino tesmolillo (*Q. crassipes*), el encino cucharo (*Q. urbanii*), el charrasquillo (*Q. microphylla*), el encino colorado (*Q. castanea*), el encino prieto (*Q. laeta*), el laurelillo (*Q. mexicana*), *Q. glaucoides, Q. scytophylla* y en zona tropicales *Quercus oleoides*. Son árboles perennifolios o caducifolios con un periodo de floración y fructificación variable, aunque generalmente la floración se da en la época seca del año de diciembre a marzo, y los frutos maduran entre junio y agosto.

- Bosque Mesófilo de Montaña

Su distribución en México es limitada y fragmentaria, en la vertiente Este de la Sierra Madre Oriental existe una franja angosta que se extiende desde Tamaulipas hasta el Norte de Oaxaca , incluyendo parte de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en Chiapas, en la vertiente septentrional de la Sierra de Chiapas y Guatemala y en ambos declives de la Cordillera Centroamericana; en la vertiente del Pacífico la distribución es más dispersa, desde el Norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán; en la Cuenca del Balsas; relictualmente en el Valle de México y en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca se presentan manchones continuos.

Fisonómicamente es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendiente pronunciada, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de los vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 a 2 700m, donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1 000mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23°C. El Clima más característico es el Cf, aunque en ocasiones prospera en climas Af, Am, y aún Aw y Cw. Se desarrolla en sustratos de caliza y sobre laderas de cerros andesíticos y basálticos, en suelos someros o profundos, con abundante materia orgánica en los horizontes superiores, generalmente ácidos y húmedos durante todo el año.

El Bosque Mesófilo de Montaña posee estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa, en México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hoja perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m y aún mayores, como micoxcuáhuitl (Oreomunnuea mexicana), lechillo (Carpinus caroliniana), liquidámbar (Liquidambar styraciflua), encino, roble (Quercus spp.), pino, ocote (Pinus spp.), tila (Ternstroemia pringlei), jaboncillo (Clethra spp.), Podocarpus spp., Styrax spp., Ulmus mexicana, Juglans spp., Dalbergia spp., Eugenia spp., Ostrya virginiana, Meliosma spp., Chiranthodendron pentadactylon, Prunus spp., Matudaea trinervia y Acer skutchii , mientras el sotobosque está conformado principalmente por especies tropicales perennifolias, como por ejemplo arbustos de los géneros Archibaccharis sp., Celastrus sp., Clematis sp., Gelsemium sp., Parthenocissus sp., Philadelphus sp., Rhus sp., Smilax sp., Vitis sp., etc., en las copas de los árboles abundan las epífitas debido a la alta humedad atmosférica y a las abundantes lluvias, de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae. Una de las características más sobresalientes de este bosque es el alto número de endemismos que alberga. Se puede encontrar alrededor del 11% de las especies de plantas de todo el país.

- **Desarrollo de la vegetación**

Este concepto se refiere a los distintos estados sucesionales de la vegetación natural y considera los siguientes:

- Vegetación primaria: es aquella en la que la vegetación no presenta alteración.
- Vegetación secundaria: cuando un tipo de vegetación primario es eliminado o alterado por diversos factores humanos o naturales, surge una comunidad vegetal significativamente diferente a la original con estructura y composición florística heterogénea.

- **Fase de la vegetación secundaria**

En las comunidades vegetales en forma natural existen elementos de disturbio que alteran o modifican la estructura o incluso cambian la composición florística de la comunidad, entre alguno de esos elementos podemos citar: Incendios, huracanes, erupciones, heladas, nevadas, sequías, inundaciones, deslaves, plagas, variaciones climáticas, etcétera.

Así, las comunidades vegetales responden a estos elementos de disturbio o cambio modificando su estructura y composición florística de manera muy heterogénea, de acuerdo con la intensidad del elemento de disturbio, la duración del mismo y sobre todo de la ubicación geográfica del tipo de vegetación.

A lo largo de miles de años varias especies se han adaptado a cubrir, por decirlo de alguna manera, esas áreas afectadas en las cuales las condiciones ecológicas particulares de la comunidad vegetal se han alterado. En general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado, son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada.

Estas especies forman fases sucesionales conocidas como "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original. Actualmente y a causa de la actividad humana, la definición y delimitación de vegetación secundaria se ha vuelto más compleja, ahora las áreas afectadas ocupan grandes superficies y variados ambientes, ya no son tan localizadas y a veces la presión es tanta que inhibe el desarrollo de la misma provocando una vegetación inducida.

A causa de la complejidad para definir los tipos de fases sucesionales, dada su heterogeneidad florística, ecológica y su difícil interpretación, aún en campo; con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases:

- ✓ Vegetación Secundaria herbácea
- ✓ Vegetación Secundaria arbustiva
- ✓ Vegetación secundaria arbórea

- **Agricultura de temporal**

Se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos donde el ciclo vegetativo de los cultivos depende del agua de lluvia, por lo que su éxito está en función de la cantidad de precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo.

Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola. Pueden ser áreas de monocultivo o de policultivo y pueden combinarse con pastizales o bien estar mezcladas con zonas de riego, lo que conforma un mosaico complejo, difícil de separar, pero que generalmente presenta dominancia de los cultivos cuyo crecimiento depende del agua de lluvia.

En casos muy particulares, como es el cultivo del cafeto, cacao y vainilla, que se desarrollan a la sombra de árboles naturales y/o cultivados, su delimitación cartográfica es muy difícil por medio de sensores remotos de baja resolución por lo que su caracterización se realiza con el apoyo de la observación de campo.

Por su duración, los cultivos se clasifican en:

- ✓ **Anuales:** son aquellos cuyo ciclo vegetativo dura solamente un año, por ejemplo, maíz, trigo, sorgo.
- ✓ **Semipermanentes:** su ciclo vegetativo dura entre dos y diez años, como el caso de la papaya, la piña y la caña de azúcar.
- ✓ **Permanentes:** la duración del cultivo es superior a diez años, como el caso del agave, el coco y frutales como el aguacate.

ii. <u>Uso de suelo y vegetación observado en campo</u>

Con base en el muestreo realizado, la vegetación se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente para en el área del proyecto (AP) y Sistema Ambiental (SA) se presenta vegetación secundaria derivada del bosque tropical caducifolio la cual se presenta en fase arbórea.

La descripción de la vegetación para el AP y el SA se realiza con base en dos factores principales: la flora, las especies que la componen y la fisonomía, es decir, la forma o fenotipo de la vegetación

- *Área del proyecto*

➢ Descripción de la vegetación

El área del proyecto se ubica en una elevación que oscila de los 1506-1572 msnm, la vegetación se desarrolla sobre sobre suelo tipo acrisol húmico y regosol eutrico con clima cálido subhúmedo. El bosque registro dos estratos arbóreo y arbustivo.



Imagen 47.-Vista actual de la ubicación del proyecto.



Imagen 48.-Vista de la vegetación aledaña al proyecto

El estrato arbóreo registro una altura promedio de 9.85 m y un porcentaje de abundancia de 53.84 %; y en el cual se registraron a las siguientes especies: *Andira inermis, Homalium senarium, Hymenaea courbaril, Coccoloba aff. acapulcensis y Ardisia compressa.*



Imagen 49.- Estrato arbóreo que se visualiza aledaño al proyecto



Imagen 50.-Distancia que guarda la vegetación sobre el cruce actual



Imagen 51.-Vista actual de la vegetación en el cruce.

El estrato arbustivo presenta una altura de 2.56 m y un porcentaje de abundancia de 46.15 %, en dicho estrato se registraron las siguientes especies: *Acacia cornigera, Guazuma ulmifolia, Lysiloma aff. auritum, ricinus communis, Simsia aff.annectes y Tabebuia rosea.*



Imagen 52.- Vista de la vegetación con respecto al cruce actual.



Imagen 53.-Vista de la vegetación sobre el km 1+ 480

- Composición florística

Se obtuvo un total de 26 registros, distribuidos en 8 familias, 11 géneros y 11 especies, y de lo cual se desprende el siguiente listado florístico y el cual se presenta por estrato de la vegetación.

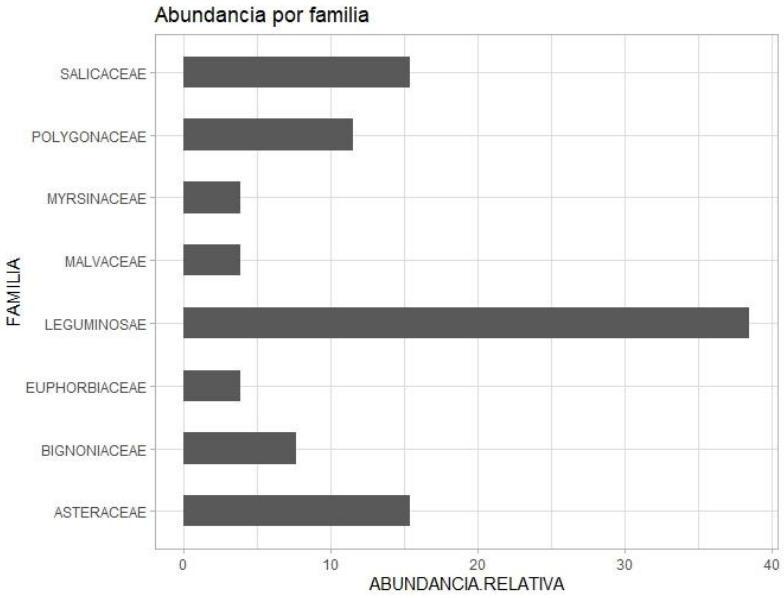
El sistema de clasificación para las Magnoliopsida o dicotiledóneas sigue principalmente la propuesta por Cronquist (1981) y para las Liliopsida o monocotiledóneas la clasificación de Dahlgren et al. (1985) y Kubitzki (1998). Todos los nombres de las plantas fueron verificados en la base de datos W3TROPICOS.

Tabla 17.- Listado florístico del AP.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
ARBOREO	SALICACEAE	*Homalium senarium*	palo piedra	nativa	sin estatus
ARBOREO	MYRSINACEAE	*Ardisia compressa*	maril	nativa	sin estatus
ARBOREO	LEGUMINOSAE	*Hymenaea courbaril*	cuapinol	nativa	sin estatus
ARBOREO	LEGUMINOSAE	*Andira inermis*	tololote	nativa	sin estatus
ARBOREO	POLYGONACEAE	*Coccoloba aff. acapulcensis*	carnero	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	LEGUMINOSAE	*Acacia corginera*	carnizuelo	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	ASTERACEAE	*Simsia aff.annectes*	compuesta flor amarilla	endémica	sin estatus
ARBUSTIVO	LEGUMINOSAE	*Lysiloma aff.auritum*	leguminosa	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	EUPHORBIACEAE	*Ricinus communis*	grilla	exótica-invasora	sin estatus
ARBUSTIVO	MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia*	cuaulote	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	BIGNONIACEAE	*Tabebuia rosea*	macuil	nativa	sin estatus

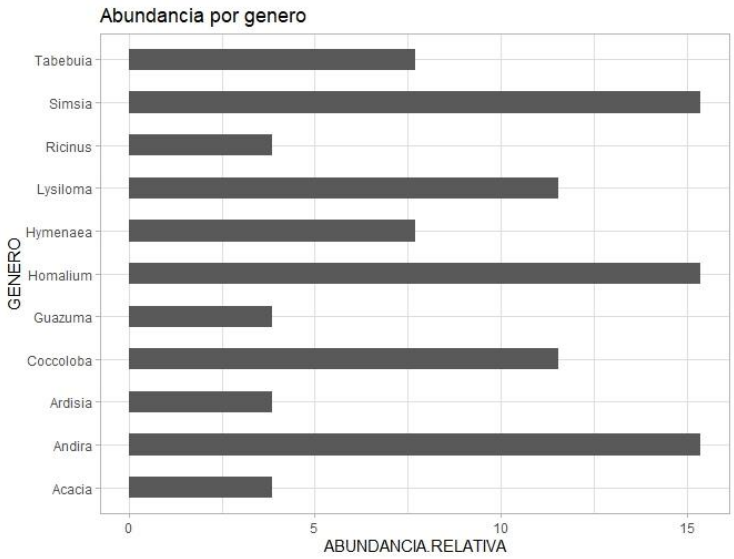
En cuanto a las especies en algún régimen de protección legal se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y no se encontró alguna especie dentro de algún estatus legal.

La abundancia relativa muestra que la familia más abundante es Leguminosae con un 38. 46 % seguida de Asteraceae y Salicaceae con un 15.38 %, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.



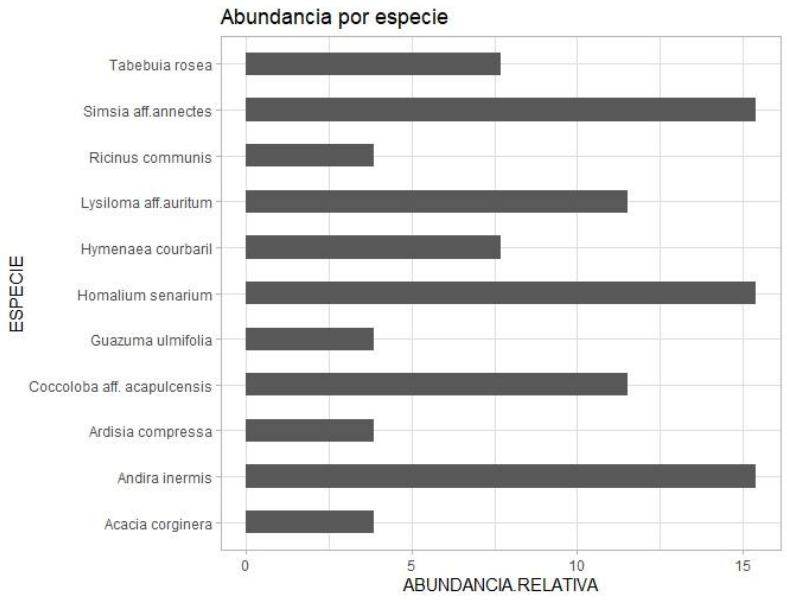
Gráfica 1.- Abundancia relativa de las familias botánicas registradas.

Para el caso de los géneros registrados es tres de ellos representa el 15.38 % de la abundancia total siendo estos *Andira, Homalium* y *Simsia*, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 2.- Abundancias de los géneros botánicos registrados en el AP.

Finalmente, para el caso de las especies más abundantes son *Andira inermis, Homalium senarium y Simsia aff. annectes* las que registran mayor porcentaje, tal y como se muestra en la siguiente gráfica.



Gráfica 3.- Abundancias de las especies registradas en el AP.

- *Sistema Ambiental*

➢ Descripción de la vegetación

En el sistema ambiental se registran suelos de tipo Rendzina, Litosol y luvisol crómico, así como litosol y luvisol crómico, así mismo, presenta clima tipo templado subhúmedo y presenta elevaciones que van de los 560-1330 msnm.



Imagen 54.-Vista de la vegetación al interior del SA.

El estrato arbóreo en el SA presenta una altura promedio de 8.18 m y una abundancia del 57.30 % y en donde se registraron las siguientes especies: *Andira inermis, Ardisia compressa, Cecropia peltata, Homalium senarium, Simisia aff. annectes, Acacia cronigera, Guazuma ulmifolia, Helicarpus americanus, Bursera simaruba. Psidium guajava, Tabebuia rosea y Magifera indica.*



Imagen 55.-Vista de la vegetación en el SA.



Imagen 56.- Estratos de la vegetación en el SA

El estrato arbustivo registra una altura de 1.59 m y una abundancia del 42.69 % y en donde se registran a las siguientes especies: *Acacia cornigera Coccoloba aff. acapulcensis, Guazuma ulmifolia, Heliocarpus americanus, Hymenaea courbaril, Leandra subseriata, Psidium guajava, Senna pallida y Tournefortia cuspidata.*



Imagen 57.-Vegetación en fase arbustiva en el SA.



Imagen 58.-Estado de la vegetación en el SA.

- Composición florística

Se obtuvo un total de 89 registros, distribuidos en 13 familias, 17 géneros y 17 especies, y de lo cual se desprende el siguiente listado florístico por estrato.

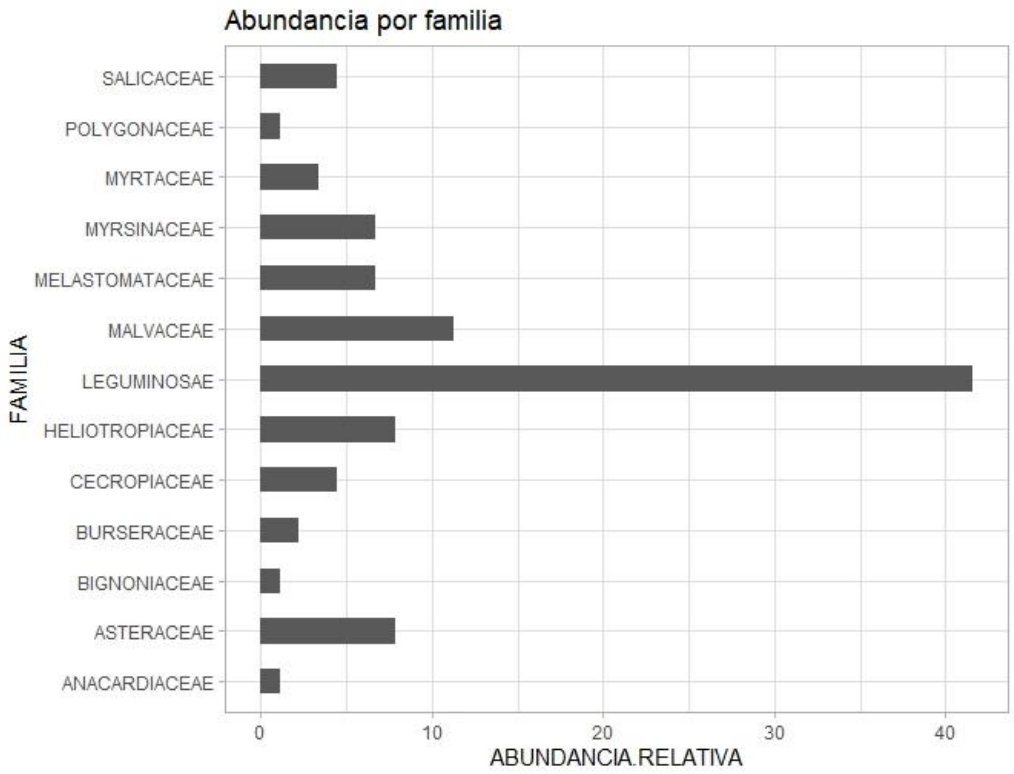
El sistema de clasificación para las Magnoliopsida o dicotiledóneas sigue principalmente la propuesta por Cronquist (1981) y para las Liliopsida o monocotiledóneas la clasificación de Dahlgren et al. (1985) y Kubitzki (1998). Todos los nombres de las plantas fueron verificados en la base de datos W3TROPICOS.

Tabla 18.- Listado florístico del Sistema Ambiental.

Estrato	Familia	Nombre científico	Nombre común	Distribución	NOM-059-SEMARNAT-2010
ARBOREO	BURSERACEAE	*Bursera simaruba*	palo mulato	nativa	sin estatus
ARBOREO	SALICACEAE	*Homalium senarium*	palo piedra	nativa	sin estatus
ARBOREO	LEGUMINOSAE	*Andira inermis*	tololote	nativa	sin estatus
ARBOREO	ANACARDIACEAE	*Mangifera indica*	Mangal	exótica	sin estatus
ARBOREO	MYRSINACEAE	*Ardisia compressa*	maril	nativa	sin estatus
ARBOREO	MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia*	cuaulote	nativa	sin estatus
ARBOREO	ASTERACEAE	*Simsia aff.annectes*	compuesta flor amarilla	endémica	sin estatus
ARBOREO	BIGNONIACEAE	*Tabebuia rosea*	macuil	nativa	sin estatus
ARBOREO	MALVACEAE	*Heliocarpus americanus*	majahua blanca	nativa	sin estatus
ARBOREO	MYRTACEAE	*Psidium guajava*	guayaba	nativa	sin estatus
ARBOREO	LEGUMINOSAE	*Acacia corginera*	carnizuelo	nativa	sin estatus
ARBOREO	CECROPIACEAE	*Cecropia peltata*	guarumbo	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	LEGUMINOSAE	*Hymenaea courbaril*	cuapinol	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	MALVACEAE	*Guazuma ulmifolia*	cuaulote	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	POLYGONACEAE	*Coccoloba aff. acapulcensis*	carnero	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	LEGUMINOSAE	*Senna aff.pallida*	flor de maravilla	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	MALVACEAE	*Heliocarpus americanus*	majahua blanca	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	HELIOTROPIACEAE	*Tournefortia cuspidata*	hierba negra	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	MYRTACEAE	*Psidium guajava*	guayaba	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	LEGUMINOSAE	*Acacia corginera*	carnizuelo	nativa	sin estatus
ARBUSTIVO	MELASTOMATACEAE	*Leandra subseriata*	miconia	nativa	sin estatus

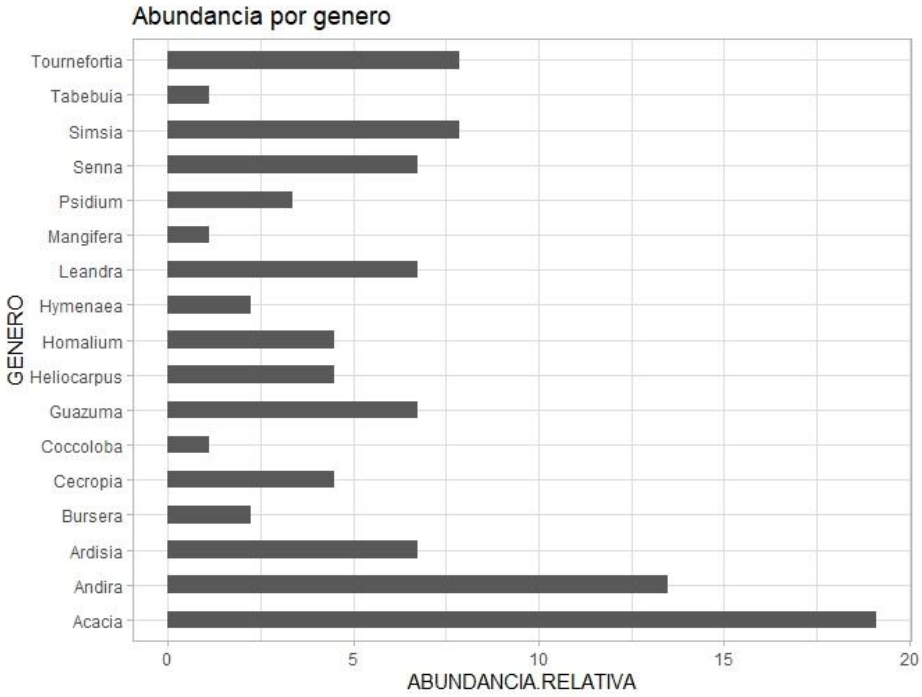
En cuanto a las especies en algún régimen de protección legal se consultó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y no se encontró alguna especie dentro de algún estatus legal.

Con respecto al valor de la abundancia relativa de las familias botánicas registradas en el SA se tiene que la más abundante fue Leguminosae con un 41.57 %, seguida de Malvaceae con un 11.23 %, las cuales en conjunto representan el 52.80 % del total. A continuación, se muestra la gráfica de la abundancia relativa por familia botánica registrada.



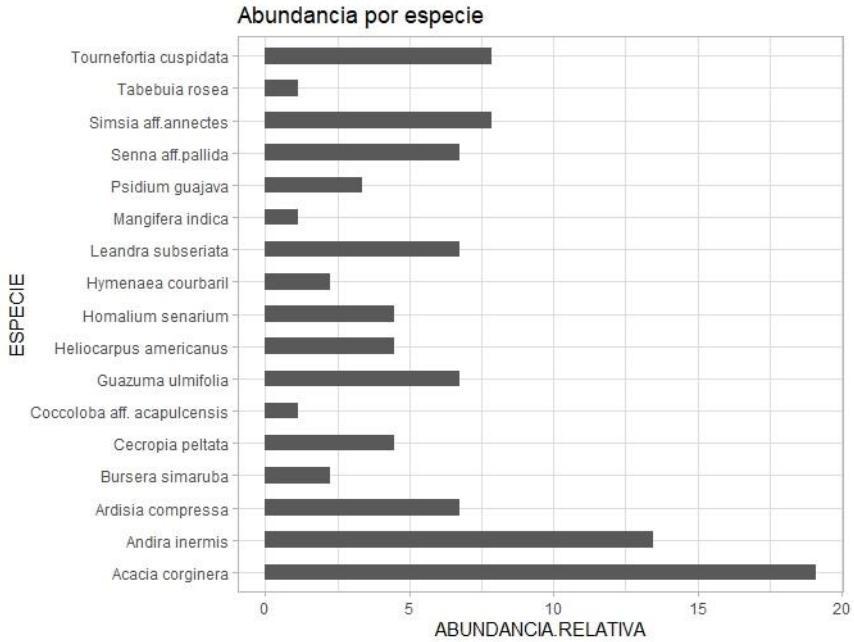
Gráfica 4.- Abundancia de las familias botánicas

En cuanto a los géneros botánicos y su abundancia el que registro mayor abundancia fue *Acacia* con un 19.10 %, seguido de *Andira* con un valor de 13.48 % tal y como se muestra en la gráfica siguiente.



Gráfica 5.- Abundancia relativa de los géneros registrados en el SA.

Finalmente, con respecto a las especies la que registra una mayor abundancia es *Acacia cornigera* con un 19.10 %, seguida de *Andira inermis* (13.48 %), tal y como se muestra en la gráfica siguiente.



-Gráfica 6.- Abundancias relativas por especien en el SA.

iii. Estructura de la vegetación

La estructura se evaluó a través del índice de valor de importancia, el cual expresa la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias.

El valor de importancia de cada especie en el estrato arbóreo se obtiene sumando sus valores de densidad, dominancia y frecuencia y nos proporciona información de la influencia de dicha especie dentro de la comunidad de estudio, varía de 0 a 300.

Los valores obtenidos para el estrato arbóreo y arbustivo, se muestran en tablas en donde se ordenan de acuerdo a las medidas de dominancia.

- *Área del proyecto*

La especie más importante para el estrato arbóreo es *Andira inermis*, de acuerdo con la siguiente tabla del índice de valor de importancia de las especies.

Tabla 19.- Índice de valor de importancia del estrato arbóreo

Nombre.cientifico	dens_rel	freq_rel	dom_rel	ivi
Andira inermis	**28.57**	**16.67**	**34.30**	**26.51**
Homalium senarium	28.57	16.67	24.03	23.09
Hymenaea courbaril	14.29	33.33	20.83	22.82
Coccoloba aff. acapulcensis	21.43	16.67	16.00	18.03
Ardisia compressa	7.14	16.67	4.84	9.55

Para el estrato arbustivo y de acuerdo con los valores estructurales, se muestra que la especie con el valor más alto es *Acacia cornigera.*

Nombre científico	DEN_REL	COB_REL	FREC_REL	IVI
Acacia corginera	**67.140**	**61.590**	**24.490**	**153.220**
Guazuma ulmifolia	10.071	12.318	24.490	46.879
Lysiloma aff.auritum	4.196	5.242	8.163	17.601
Ricinus communis	6.714	8.212	24.490	39.416
Simsia aff.annectes	5.165	5.599	6.122	16.886
Tabebuia rosea	6.714	7.039	12.245	25.998

- *Sistema Ambiental*

En el estrato arbóreo del SA se registró como especie más importante a *Andira inermis.*

Nombre científico	dens_rel	freq_rel	dom_rel	ivi
Andira inermis	**23.529**	**14.286**	**49.253**	**29.023**
Ardisia compressa	11.765	14.286	9.127	11.726

Cecropia peltata	7.843	7.143	17.964	10.983
Homalium senarium	7.843	7.143	7.609	7.532
Simsia aff.annectes	13.725	7.143	1.691	7.520
Acacia corginera	9.804	7.143	2.832	6.593
Guazuma ulmifolia	7.843	7.143	3.046	6.011
Heliocarpus americanus	5.882	7.143	4.882	5.969
Bursera simaruba	3.922	7.143	1.627	4.231
Psidium guajava	3.922	7.143	0.290	3.785
Tabebuia rosea	1.961	7.143	0.979	3.361
Mangifera indica	1.961	7.143	0.701	3.268

Para el estrato arbustivo la especie más importante es *Coccoloba aff. acapulcensis* tal y como se muestra en la tabla siguiente de IVI.

Nombre cientifico	DEN_REL	COB_REL	FREC_REL	IVI
Acacia corginera	**1.573**	**1.407**	**1.420**	**4.400**
Coccoloba aff. acapulcensis	37.754	39.389	17.039	94.182
Guazuma ulmifolia	18.877	19.695	17.039	55.610
Heliocarpus americanus	15.102	15.756	17.039	47.896
Hymenaea courbaril	6.864	3.939	17.039	27.842
Leandra subseriata	3.146	2.973	2.840	8.959
Psidium guajava	10.068	10.504	17.039	37.610
Senna aff.pallida	3.596	3.249	5.680	12.524
Tournefortia cuspidata	3.020	3.089	4.868	10.978

iv. Biodiversidad

En relación con los valores de diversidad obtenidos para los estratos que componen la flora y vegetación, descrita con anterioridad, mediante la riqueza de especies en términos absolutos y en términos relativos. La diversidad y dominancia de especies se estimó mediante los índices de Margalef, Shannon-Wiener, Simpson e índice de valor de importancia, con el paquete BiodiversityR (Kindt, 2009) para software RStudio Versión 1.3.959.

A continuación, se presentan los valores calculados de riqueza, diversidad y equitatividad de especies para el Sistema Ambiental y para el área del proyecto.

Tabla 20.- Valores calculados de riqueza, diversidad y equitatividad de las especies.

ID	riqueza	abundancia	Shannon	Gini-Simpson	equidad de Pielou o J-evenness
AP	11	26	2.258	0.885	0.942
SA	17	89	2.568	0.906	0.906

v. Curva de acumulación de especies

Lo que se observa al muestrear un sitio es que entre más tiempo utilicemos, más especies se irán registrando, sin embargo, el ritmo en que se van añadiendo otras diferentes al inventario es cada vez más lento, por lo

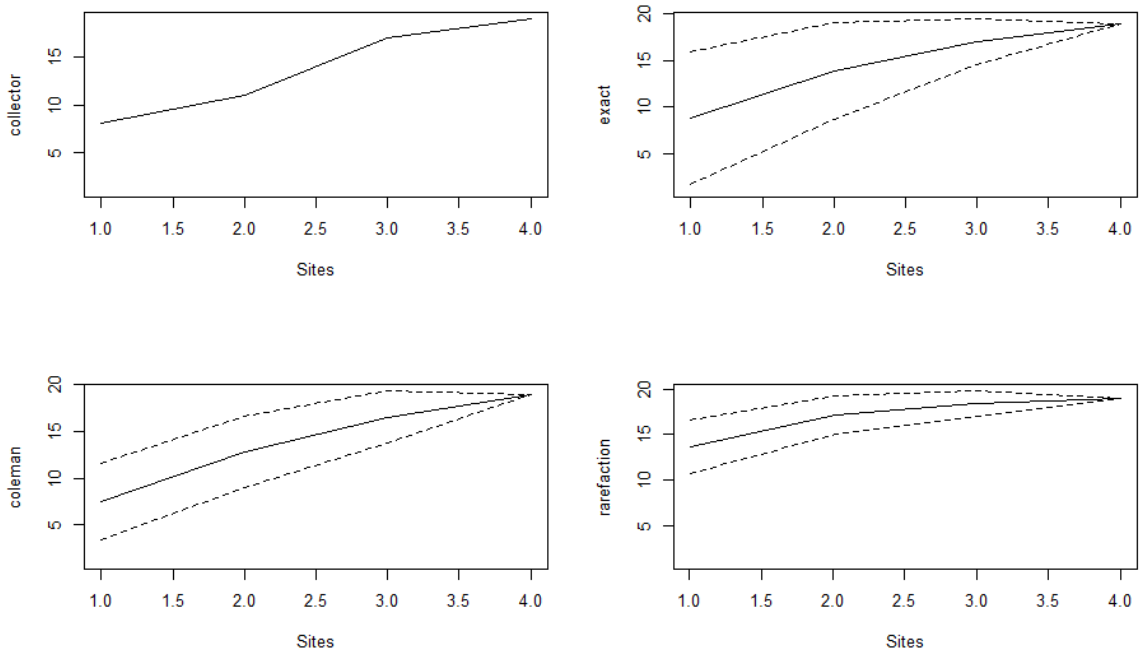
que al graficar el número de las registradas con el esfuerzo de muestreo se dibuja una curva de acumulación de especies o de colector.

Estas curvas están afectadas por el grado de agregación de las especies, el número de las que son raras en los ensambles y el orden en que se agregan las muestras (Magurran, 2004; Kanno y Vokun, 2009). Las especies pueden estar agregadas debido a su comportamiento o porque sus requerimientos específicos están distribuidos de manera heterogénea. También, influyen aspectos aleatorios en el muestreo, de tal manera que, si el orden en que se fueron añadiendo los muestreos fuera diferente, también lo sería la forma de la curva. Por esto último es recomendable usar datos aleatorizados para eliminar el efecto del muestreo y "suavizar la curva".

Por lo tanto, para este estudio se obtuvo la curva de acumulación por el método d rarefacción (rarefy) del paquete vegan (Oksanen, J. 2018 y 2019) para software Rstudio versión 1.3.959. Debido a que algunos índices basados en la riqueza como la de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar esos efectos, pero este ajuste ha demostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas.

Para los datos de campo o para los aleatorizados se pude medir su ajuste a diferentes modelos paramétricos y un factor de corrección para estimadores no paramétricos (Chao1, Chao2, Jack1 y Jack2, ACE, ICE y Boostrap) que mejora su rendimiento en condiciones de submuestreo (Serrano López et al., 2010). El factor de corrección es capaz de reducir el sesgo producido por submuestreo, mientras que a mayor esfuerzo de muestreo converge con los valores originales de los estimadores.

Para este estudio se obtuvieron los estimadores con los procedimientos estimate R y specpool del paquete vegan para software Rstudio versión 1.3.959 a través de la matriz de abundancias, a continuación, se muestra la acumulación de especies y el ajuste de los mismos a diferentes estimadores.



Los modelos para las curvas de acumulación de especies alcanzan una asíntota en estudios que involucran escalas espaciales pequeñas puesto que a escalas mayores se incorpora una mayor diversidad de hábitats con especies diferentes (Gotelli y Colwell, 2011). Los modelos también permiten estimar el esfuerzo de muestreo necesario para hacer crecer nuestro inventario. Generalmente se considera que un inventario esta razonablemente completo cuando el porcentaje de las especies observadas es mayor que 80 % de la riqueza total estimada. A este porcentaje se le llama eficiencia de muestreo o grado de completitud del muestreo.

Finalmente, de acuerdo con los estimadores numéricos a los que se ajusta la curva, tenemos la siguiente tabla:

Species	chao	chao.se	jack1	jack1.se	jack2	boot	boot.se
19	22.429	3.314	25	3.873	26.667	21.980	2.570

***se= error estándar**

En la tabla anterior se indican parámetros de los modelos y la asíntota de la curva o número total de especies, que es la riqueza de especies estimada, a partir de la cual se calcula la eficiencia de muestreo de la siguiente manera (Pineda y Verdú, 2013):

$$Eficienciademuestreo(\%) = \frac{especiesobservadas * 100}{riquezaestimada}$$

De la formula anterior se tiene la completitud del muestreo con respecto a cada uno de los estimadores utilizados:

Completitud del muestreo	chao	jack1	jack2	boot
	86.44	84.71	76	71.25

De acuerdo con los resultados de completitud del muestreo, tenemos que este oscila entre el 71.25 y 86.44 %, por lo tanto, se considera que el inventario esta razonablemente completo, ya que, de acuerdo con Pineda y Verdú, 2013, consideran obtener un porcentaje del 80 % de la riqueza total estimada.

- ***Fauna***

Análisis y conclusiones de los valores de riqueza, equitatividad, estructura y diversidad para la vegetación y fauna en el Sistema Ambiental y Área del proyecto.

La composición de especies, que incluye tanto su número como abundancia relativa, define la estructura biológica de una comunidad. Una comunidad puede estar formada por unas pocas especies comunes, o puede poseer una gran variedad de especies, algunas comunes con una alta densidad poblacional; pero la mayoría rara con bajas densidades poblacionales.

Flora y vegetación

Con base en el muestreo realizado, la vegetación se determinó siguiendo la clasificación propuesta por de Rzedowski (1978), determinado así que la vegetación existente para en el área del proyecto (AP) y Sistema Ambiental (SA) se presenta vegetación secundaria derivada del bosque tropical caducifolio la cual se presenta en fase arbórea.

Riqueza y diversidad de especies

La diversidad de especies es diferente en ambas áreas de estudio (SA-proyecto), recordemos que la diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies (riqueza de especies), como a la abundancia relativa de individuos entre las especies (equitatividad de especies), la riqueza específica para el predio es de 11 y para el Sistema Ambiental es de 17 especies.

Los componentes, riqueza de especies y equitatividad de especies, son útiles en la medida de diversidad. Se dice que una comunidad que contiene unos pocos individuos de muchas especies posee una mayor diversidad que una comunidad que tiene el mismo número total de individuos pero que pertenecen solamente a unas pocas especies.

El índice de diversidad de Shannon (H) mostró valores de 2.25 para el AP y de 2.5 para el SA. El valor del índice de diversidad en sistema ambiental fue más alto (2.5).

El índice de diversidad de Simpson (D) que mide tanto la dominancia como la riqueza tuvo un valor más elevado en el sistema ambiental (0.906) que el área del proyecto (0.884). El índice de equitatividad para Shannon (J) en la vegetación del SA (0,90) y en el AP (0,94) mostraron valores diferentes, por lo cual se considera mayor equilibrio el área del proyecto.

En el caso del bosque de pino-encino distribuido en el SA, el alto valor del índice de Simpson indica una mayor riqueza de especies con respecto al bosque de la zona del proyecto (AP), así como la presencia de un número menor de especies dominantes, esto apoya lo sugerido por el índice de equitatividad de Shannon (Magurran, 1988).

Estructura de la vegetación

Entre el conjunto de especies que componen la comunidad, unas pocas son abundantes, siendo escasas la mayoría, para el caso del SA y el área del proyecto se presentan las abundancias relativas de cada una de las especies con respecto al estrato en el que se ubican. Para el estrato arbóreo en la superficie del SA la especie *Andira inermis* representa el 23.52 % de la densidad total de los árboles, en el caso del proyecto se tiene que *Andira inermis y Homalium senarium* representan cada una el *28.57* % de la densidad total de los árboles. En el caso del AP se muestra un patrón de unas pocas especies comunes junto con muchas especies escasas. Con respecto a la dominancia se registra como especies más dominantes a *Andira inermis* en el SA y el área del proyecto.

La especie dominante puede no ser la especie más esencial de la comunidad desde el punto de vista de flujo de energía o de circulación de nutrientes, aunque este es a menudo el caso más habitual. Las especies más dominantes alcanzan esta condición a expensas de otras especies de la comunidad.

En el caso del estrato arbustivo para el área del proyecto la especie con más abundancia registrada es Acacia cornígera con un 67.14 %. En el caso el SA *es Coccoloba aff.acapulcensis* con un 37.75 % del total de los individuos registrados. Con respecto a los valores de frecuencia en el SA se tiene a 5 especies que registran la misma frecuencia Coccoloba aff. acapulcensis, Guazuma ulmifolia, Heliocarpus americanus, Hymenaea courbaril y Psidium guajava con valor de 17.038 % y para el AP se tiene que *Acacia cornígera, Guazuma ulmifolia y Ricinus communis* con valores de 24.48 % cada uno.

Un factor importante sobre la abundancia de las especies en cada una de las áreas estudiadas en el impacto de las actividades humanas, en este caso las actividades que generan cambios importantes en la zona, tal es el caso del crecimiento urbano, la deforestación, la construcción de carreteras, las obras y servicios de infraestructura regional y urbano, fragmentan grandes áreas de selva y dan paso a la perdida de conectividad del ecosistema.

A medida que van quedado fragmentadas las grandes áreas de bosques y/o selvas el hábitat total se reduce. Aquello que resta queda distribuido en parcelas inconexas de tamaño variable albergado en una matriz de desarrollos urbanos y periurbanos. Las áreas circundantes son también hábitats terrestres con sus propios conjuntos de especies.

A lo largo de los recorridos realizados en las áreas que corresponden al proyecto se pudo constatar que la vegetación se encuentra fragmentada, dichos fragmentos están enclavados dentro de paisajes variados, el territorio circundante ejerce una influencia sobre la calidad del fragmento.

A medida que nos desplazamos sobre el terreno, la estructura física y biológica de la comunidad varía. A menudo estos cambios son pequeños, cambios sutiles en la comunidad de especies o altura de la vegetación. Sin embargo, cuando nos desplazamos más lejos estos cambios se acentúan.

La especie más importante en el estrato arbóreo dentro del SA es *Andira inermis* al igual que en el {área del proyecto*.* Con lo que respecta al estrato arbustivo la especie más importante en el SA es *coccoloba aff.acapulcensis* y el área del proyecto es *Acacia cornigera.*

Dichos parámetros están condicionados por el número y tamaño de los individuos dentro de cada sitio muestreado. La dominancia contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los

individuos de cada especie. Es decir, aquellas especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular mientras que aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso.

- **Fauna**

El muestreó se realizó en la poligonal correspondiente al Sistema Ambiental Regional del proyecto. Para tener un mayor conocimiento previo sobre las posibles especies de fauna presentes en la zona, se llevaron a cabo entrevistas con algunas personas de la comunidad, así como recorridos en campo.

Los muestreos se llevaron a cabo durante tres días, donde se cubrió la vegetación existente, en la que se establecieron cuatro puntos de observación y cuatro transectos distribuidos aleatoriamente sobre la zona, cada transecto con una longitud de 1 km, cubriendo un área muestral de 4 km. A continuación, se presentan los cuadros de los transectos y puntos de observación debidamente georeferenciados.

Tabla 21. Coordenadas UTM de los transectos de muestreo faunístico.

		Coordenadas UTM	
Sitio	clave	E	N
AP	P1	726788.618	1775031.03
AP	P2	726784.742	1775040.24
AP	P3	726810.389	1775052.79
AP	P4	726816.508	1775042.47
SA	T1	727025.545	1775923.6
SA	T1	727009.053	1776089.23
SA	T1	727071.947	1776250.55
SA	T1	727126.508	1776343.76
SA	T1	727046.752	1776460.65
SA	T1	726977.794	1776598.7
SA	T1	727037.62	1776715.93
SA	T1	727039.721	1776855.15
SA	T2	725784.941	1775236.91
SA	T2	725637.135	1775276.5
SA	T2	725477.736	1775392.06
SA	T2	725338.533	1775401.04
SA	T2	725177.84	1775408.54
SA	T2	725015.522	1775447.24
SA	T2	724839.723	1775514.08
SA	T3	724275.437	1775666.17
SA	T3	724052.258	1775713.16
SA	T3	723829.877	1775745.18
SA	T3	723539.472	1775631.52
SA	T3	723310.25	1775715.23

SA	T4	725524.51	1776976.25
SA	T4	725373.911	1776886.27
SA	T4	725317.842	1776734.84
SA	T4	725251.401	1776574.12
SA	T4	725242.591	1776437.61
SA	T4	725154.066	1776322.1
SA	T4	725122.713	1776216.95
SA	T4	725068.176	1776142.34

A continuación, se presenta el mapa de la localización de los transectos

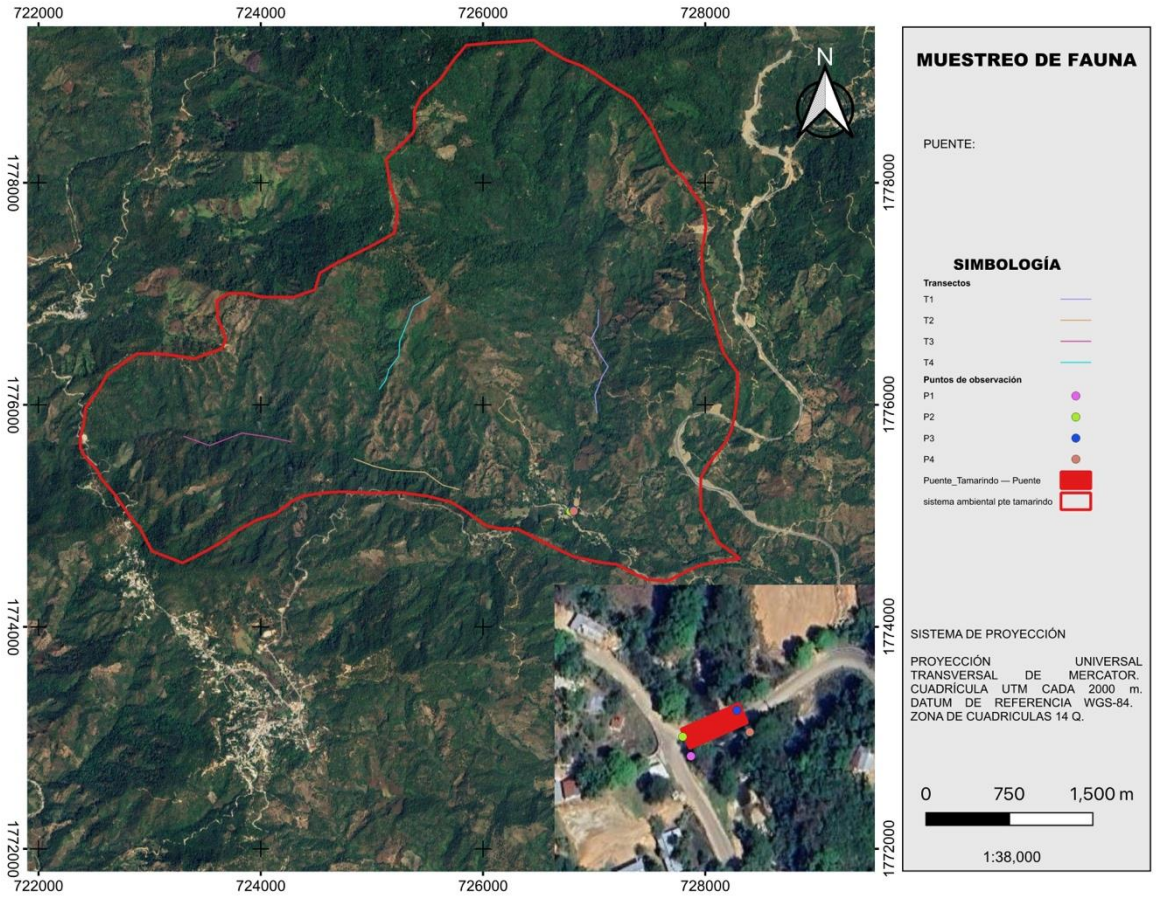


Imagen 59.- Ubicación geográfica de los transectos de muestreo faunístico.

Metodología de muestreo por grupo faunístico

Registro e identificación de especies

- Para estimar la densidad poblacional de numerosas especies de fauna se han utilizado métodos directos y métodos indirectos: en los métodos directos se realizaron observaciones directas (avistamientos), recorridos sobre transectos y capturas, respectivamente; para los registros

indirectos se encontraron rastros (excretas, pelos, madrigueras, echaderos, huellas restos óseos) siguiendo la técnica propuesta por Aranda, 2000.

- Para cada registro se tomaron las coordenadas geográficas, tipo de vegetación, número de registro y nombre científico, estos datos fueron anotados en la libreta de campo. También se llevó a cabo el registro fotográfico de las especies avistadas y de los rastros encontrados, en los cuales se utilizó una navaja para referenciar el tamaño.

- Los datos obtenidos de los monitoreos, fueron anotados en una bitácora de campo (memoria de cálculo de Excel) que contiene el registro de las especies observadas, el número de individuos observados por especie, las áreas y el tipo de vegetación donde se registraron, además de otros datos informativos.

Para el monitoreo de aves, anfibios y reptiles se utilizaron métodos directos a través del conteo de los animales observados sobre los transectos establecidos.

Anfibios y reptiles

La mayora de anfibios muestra mayor actividad después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resultan pocos productivas. La mayoría de los anfibios necesitan ambientes húmedos, así que por lo general se encontraran cercanos a cuerpos de agua, donde pueden ser observados y capturados.

En el caso de los reptiles son difíciles de observar, generalmente a las especies de talla pequeña. El avistamiento de los reptiles varía dependiendo de la temperatura del ambiente, ya que estos dependen de su temperatura corporal.

Para la captura de anfibios se realizaron caminatas diurnas y algunas nocturnas, la colecta de ranas y sapos son muy productivas en época de reproducción durante la temporada de lluvia. Para salamandras y ranas pequeñas fue factible levantar trocos podridos, rocas o removiendo hojarasca acumulada en el suelo.

En el caso de los reptiles se hicieron recorridos lineales para observar individuos y así cuantificar las especies más conspicuas en el área (Heyer *et al*, 2001). Muchas especies de reptiles pueden atraparse manualmente al buscarlas en su ambiente, para ello se usaron guantes de cuero y un bastón herpetológico en especial para serpientes venenosas (Casas y McCoy 1979).

Aves

Diferentes personas varían enormemente en su habilidad y experiencia para la correcta identificación de aves, tanto visual como auditivamente, por lo tanto es esencial que los observadores se encuentren familiarizados con las aves en su área de estudio incluyendo cantos y llamados (Bibby *et al*. 1992, Ralph *et al*. 1996, Alldredge *et al*. 2007a).

Para el muestreo de aves se realizaron transectos a través de uno o varios hábitats, y la caminata se realizó en un tiempo constante, por lo general fue a una velocidad de 1Km/h. El censo de las aves se realizó por la mañana y tarde, ya que es cuando se encuentran más activas (Bibby *et al*. 1992, Wunderle 1994).

Para el avistamiento a distancia se ocuparon binoculares, para la identificación taxonómica se recurrió a las guías especializadas de Howell y Webb, 1995, Peterson y Chalif, 1998; mientras que el registro se llevó a cabo mediante una cámara fotográfica.

Mamíferos

Los métodos para la captura de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas y redes. Si el ejemplar es capturado vivo o muerto depende de la naturaleza del estudio, aunque en la actualidad muchos mamíferos son capturados vivos.

Para este grupo el registro de las especies se hizo mediante rastros, siendo los principales excretas y huellas. Para la identificación de excretas, se observaron las características de dicho rastro para comparar e identificar mediante guías de campo, mientras que para la identificación de huellas se tomaron en cuenta varios aspectos, como la nitidez de la huella, el tamaño, la forma, número de dedos, garras, además de la disposición de las pisadas. Tanto para excretas y huellas se usó la guía especializada de Aranda, 2012.

Manejo de datos

Con los datos obtenidos en campo se construyó una base de datos en Excel con los siguientes valores: clase, orden, familia, nombre científico, nombre común, distribución, endemismo, categoría de riesgos en México con Norma Oficial Mexicana (NOM-059), y numero de registros. Estos valores sirven para estimación de la riqueza de especies y sus respectivas abundancias que son una manera de expresar la diversidad biológica de una zona (Moreno, 2001). Además de las categorías internacionales de IUCN 2020, CITES 2019, PRIORITARIAS DOF 2014 y Evaluación CONABIO, como complementarias.

Los datos fueron introducidos en el paquete estadístico R y manejados con el paquete “dplyr”, con la que se obtuvieron todos los cuadros.

Riqueza

La riqueza es definida como el número de especies que habitan en una comunidad espacial y temporalmente homogénea. Posiblemente es la forma más directa y clara de medir la diversidad biológica (Sarkar, 2002; Magurran, 2004). Sin embargo, medir la riqueza de forma precisa no es una tarea sencilla (Magurran, 2004). De tal forma necesitamos asegurar que nuestra muestra es representativa de la comunidad.

Cuando muestreamos una comunidad el número de especies observadas aumenta con el esfuerzo de muestreo, aunque la riqueza de la comunidad no cambie. Por ello, una comparación de la riqueza es posible sólo a partir de inventarios completos, lo que generalmente es poco práctico o muy difícil de lograr (González-Oreja et al. 2010).

Índices de diversidad

La diversidad es un término complejo definir, por sus problemas semánticos, conceptuales y técnicos a que está sujeto (Hill, 1973; Ludwing y Reynolds, 1988). Según PETT (1974), la diversidad, siempre ha sido definida por los índices utilizados para medirla y no ha adquirido la uniformidad requerida para el establecimiento claro de idea e hipótesis, es decir, que los índices de diversidad son parecidos a los modelos estadísticos que modelan la realidad, pero de una forma u otra son muy convenientes de acuerdo al investigador, pues son ajustados para dar “lo que debería dar”; a pesar de todas la advertencias y cuestionamientos, los índices de diversidad siguen siendo muy populares entre los ecólogos (Ludwing y Reynolds, 1988).

El índice de Margalef mide la diversidad específica:

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

Con la función **diversity** del programa estadístico de R, calculamos los índices más comunes de diversidad según Oksanen (2018), los cuales, son los siguientes:

Shannon–Weaver

$$H' = -\sum_{t=1}^{S} (pi)\,(ln\ p_i)$$

Simpson

$$D = 1 - \sum_{t=1}^{S} p^2 i$$

donde pi es la proporción de las especies i, *S* es el número de especies, y *b* la base del logaritmo (usualmente se usa *ln*, y en este caso se usa H').

La función para igualdad (J, "evenness"), también conocido con índice de Pielou como:

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

La estimación de la riqueza funciona de la siguiente manera: collector: agrega sitios en el orden en que estos ocurren en los datos. exact: encuentra la riqueza media esperada. coleman: encuentra la riqueza esperada siguiendo la función de Coleman rarefaction: encuentra la media aaacumulada de individuos en lugar de sitios. random: estima la riqueza agregando sitios en orden aleatorio (Oksanen, 2018; Oksanen, 2019).

Rarefacción

La riqueza es una de las medidas más simples e intuitivas que describen una comunidad, sin embargo, uno de los problemas del uso de esta medida es su dependencia del tamaño muestreal (Magurran 2004), esto implica que la riqueza (y las otras medidas de diversidad) puede verse influida por variaciones en el esfuerzo muestreal. Aunque el diseño experimental está pensado para estandarizar el esfuerzo muestreal, los tamaños finales muestreales difícilmente son iguales.

> " Un esfuerzo de muestreo desigual puede tener impactos en las medidas de riqueza de especies"
> (Magurran 2004)

Esto representa un inconveniente, ya que muestreos en principio del mismo tamaño, podrían capturar números significativamente diferentes de individuos. De esta manera, necesitamos separar dos conceptos distintos, la densidad de especies de la riqueza de especies.

Algunos índices basados en la riqueza como el de Margalef y Menhinick han sido propuestos para minimizar estos efectos, pero este ajuste ha mostrado ser insuficiente (Magurran, 2004). Una solución más aceptada a este problema es realizar una rarefacción, que es una forma de remuestrear las parcelas en función de un tamaño de muestra único para todas las parcelas.

Específicamente la rarefacción es el proceso de generación de la relación entre el número de especies vs el número de individuos en una o más muestras (Stevens 2009). Esta corrección por el número de individuos nos permite la comparación directa de la riqueza de dos muestras que inicialmente tenían diferente tamaño.

Para poder abordar estos temas utilizaremos la función rarefy del paquete *vegan*. La función rarefy arroja como resultado la riqueza de especies esperada en un determinado tamaño de muestra.

La rarefacción puede realizarse solamente con auténticos datos de conteos. La función *rarefy*se basa en la formulación de Hurlbert (1971), y los errores estándar sobre Heck et al. (1975).

Hurlbert (1971) propone la rarefacción como:

$$S_n = \sum_{i=1}^{S} (1 - q_i)$$

Donde; $q_i = (\frac{n-z_i}{n}) / (N/n)$ que representa las probabilidades de que las especies i no ocurra en una muestra de tamaño n, x_i es el conteo de i especies y (N/n) es el coeficiente binomial o el número de formas en las que puede elegir n de N

En otras palabras la rarefacción permite hacer una interpolación de los datos, obteniendo una riqueza esperada en un tamaño de muestra menor al tamaño que hemos logrado, de esta forma este proceso nos da no solamente la riqueza sino un error estándar. Si la muestra es un vector, la rarefacción se calculará para cada tamaño de la muestra por separado.

En conclusión, el método de rarefacción, además de servir para construir las curvas especies-individuos, permite estandarizar las comparaciones de las curvas de especie-individuos, y estimar la riqueza de especies, ajustando las muestras al valor mínimo de individuos encontrados en una muestra.

Estimadores de Riqueza

Como vemos el efecto que tiene el esfuerzo de muestreo sobre la riqueza hace que medirla de forma exacta y precisa sea un tanto complejo. La comparación de la riqueza debería realizársela sólo a partir de inventarios completos (que han llegado a la asíntota de la curva de acumulación de especies), lo que generalmente es muy difícil de lograr con unos recursos limitados (ej. Longino et al 2002 muestra que después de 30 años de muestreo de hormigas en la estación La Selva en Costa Rica, no se ha logrado alcanzar la asíntota). Una buena opción para determinar la riqueza de una comunidad consiste en estimar el número de especies a partir de un muestreo previo.

Muchos métodos de estimas de la riqueza han sido propuestos, pero las aproximaciones más utilizadas en ecología son mediante métodos paramétricos y no paramétricos (Colwell & Coddington, 1994). Los métodos paramétricos estiman el número de especies ajustando las abundancias de las especies a modelos de distribución paramétrica (series logarítmica, log-normal, o Poisson log-normal). En el caso de las aproximaciones no paramétricas se basan en el estudio de las especies raras y permiten estimar el número de nuevas especies a partir de las relaciones de abundancia o incidencia de las especies ya detectadas en el muestreo (González-Oreja et al. 2010).

Para estimar el número total de especies (riqueza asintótica) utilizaremos estimadores no-paramétricos.

RESULTADOS

Composición

Se registraron 9 especies en dos clases: aves y reptiles. El listado de especies se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22. Listado de especies registradas.

Clase	Orden	Familia	Nombre. Científico	Nombre. Común
Aves	Columbiformes	Columbidae	Patagioenas fasciata	Paloma Encinera
	Cuculiformes	Cuculidae	Crotophaga sulcirostris	Garrapatero pijuy
	Passeriformes	Cardinalidae	Piranga flava	Piranga Encinera
		Icteridae	Icterus graduacauda	Calandria Capucha Negra
		Tyrannidae	Contopus pertinax	Papamoscas José María
			Tyrannus melacholicus	Tirano Pirirí
	Piciformes	Picidae	Melanerpes formicivorus	Carpintero bellotero
Reptilia	Squamata	Colubridae	Pituophis lineaticollis	Cincuate sureño
		Dipsadidae	Manolepis putnami	Culebra cabeza surcada

IV.2.3 Paisaje.

Por paisaje, se entiende a la naturaleza, territorio, área geográfica, medio ambiente, sistema de sistemas, recurso natural, hábitat, escenario, ambiente cotidiano, entorno de un punto, pero ante todo y en todos los casos el paisaje es manifestación externa, imagen, o clave de los procesos que tienen lugar en el territorio, ya sea correspondan al ámbito natural o humano. Y como fuente de información, el paisaje se hace objeto de interpretación: el hombre establece su relación con el paisaje como receptor de información y lo analiza científicamente o lo experimenta emocionalmente. MOPU, (1996).”

Por consiguiente, el análisis de los impactos ambientales en el paisaje causados por el establecimiento de un proyecto debe tratarse como cualquier otro recurso a ser afectado por una acción humana determinada. El paisaje puede ser estudiado desde dos aspectos distintos:

- Donde el valor del paisaje corresponde al conjunto de interrelaciones del resto de los elementos (agua, aire, plantas, rocas, etc.) y su estudio precisa de la previa investigación de éstos.

Donde el paisaje engloba una fracción importante de los valores plásticos y emocionales del medio natural, por lo cual es recomendable su estudio a base de cualidades o valores visuales

IV.2.3.1. Evaluación del paisaje

Los parámetros a utilizar varían de un área a otra y de acuerdo a los objetivos planteados en cada estudio y del proyecto en particular a desarrollar. Por ello existen distintas técnicas utilizadas para inventariar, identificar y posteriormente evaluar el estado del paisaje. Las cuales se abordan principalmente desde sus cualidades de visibilidad, fragilidad y calidad:

A. Visibilidad

La visibilidad es el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada, puede estar determinado por el relieve, altitud, orientación, pendiente, densidad y altura de vegetación, posición del observador y tipo de terreno.

B. Calidad paisajística

La calidad del paisaje está determinada por las características intrínsecas del sitio, la calidad visual del entorno inmediato y la calidad del fondo escénico, todo ello en función de la morfología, vegetación, cuerpos de agua, distancia y fondo visual, en este caso, están referidos y evaluados con relación al paisaje natural.

a) Alta calidad de paisaje cuando existen elementos naturales ubicados en zonas abruptas, con cuerpos de agua y vegetación natural, alejados de los centros urbanos y zonas industriales

b) Calidad moderada de paisaje cuando se presentan elementos de transición con cultivos tradicionales, pastizales, poblaciones rurales y topografía semiplana.

c) Baja calidad del paisaje cuando existe una gran cantidad de infraestructura, actividades económicas, centros urbanos, zonas industriales, relieve plano y usos de suelo agrícolas intensivos.

C. Fragilidad

La fragilidad del paisaje consiste en la capacidad del mismo para absorber los cambios que se producen en el mismo. Los factores que integran la fragilidad paisajística son biofísicos (suelo, vegetación), morfológicos (cuenca visual) y la frecuentación humana.

La evaluación de la fragilidad visual se ha determinado de la siguiente manera:

a) un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y por ende presenta un alto número de observadores potenciales, ya que existen grandes núcleos de población compacta, actividades productivas e infraestructura asociada

b) un paisaje tiene menor fragilidad visual cuando carece o tiene limitadas vías de acceso, relieves pronunciados o abruptos, la superficie de la cuenca visual es pequeña y el número de observadores potenciales es limitado o nulo.

Por lo anterior y de acuerdo a las condiciones de los usos del suelo, así como la ubicación del proyecto se considera que es visible, para el caso de la calidad esta es de tipo moderada debido la transición con zonas de cultivo, así como, por la presencia de poblaciones y la fragilidad visual es mayor debido a la accesibilidad al lugar, la superficie de la cuenca visual es grande por ende representa un alto número de observadores potenciales.



Imagen 60.-Condiciones del Paisaje del Sitio del proyecto

IV.2.4 Medio socioeconómico

IV.2.4.1.- Indicadores sociodemográficos

San Sebastián Coatlán es un municipio rural perteneciente administrativa y políticamente al distrito de Miahuatlán, de la Región Sierra Sur de Oaxaca (Figura 2). Colinda al norte con los municipios de San Jerónimo Coatlán y San Pablo Coatlán; al este con los municipios de San Pablo Coatlán y San Baltazar Loxicha; al sur con los municipios de Santa María Colotepec, San Pedro Mixtepec y San Gabriel Mixtepec; al oeste con los municipios de San Gabriel Mixtepec y San Jerónimo Coatlán (Hernández Ramos, 2011). El municipio contaba con una población total de 2,678 habitantes al año 2015 (INEGI).

Población en viviendas particulares habitadas	Municipio	Entidad
	San Sebastián Coatlán	Oaxaca
Número de personas	2,678	3,967,889
Porcentaje con respecto al total de la entidad	0.07	100.00
Viviendas particulares habitadas	San Sebastián Coatlán	Oaxaca
Número de viviendas	721	1,043,527
Porcentaje con respecto al total de la entidad	0.07	100.00

Imagen .61- Información general del municipio (CONEVAL,2015).

A la cabecera municipal le siguen en orden de densidad poblacional las agencias de San José Cieneguilla y el Porvenir Ballesteros (Hernández Ramos, 2011), las demás agencias, Piedra Campana, Cerro Algodón y El Gavilán. son muy pequeñas y con poco acceso a los servicios básicos. De la población estimada al 2010, un total de 27 personas mayores de 5 años hablaban zapoteco (INEGI, 2010).

La población establecida en la cabecera municipal tiene acceso a la mayoría de los servicios prestados en la comunidad; agua potable, luz eléctrica, drenaje, transporte (Figura 3) y las instalaciones del centro de salud (una unidad médica familiar en la cabecera municipal y una en la agencia Cieneguilla, un Centro de Salud en la agencia El Porvenir y un Centro de Salud con Servicios Ampliados (CESSA) construido a término e inaugurado pero que actualmente no presta servicios y está abandonado (Figura 4). La población generalmente acude a la cabecera de distrito o a la capital del estado para abastecerse de mercancías, para asuntos administrativos o religiosos.

Hay en el municipio y en las agencias grandes algunas escuelas: 4 preescolares, 4 primarias, 2 telesecundarias y 1 bachillerato (IEBO), iglesias, tienda comunitaria, panteón, palacio municipal, canchas de basquetbol, etc. La mayor parte de la población se dedica a la agricultura de subsistencia, principalmente a la siembra del maíz y frijol, en menor medida se dedican a la ganadería y cría de aves de corral, en la producción de miel, a la construcción, venta de alimentos, transporte y comercio local (INEGI, 2010). A pesar de que se ha reconocido que la comunidad tiene potencial forestal, no hay un verdadero proyecto de aprovechamiento forestal comunitario, sino que se han dedicado estos últimos años a la extracción de madera para venta a empresas madereras. La venta de madera de pino les generó únicamente un ingreso de $3, 641 pesos en el 2015, en referencia a un volumen de producción forestal maderable de 3, 435 metros cúbicos (INEGI, 2015).

La comunidad elige a sus autoridades mediante usos y costumbres, en una asamblea general del pueblo. Siendo la asamblea la máxima instancia donde la comunidad toma sus decisiones. Se eligen al presidente

municipal y demás integrantes de su cabildo, además se elige al comisariado de bienes comunales y demás miembros de la comisión agraria. El liderazgo de la comunidad recae en las autoridades municipales elegidas por la comunidad mediante el sistema de usos y costumbre por asamblea: el presidente municipal, los integrantes del cabildo, el comisariado de bienes comunales, el consejo de vigilancia, los agentes y representantes de las localidades. Las autoridades son las que se relacionan externamente con los gobiernos e instituciones estatales y federales. Los principales grupos de actores sociales en la comunidad son la autoridad municipal, los comités de diversas instituciones que existen en el municipio: educativas, de salud, del templo, del sistema de agua potable, de recolección de basura, agricultores, ganaderos, las diferentes organizaciones de café orgánico y productores de miel, además de las diferentes instituciones que tienen presencia en el municipio (Hernández Ramos, 2011).

IV.2.5 Diagnóstico ambiental.

En el presente capítulo se han analizado los componentes físicos, ambientales y sociales con la finalidad de generar una prospección con relación a las obras y actividades a realizar en el municipio de Santa Cruz Itundujia, en específico sobre el camino Santa Cruz Itundujia- Cañada de Morelos. A continuación, se describen los escenarios posibles para los componentes ambientales que se verán afectados por las actividades y obras que se llevarán a cabo por la ejecución del presente proyecto.

De acuerdo con los muestreos realizados en el área donde se construirá el puente, así como en el SA en el cual se encuentra inmerso, se conoció la estructura y la diversidad existentes. Teniendo primeramente que de acuerdo a los datos obtenidos para la flora (especies que componen el ecosistema) y la fisionomía (forma o fenotipo de la vegetación), que la vegetación existente para en el área del proyecto (AP) y Sistema Ambiental (SA) se presenta vegetación secundaria derivada del bosque tropical caducifolio la cual se presenta en fase arbórea.

Lo anterior debido a múltiples factores climáticos, edafológicos, fisiográficos e hidrológicos, así como, antrópicos.

La composición florística del área del proyecto estuvo conformada por de 26 registros, distribuidos en 8 familias, 11 géneros y 11 especies, la abundancia relativa muestra que la familia más abundante es Leguminosae con un 38. 46 % seguida de Asteraceae y Salicaceae con un 15.38 %, para el caso de los géneros registrados tres de ellos representa el 15.38 % de la abundancia total siendo estos *Andira, Homalium* y *Simsia*, y para el caso de las especies más abundantes son *Andira inermis, Homalium senarium y Simsia aff. annectes* las que registran mayor porcentaje. Para el caso del Sistema Ambiental se obtuvo un total de 89 registros, distribuidos en 13 familias, 17 géneros y 17 especies, de las familias botánicas registradas en el SA se tiene que las más abundante Leguminosae con un 41.57 %, seguida de Malvaceae con un 11.23 %, las cuales en conjunto representan el 52.80 % del total, en cuanto a los géneros botánicos y su abundancia el que registro mayor abundancia fue *Acacia* con un 19.10 %, seguido de *Andira* con un valor de 13.48 % y finalmente, con respecto a las especies la que registra una mayor abundancia son *Acacia cornigera* con un 19.10 %, seguida de *Andira inermis* (13.48 %).

Cabe hacer mención no habrá afectaciones sobre las especies de flora registradas, toda vez que las actividades se realizarán en el área donde se encuentra actualmente el puente y el cual cuenta con las condiciones necesarias para realizar dichas actividades. Así mismo, es importante considerar que no se registraron especies en algún régimen de protección legal al consultar la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La diversidad de especies es diferente en ambas áreas de estudio (SAR-proyecto), recordemos que la diversidad de especies hace referencia tanto al número de especies (riqueza de especies), como a la abundancia relativa de individuos entre las especies (equitatividad de especies), la riqueza específica para el predio es de 11 y para el Sistema Ambiental es de 17 especies.

Los componentes, riqueza de especies y equitatividad de especies, son útiles en la medida de diversidad. Se dice que una comunidad que contiene unos pocos individuos de muchas especies posee una mayor diversidad que una comunidad que tiene el mismo número total de individuos pero que pertenecen solamente a unas pocas especies.

El índice de diversidad de Shannon (H) mostró valores de 2.25 para el AP y de 2.5 para el SA. El valor del índice de diversidad en sistema ambiental fue más alto (2.5).

El índice de diversidad de Simpson (D) que mide tanto la dominancia como la riqueza tuvo un valor más elevado en el sistema ambiental (0.906) que el área del proyecto (0.884). El índice de equitatividad para Shannon (J) en la vegetación del SA (0,90) y en el AP (0,94) mostraron valores diferentes, por lo cual se considera mayor equilibrio el área del proyecto.

Entre el conjunto de especies que componen la comunidad, unas pocas son abundantes, siendo escasas la mayoría, para el caso del SA y el área del proyecto se presentan las abundancias relativas de cada una de las especies con respecto al estrato en el que se ubican. Para el estrato arbóreo en la superficie del SA la especie *Andira inermis* representa el 23.52 % de la densidad total de los árboles, en el caso del proyecto se tiene que *Andira inermis y Homalium senarium* representan cada una el *28.57* % de la densidad total de los árboles. En el caso del AP se muestra un patrón de unas pocas especies comunes junto con muchas especies escasas. Con respecto a la dominancia se registra como especies más dominantes a *Andira inermis* en el SA y el área del proyecto.

La especie dominante puede no ser la especie más esencial de la comunidad desde el punto de vista de flujo de energía o de circulación de nutrientes, aunque este es a menudo el caso más habitual. Las especies más dominantes alcanzan esta condición a expensas de otras especies de la comunidad.

En el caso del estrato arbustivo para el área del proyecto la especie con más abundancia registrada es Acacia cornígera con un 67.14 %. En el caso el SA *es Coccoloba aff.acapulcensis* con un 37.75 % del total de los individuos registrados. Con respecto a los valores de frecuencia en el SA se tiene a 5 especies que registran la misma frecuencia Coccoloba aff. acapulcensis, Guazuma ulmifolia, Heliocarpus americanus, Hymenaea courbaril y Psidium guajava con valor de 17.038 % y para el AP se tiene que *Acacia cornígera, Guazuma ulmifolia y Ricinus communis* con valores de 24.48 % cada uno.

Un factor importante sobre la abundancia de las especies en cada una de las áreas estudiadas en el impacto de las actividades humanas, en este caso las actividades que generan cambios importantes en la zona, tal es el caso del crecimiento urbano, la deforestación, la construcción de carreteras, las obras y servicios de infraestructura regional y urbano, fragmentan grandes áreas de selva y dan paso a la perdida de conectividad del ecosistema.

A medida que van quedado fragmentadas las grandes áreas de bosques y/o selvas el hábitat total se reduce. Aquello que resta queda distribuido en parcelas inconexas de tamaño variable albergado en una matriz de

desarrollos urbanos y periurbanos. Las áreas circundantes son también hábitats terrestres con sus propios conjuntos de especies.

A lo largo de los recorridos realizados en las áreas que corresponden al proyecto se pudo constatar que la vegetación se encuentra fragmentada, dichos fragmentos están enclavados dentro de paisajes variados, el territorio circundante ejerce una influencia sobre la calidad del fragmento.

A medida que nos desplazamos sobre el terreno, la estructura física y biológica de la comunidad varía. A menudo estos cambios son pequeños, cambios sutiles en la comunidad de especies o altura de la vegetación. Sin embargo, cuando nos desplazamos más lejos estos cambios se acentúan.

La especie más importante en el estrato arbóreo dentro del SA es *Andira inermis* al igual que en el área del proyecto. Con lo que respecta al estrato arbustivo la especie más importante en el SA es *coccoloba aff.acapulcensis* y el área del proyecto es *Acacia cornigera.*

Dichos parámetros están condicionados por el número y tamaño de los individuos dentro de cada sitio muestreado. La dominancia contribuye a reconocer el grado de uniformidad en la distribución de los individuos de cada especie. Es decir, aquellas especies que presentan un valor mayor son aquellos que poseen un patrón regular mientras que aquellas con valor bajo son características de un patrón agregado, irregular y disperso.

Los procesos de degradación y erosión del suelo van aunados a los usos de suelo derivado de la agricultura y ganadería, así como, la expansión de los asentamientos humanos, ahora bien, considerando las etapas a ejecutar para el desarrollo del presente proyecto, el factor con mayor impacto será el suelo, durante la construcción, mismos que se realizaran siguiendo la normatividad vigente para el uso de maquinaria y equipo. Por lo tanto, la afectación sobre la escorrentía superficial no se verá afectada, toda vez que solo se realizaran las bases del puente dentro del Rio y el puente quedara por arriba de las corrientes de agua, de esta manera en época de lluvias la corriente seguirá su cauce normal, ya que este no se modificara por ninguna de las actividades que conlleva la construcción del puente.

Para el factor atmosférico se considera un aumento en la emisión de partículas, sin embargo, no se afecta el estado del mismo a largo plazo, solo se considera un impacto al momento de la construcción del puente.

Cabe destacar que en cuanto a nivel del SA, al ser el bosque tropical caducifolia la vegetación natural de la generalidad del sistema ambiental, y uno de sus componentes principales y reguladores, las escasas acciones de manejo aplicadas han llevado a la masa arbolada a un estado de declinación, en donde el proceso de regeneración natural no está presente o es irregular, afectando con ello la continuidad de la masa forestal, lo que resulta evidente en áreas como es el sitio del proyecto y su zona de influencia, actualmente carentes de vegetación nativa en la mayor parte de su territorio con presencia de vegetación de tipo secundaria .

Así mismo, los procesos que se llevan en el SA, así como, las actividades que han generado cambios en el mismo, en términos generales, la disposición de los servicios ambientales ha sido afectada con anterioridad y nuevamente será expuesta a afectaciones, dando por hecho una reducción de los mismos.

El impacto sobre el factor social es el desarrollo económico en este caso de los habitantes locales dado que para este rubro se considera un impacto positivo la generación de empleos.

CAPITULO V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

V.1.-IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

De la información obtenida en los capítulos II y IV se determinan las interacciones entre el proyecto y el ambiente, tal integración seguirá dos líneas de trabajo paralelas, la primera que analiza el proyecto y que concluye con la identificación de las etapas y actividades del proyecto susceptibles de producir impactos significativos, la segunda analiza el ambiente en el contexto del SA para identificar los componentes ambientales que potencialmente pueden ser afectados por las acciones derivadas de las etapas y actividades del proyecto. Por lo tanto, a continuación, se presenta a manera de tablas las etapas y actividades que componen al proyecto, así como, el medio y los componentes que recibieron impactos al iniciar el proyecto y también se muestran los componentes que son susceptibles a recibir impactos para concluir la obra .

Así mismo, cabe destacar que la evaluación se realiza evaluando los impactos ocasionados por el proyecto, bajos las estimaciones que se hicieron en el capítulo IV y las afectaciones que ocurrirán para poder culminar las obras y actividades del predio, así como, su operación y mantenimiento.

Tabla 23.- Actividades contempladas para cada una de las etapas del proyecto

Etapa	Actividades a ejecutar
I. Preliminares	Habilitación de obra temporal
	Limpieza y trazo
II. Construcción	
Sub-estructuras	Excavación
	Armado y colado de estribos y aleros
	Armado y colado de coronas y diafragmas
Super- estructura	**Armado y montaje de trabes**
	Armado y colado de diafragmas
	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones
	Colocación de parapeto metálico
Accesos	Formación y compactación de terraplenes
	Armado y colado de losas de acceso
III. Operación	Operación al tráfico vehicular
IV. Mantenimiento	Actividades de mantenimiento

Derivado de lo anterior, los requisitos para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos consideran los siguientes puntos:

- Ser representativos del entorno afectado, y por consiguiente del impacto total sobre el medio producido por la ejecución del Proyecto.
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias.
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo.
- Cuantificables, dentro de lo posible.

Por lo tanto, en la tabla, se presentan los factores ambientales susceptibles de recibir impactos.

Tabla 24.-Componentes y factores susceptibles de recibir impactos.

Medio	Componente	Factor	Impacto
Abiótico	Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno
			Erosión del suelo
			Modificación de la morfología del suelo
			Vibraciones
		Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial
			Riesgos sanitarios
	Agua	Superficial	Arroyos afectados
		Recarga	Metros de profundización del agua
		Calidad	Contaminación de cuerpos de agua
			Sedimentación
			Dinámica hidrológica
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos
			Emisión de partículas (polvo)
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido
	Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática
Biótico	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos
		Abundancia	Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes
		Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad

V.1.1.-METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Existen gran número de técnicas para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales producidos por un Proyecto en particular, por lo que la elección de un método en específico depende de la complejidad del problema y de los datos requeridos por las propias metodologías. Por lo que es importante que la técnica elegida utilice de manera óptima la información recabada y se evite de este modo que la evaluación sea nada más una agregación de datos sin analizar.

Entre los métodos empleados para la evaluación de impacto ambiental destacan las listas de verificación, las matrices de interacción y la superposición de capas vectoriales de distintas temáticas. Las matrices interactivas (causa-efecto) por su facilidad de integrar la información han sido las más utilizadas en la

evaluación de impacto ambiental, ya que permiten evaluar las acciones del Proyecto o actividades sobre los factores ambientales (Bojórquez-Tapia y Ortega-Rubio, 1989).

Las principales ventajas de utilizar esta matriz consisten en que es muy útil como instrumento de selección para desarrollar una identificación de impactos y puede proporcionar un medio valioso para comunicarlos, al proporcionar un desarrollo visual de los elementos impactados y de las principales acciones que los producen, el uso de las matrices es un método ampliamente usado en los procesos de evaluación ya que facilitan el estudio de diversas actividades dentro del proceso, además de que puede ser utilizado como un método de resumen para la comunicación de resultados.
En el presente estudio se aplicó el método de "Matriz Interactiva de Leopold Modificada". Esta técnica de identificación de impactos ambientales, ayudará a la determinación de los componentes del área de estudio que resultaron y resultarán impactados en cada una de las fases del proyecto.

V.2.-CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para identificar las interacciones existentes entre las actividades del Proyecto, sus componentes y factores ambientales, se elaboró la matriz de identificación de las interacciones ambientales (matriz de Leopold, modificada). Se ordenan sobre las columnas las actividades del Proyecto y sobre los renglones o filas se incluyen los factores ambientales a impactar. La existencia de interacción entre las actividades del Proyecto y los factores ambientales se resalta en la matriz impacto rellenándose las celdas de intercepción, asimismo se asigna el carácter del impacto, el cual puede ser positivo (+) o negativo (-), como se observa en la tabla siguiente.

Tabla 25.-Matriz de identificación de las interacciones ambientales del proyecto.

Medio	Componente	Factor	Impacto	I.PRELIMINARES		II.CONSTRUCCIÓN									III.OPERACIÓN	IV.MANTENIENTO
						SUBESTRUCTURA			SUPERESTRUCTURA				ACCESOS			
				Habilitación de obra temporal	Limpieza del sitio	Excavación	Armado y colado de estribos y aleros	Armado y colado de coronas y diafragmas	Armado y montaje de trabes	Armado y colado de diafragmas	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	Colocación de parapeto metálico	Formación y compactación de terraplenes	Armado y colado de losas de acceso	Apertura al tráfico vehicular	Actividades de mantenimiento
Abiótico	Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno	-		-							-			
			Erosión del suelo			-										
			Modificación de la morfología del suelo			-							-			
			Vibraciones	-		-							-		-	
		Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
			Riesgos sanitarios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Agua	Superficial	Arroyos afectados	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Recarga	Metros de profundización del agua			-	-						-			
		Calidad	Contaminación de cuerpos de agua	-		-	-	-	-	-	-					
			Sedimentación			-	-	-								
			Dinámica hidrológica			-	-						-			
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
			Emisión de partículas (polvo)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-

	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática			-									-	
Biótico	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	-	-	-	-	-								
		Abundancia	Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos													
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		-
		Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población												+	
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-		
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad			-	-	-								

Impacto Positivo	+	**13**
Impacto Negativo	-	**126**

Total, de interacciones	**139**

Como se observa en la tabla anterior se identificaron un total 139 interacciones ambientales de las cuales 13 se consideran impactos positivos y 126impactos negativos. Siendo el medio socioeconómico el que registra todos los impactos positivos, por lo que en este sentido el proyecto favorece, con lo que respecta a los impactos negativos estos se distribuyen en su mayoría en el medio abiótico, seguido del medio socioeconómico y finalmente el medio biótico, a continuación, se muestra a manera de gráfica lo mencionado con anterioridad.

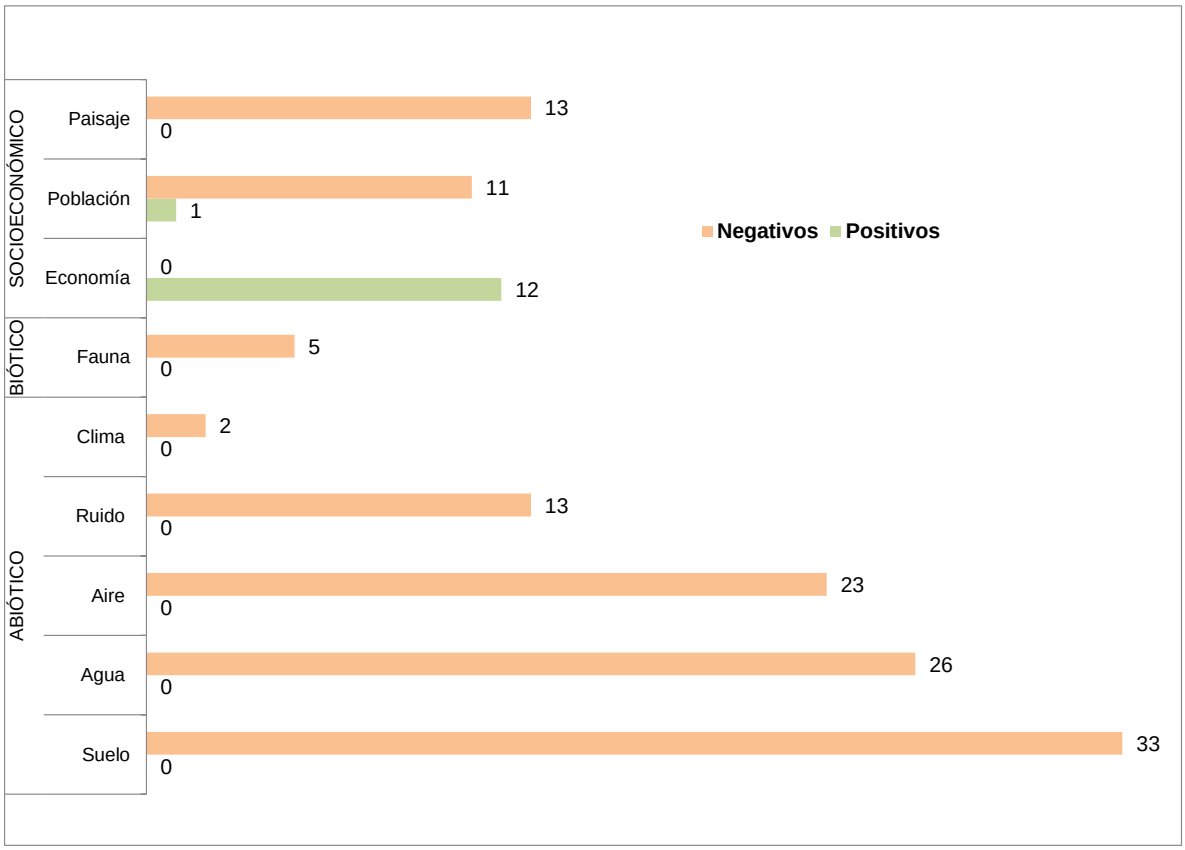


Imagen 62.-Distribución de impactos por medio y componente ambiental.

En cuanto a cada etapa del proyecto se tiene que para la etapa I. Preparación, el número de impactos negativos es de 18 y de positivos 2, para la etapa II. Construcción se registran 101 impactos negativos y 9 impactos positivos, la etapa III. Operación muestra 3 impactos negativos y 1 positivo la última etapa de IV. Mantenimiento muestra 4 impactos negativos y 1 impacto positivo.

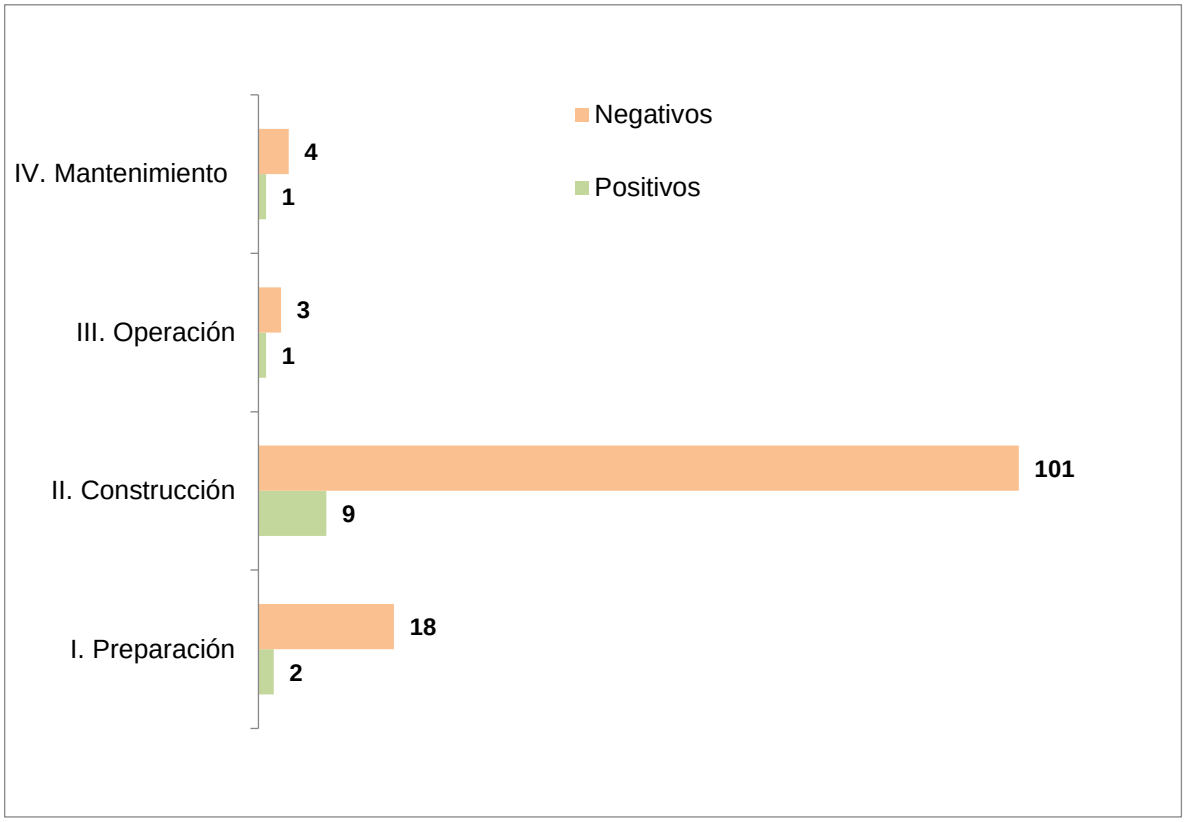


Imagen 63.-Gráfica de distribución de los impactos positivos y negativos por etapa del proyecto.

Finalmente, dentro de la identificación de los impactos también se consideró el análisis de su distribución de acuerdo a cada actividad y etapa del proyecto, lo cual muestra que las actividades de excavación, registran el mayor número de impactos negativos tal y como se muestra en la siguiente imagen.

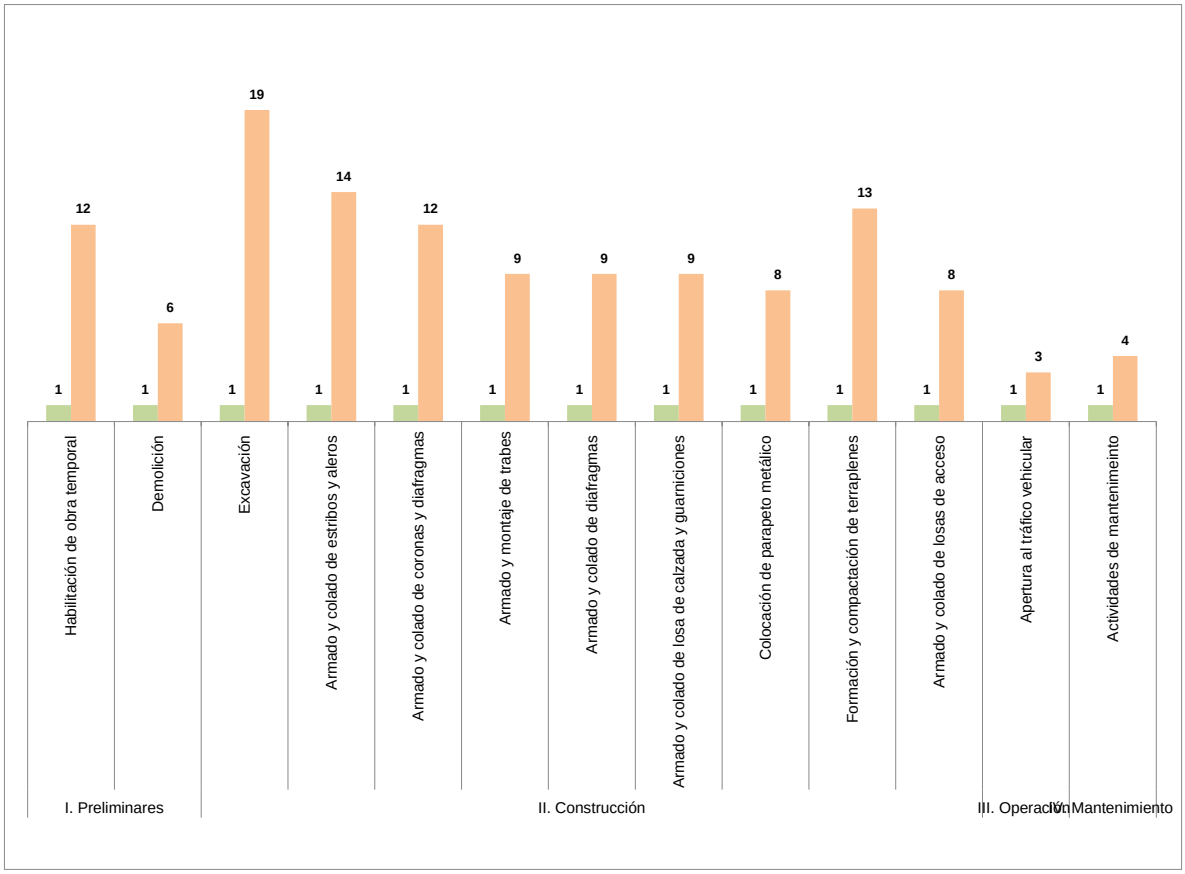


Imagen 64.-Distribución de los impactos por etapa del proyecto.

V.2.1.-INDICADORES DE IMPACTO

El ámbito del medio afectado es difícil de establecer "a priori", puesto que los impactos que pueden generarse se distribuirán espacialmente de distinta forma según las características del entorno que se trate y de cada uno de los componentes ambientales que caracterizan al territorio. A nivel general, y teniendo en cuenta que estos criterios pueden modificarse notablemente según avance el estudio, se pueden considerar los siguientes ámbitos orientativos de acuerdo con los distintos elementos del medio.

Conforme a la definición de "indicador", a continuación, se presenta un cuadro en el que se incluyen los factores ambientales impactados por las acciones del proyecto y los indicadores que permiten dimensionar la magnitud e importancia de los impactos negativos, ocasionados al ambiente de la zona donde se ejecuta la obra.

Tabla 26.- Indicadores de impacto por componente ambiental.

Componente	Factor	Impacto	Indicador
Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno	Incremento en la inestabilidad del terreno.
		Erosión del suelo	Perdida de suelo por agentes hídricos y eólicos.
		Modificación de la morfología del suelo	Modificación del relieve, eliminación de las propiedades biológicas y físico-químicas del suelo.
		Vibraciones	Movimientos del suelo

Componente	Factor	Impacto	Indicador
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.	Generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.
		Riesgos sanitarios	Por la defecación y orina al aire libre.
Agua	Superficial	Arroyos afectados	Número de arroyos afectados
	Recarga	Metros de profundización del agua	Metros de profundización del agua
	Calidad	Contaminación de cuerpos de agua	Mantener la calidad del agua de los cuerpos de agua
		Sedimentación	Aporte de sedimentos por actividades humanas a los cuerpos de agua
Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	Uso de maquinaria y vehículos de combustión que generan emisiones a la atmósfera.
		Emisión de partículas (polvo)	Emisión de partículas sólidas (polvo).
Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	Niveles de ruidos emitidos o nivel de presión sonora de acuerdo al equipo utilizado.
Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática	Por la emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria y vehículos de combustión.
Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	Desplazamiento de aves y fauna terrestre.
Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	Mano de obra requerida en todas las etapas del proyecto.
Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	Número de accidentes laborales en cada una de las etapas del proyecto.
	Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población	Culminación de la estructura en óptimas condiciones.
Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	Personas quejosas por la mala visualización del entorno inmediato por la generación de contaminantes y partículas.
	Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	La no apreciación del fondo escénico.

V.3.- VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

Los criterios y métodos de evaluación del impacto ambiental pueden definirse como aquellos elementos que permiten valorar el impacto ambiental de un Proyecto o actuación sobre el medio ambiente. En ese sentido estos criterios y métodos tienen una función similar a los de la valoración del inventario, puesto que los criterios permiten evaluar la importancia de los impactos producidos, mientras que los métodos de evaluación lo que tratan es de valorar conjuntamente el impacto global de la obra.

Para la valoración se procede a calificar el impacto ambiental considerando los criterios: básicos (intensidad del impacto, extensión del efecto y duración de la acción) y complementarios (sinergia, acumulación, controversia y mitigación), como se presenta en las tablas siguientes, en donde cada valor va de acuerdo al componente que se evalúa.

Los criterios de valoración están diferenciados en dos categorías la primera de la valoración del medio abiótico y biótico, y la segunda evalúa el medio socioeconómico. Esta separación de medios es con el fin de poder evaluar adecuadamente la significancia de los posibles impactos ambientales en las etapas: preliminares, construcción; operación y mantenimiento.

Tabla 27.-Criterios básicos y complementarios para valorar el medio biótico y abiótico.

Escala	Intensidad Del Efecto (I)	Extensión del Efecto (E)	Duración Del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	Definida por la superficie proporcional del recurso dentro de la poligonal del sistema ambiental y el sitio que se verá dañado por determinada acción o actividad del proyecto, o bien, por el límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la normativa correspondiente.	Definida por el alcance del efecto a partir del sitio en donde se genera dicho efecto.	Extensión en el tiempo del efecto generado por determinada acción o actividad del Proyecto	Definidas por el grado de interacción entre impactos	Definidas por el nivel de acumulación entre impactos	Definida por la existencia de normatividad ambiental aplicable y la percepción del recurso por la sociedad civil.	Definida por la existencia y efectividad de las medidas de mitigación.
0				**Nula.** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula.** Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional **NO** manifiestan preocupación por la acción o por el recurso	**Nula**. No hay medidas de mitigación
1	**Mínima:** Cuando la afectación cubre 10 % o menos del total de los recursos existentes o cuando los valores de la afectación representan 50 % del límite permisible en la normativa aplicable.	**Puntual:** Si el efecto no rebasa el área de influencia	**Corta:** Cuando el efecto dura menos de 1 mes	**Ligera.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas	**Poca.** Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local manifiesta preocupación por la acción o el recurso.	**Baja**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en menos de un 24 %
2	**Moderada:** Cuando la afectación cubre el 10 al 50% del total de los recursos existentes o si los valores de afectación representan entre 51 a 100 % del límite permisible.	**Local:** Si el efecto ocurre entre el área de influencia y el límite del área de estudio	**Mediana:** Cuando el efecto dura entre 1 mes y 1.5 años	**Moderada.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas	**Media**. Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo componente	**Moderada**. Cuando la acción está regulada por la normativa ambiental y/o la sociedad civil local y regional manifiesta su preocupación por la acción o el recurso.	**Media**. Si la medida de mitigación aminora las afectaciones entre 25 y 74%
3	**Alta:** cuando la afectación cubre más de 50 % del total de los recursos existentes o si los valores de afectación rebasan el límite permisible por la normativa aplicable.	**Regional:** Si el efecto rebasa el área de estudio	**Larga:** cuando el efecto dura más de 1.5 años	**Fuerte.** Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.		**Alta**. Cuando la acción NO está regulada por la normativa ambiental y la sociedad civil local y regional manifiestan preocupación por la acción y por el recurso.	**Alta**. Si la medida de mitigación aminora la afectación en un 75 % o más

Tabla 28.-Criterios básicos y complementarios para valorar el medio socioeconómico.

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	Definida por la mejora del componente económico, por la población que se verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido con la norma correspondiente.	Definida por el alcance espacial de la mejora del componente económico y el alcance de los impactos para la población que se verá afectada por la ejecución del proyecto, así como, por la superficie proporcional del paisaje que se verá afectado por determinada acción o actividad del proyecto o bien por el límite permisible de las afectaciones que causará determinada acción con respecto a lo establecido en la norma.	Definida por la extensión en el tiempo de la mejora del componente	Definido por el grado de interacción entre impactos	Definida por el nivel de acumulación entre impactos (No aplica para impactos positivos)	Definida por la percepción del Proyecto por la sociedad civil (No aplica para impactos positivos)	Definida por la existencia de medidas y/o recomendaciones que aseguren la mejora del efecto. (No aplica para impactos positivos)
0				**Nula:** Cuando no se presentan interacciones entre impactos	**Nula**: Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos	**No existe**: Cuando la sociedad civil local y regional NO manifiesta preocupación por el Proyecto	**No existe**: No existen medidas de mitigación
1	**Mínima**: Cuando el componente se mejora 25% o menos. Cuando se presenta de 0-1 accidentes por día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones menores al 50% de los límites permisibles. Cuando la actividad afecte menos del 50% del fondo escénico.	**Puntual**: Cuando la mejora del componente se refleja sólo en las localidades por las que se ejecuta el Proyecto. Cuando los accidentes son en el sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de menor gravedad. Cuando se afecta localidad visual del entorno inmediato y se perturba la visibilidad en menos de un 50%.	**Corta**: La mejora del componente se manifiesta sólo durante las actividades de preparación del sitio. Cuando un accidente es de menor gravedad. Cuando la afectación al paisaje solo presenta en las actividades de preparación del sitio y construcción.	**Ligera**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	**Poca**: Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones diferentes sobre el mismo componente ambiental	**Mínima**: Cuando la sociedad civil local manifiesta preocupación por el Proyecto	**Existe**: Cuando existen medidas y/o recomendaciones que aminoren el impacto sobre el medio socioeconómico.
2	**Moderada**: Cuando el componente se mejora entre 26 y 75%. Cuando se presentan de 2 accidentes	**Local**: Cuando la mejora del componente se refleja en las localidades y municipios en los que se ejecuta el	**Mediana**: La mejora del componente dura sólo hasta la entrada en operación del Proyecto	**Moderada**: Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no	**Media**: Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones diferentes	**Moderada**: Cuando la sociedad civil local manifiesta objeción por el Proyecto	

Escala	Intensidad Del Efecto	Extensión del Efecto (E)	Duración del Efecto (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Mitigación (M)
	a más al día. Mala calidad visual del entorno inmediato por afectaciones mayores al 50%. Cuando la actividad afecte más del 50% del fondo escénico.	Proyecto. Cuando los accidentes ocurren fuera del sitio del proyecto. Cuando los accidentes son de mayor gravedad. Cuando se afecta la calidad visual del entorno y se perturba la visibilidad mayor a un 50%.	y/o hasta su tiempo de vida útil. Cuando el accidente es de mayor gravedad. Cuando la afectación al paisaje se presenta durante la vida útil del proyecto.	rebasa el doble de las mismas	sobre el mismo componente ambiental		

Los criterios de las tablas anteriores se utilizan posteriormente para evaluar los Índices Básico y Complementario respectivamente; con la evaluación de estos índices se procede a calcular el Índice de Impacto, a partir de este último y con la valoración de las medidas de mitigación se obtiene la significancia del impacto; de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Índice Básico. Este índice se obtiene utilizando tres criterios básicos (intensidad, extensión y duración) mediante la siguiente ecuación:

$$IB_{ij} = \frac{I_{ij} + E_{ij} + D_{ij}}{9}$$

Dónde:
Iij = intensidad del impacto
Eij = extensión del impacto
Dij = duración de la acción
El origen de la escala de valoración es de 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice va de 0.33 £ IB £1

Índice Complementario. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:
Para los factores abióticos, bióticos y socioeconómicos:

$$IC_{ij} = \frac{S_{ij} + A_{ij} + C_{ij}}{9}$$

Dónde:
Sij = Sinergia
Aij = Acumulación
Cij = Controversia

En este índice el origen de la escala es cero debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por los que sus valores pueden ubicarse en el siguiente intervalo: 0 ≤ IC ≤ 1.

Índice del Impacto sin medidas de mitigación: El índice de impacto está dado por la combinación de los criterios básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los criterios complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor de impacto se incrementa. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$II_{ij} = IB_{ij}^{(1-IC_{ij})}$$

Dónde:
IBij = Índice Básico
ICij = Índice Complementario

Índice del impacto con medidas de mitigación: Obtenidos los indicadores IB, IC e II (Índice básico, complementario y de impacto, respectivamente) se procedió a calcular el índice del impacto con medidas de mitigación, tomando en consideración su existencia y, en su caso, eficiencia esperada (Mij), utilizando la siguiente fórmula:

Para medio abiótico y biótico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - \frac{M_{ij}}{3}\right)$
Para medio socioeconómico: $S_{ij} = II_{ij} \cdot \left(1 - M_{ij}\right)$

Dónde:
Iij = *Índice de impacto*
Mij = *Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación*

Significancia el impacto: De acuerdo con los valores obtenidos para el índice del impacto, se otorgaron los valores de significancia, según los siguientes intervalos:

- Impacto no significativo (NS): **0.000 a 0.200**
- Impacto poco significativo (PS): **0.201 a 0.400**
- Impacto moderadamente significativo (MS): **0.401 a 0.600**
- Impacto significativo (S): **0.601 a 0.800**
- Impacto muy significativo (MMS): **0.801 a 1.000**

Después de asignar las categorías de impacto, y realizar los cálculos de índices correspondientes se obtuvieron los resultados de la siguiente tabla.

Tabla 29.-Matriz de Leopold modificada para determinar la valoración de los impactos ambientales.

Medio	Componente	Factor	Impacto	Actividad	Intensidad (I)	Extensión (E)	Duración (D)	Sinergia (S)	Acumulación (A)	Controversia (C)	Índice Básico (IB)	Índice complementario (IC)	1-IC	Índice de impacto sin medidas (II)	Carácter	Significancia de impactos sin medidas	Eficiencia de medida de	Índice del impacto con medidas (Sij)	Significancia de impacto con medidas
Abiótico	Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno	Habilitación de obra temporal	1	1	2	1	1	0	0.444	0.222	0.778	**0.532**	-	**MS**	2	0.177	**NS**
				Excavación	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
			Erosión del suelo	Excavación	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
			Modificación de la morfología del suelo	Excavación	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	0	0.835	**MMS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	0	0.835	**MMS**
			Vibraciones	Habilitación de obra temporal	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
				Excavación	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	1	3	2	3	0	0.667	0.556	0.444	**0.835**	-	**MMS**	2	0.278	**PS**
				Apertura al tráfico vehicular	1	1	3	2	3	0	0.556	0.556	0.444	**0.770**	-	**S**	2	0.257	**PS**
		Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.	Habilitación de obra temporal	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Limpieza del sitio	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Excavación	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**

				Actividades de mantenimiento	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
			Riesgos sanitarios	Habilitación de obra temporal	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Limpieza del sitio	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Excavación	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
	Agua	Superficial	Arroyos afectados	Habilitación de obra temporal	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Excavación	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y montaje de trabes	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y colado de diafragmas	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Colocación de parapeto metálico	1	2	2	1	2	0	0.556	0.333	0.667	**0.676**	-	**S**	2	0.225	**PS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
				Armado y colado de losas de acceso	2	2	2	1	2	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	2	0.254	**PS**
		Recarga	Metros de profundización del agua	Excavación	3	3	2	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
				Armado y colado de estribos y aleros	3	3	2	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
				Formación y compactación de terraplenes	3	3	2	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
		Calidad		Habilitación de obra temporal	1	1	2	0	1	0	0.444	0.111	0.889	**0.486**	-	**MS**	3	0.000	**NS**

			Contaminación de cuerpos de agua	Excavación	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	3	2	2	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
			Sedimentación	Excavación	3	2	3	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
				Armado y colado de estribos y aleros	3	2	3	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	3	2	3	3	2	0	0.889	0.556	0.444	**0.949**	-	**MMS**	2	0.316	**PS**
			Dinámica hidrológica	Excavación	2	2	1	2	2	0	0.556	0.444	0.556	**0.721**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	0	0.870	**MMS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	2	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	Habilitación de obra temporal	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Limpieza del sitio	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Excavación	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	2	2	2	2	1	0	0.667	0.333	0.667	**0.763**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Habilitación de obra temporal	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**

			Emisión de partículas (polvo)	Limpieza del sitio	3	2	2	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Excavación	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	3	2	2	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Actividades de mantenimiento	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	Habilitación de obra temporal	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Limpieza del sitio	3	2	2	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Excavación	3	2	2	1	1	0	0.778	0.222	0.778	**0.822**	-	**MMS**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Apertura al tráfico vehicular	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**

				Actividades de mantenimiento	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
	Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática	Excavación	1	2	3	2	2	0	0.667	0.444	0.556	**0.798**	-	**S**	2	0.266	**PS**
				Apertura al tráfico vehicular	2	2	3	2	2	0	0.778	0.444	0.556	**0.870**	-	**MMS**	1	0.580	**MS**
Biótico	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	Habilitación de obra temporal	3	2	2	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
				Limpieza del sitio	3	2	2	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
				Excavación	3	2	2	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
				Armado y colado de estribos y aleros	3	2	2	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	3	2	2	3	2	0	0.778	0.556	0.444	**0.894**	-	**MMS**	2	0.298	**PS**
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	Habilitación de obra temporal	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Limpieza del sitio	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Excavación	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y colado de estribos y aleros	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y montaje de trabes	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y colado de diafragmas	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Colocación de parapeto metálico	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Formación y compactación de terraplenes	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Armado y colado de losas de acceso	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
				Actividades de mantenimiento	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	Habilitación de obra temporal	2	1	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	-	**MS**	3	0.000	**NS**
				Limpieza del sitio	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	0	**S**	3	NA	**NA**
				Excavación	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**

				Armado y colado de estribos y aleros	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Actividades de mantenimiento	3	1	2	1	0	0	0.667	0.111	0.889	**0.697**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población	Apertura al tráfico vehicular	1	2	2	1	0	0	0.556	0.111	0.889	**0.593**	+	**MS**		NA	**NA**
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	Habilitación de obra temporal	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Excavación	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de estribos y aleros	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y montaje de trabes	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de diafragmas	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Colocación de parapeto metálico	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Formación y compactación de terraplenes	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de losas de acceso	2	2	2	1	1	0	0.667	0.222	0.778	**0.730**	-	**S**	3	0.000	**NS**
		Visibilidad		Excavación	1	2	2	2	1	0	0.556	0.333	0.667	**0.676**	-	**S**	3	0.000	**NS**

			Perturbación de la visibilidad	Armado y colado de estribos y aleros	1	2	2	2	1	0	0.556	0.333	0.667	**0.676**	-	**S**	3	0.000	**NS**
				Armado y colado de coronas y diafragmas	1	2	2	2	1	0	0.556	0.333	0.667	**0.676**	-	**S**	3	0.000	**NS**

V.3.1 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN).

A continuación se presenta la matriz de resultados de la valoración de los impactos ambientales por la construcción del puente sin aplicar medidas de mitigación

Tabla 30.-Matriz de resultados de la valoración de impactos (significancia de los impactos ambientales sin medidas de mitigación).

Medio	Componente	Factor	Impacto	I.PRELIMINARES		II.CONSTRUCCIÓN									III.OPERACIÓN	IV.MANTENIMIENTO
						SUBESTRUCTURA			SUPERESTRUCTURA				ACCESOS			
				Habilitación de obra temporal	Limpieza del sitio	Excavación	Armado y colado de estribos y aleros	Armado y colado de coronas y diafragmas	Armado y montaje de trabes	Armado y colado de diafragmas	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	Colocación de parapeto metálico	Formación y compactación de terraplenes	Armado y colado de losas de [illegible]	Apertura al tráfico vehicular	Actividades de mantenimiento
Abiótico	Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno	MS		MMS							MMS			
			Erosión del suelo			MMS										
			Modificación de la morfología del suelo			MMS							MMS			
			Vibraciones	MMS		MMS							MMS		S	
		Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS		MS
			Riesgos sanitarios	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS		
	Agua	Superficial	Arroyos afectados	MS		S	S	S	S	S	S	S	S	S		
		Recarga	Metros de profundización del agua			MMS	MMS						MMS			
		Calidad	Contaminación de cuerpos de agua	MS		MMS	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS					
			Sedimentación			MMS	MMS	MMS								

			Dinámica hidrológica			S	MMS						MMS			
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S		
			Emisión de partículas (polvo)	S	MMS	S	S	S	S	S	S	S	MMS	S		S
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	S	MMS	MMS	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática			S									MMS	
Biótico	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	MMS	MMS	MMS	MMS	MMS								
		Abundancia	Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos													
Socio-económico	Economía	Empleos	Generación de fuentes de empleo	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS		MS
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	MS		S	S	S	S	S	S	S	S	S		S
		Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población												MS	
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	S		S	S	S	S	S	S	S	S	S		
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad			S	S	S								

Significancia del impacto		TOTAL
No significativo	NS	**0**
Poco significativo	PS	**0**
Moderadamente significativo	MS	**40**
Significativo	S	**67**
Muy significativo	MMS	**32**
TOTAL=		**139**

V.3.2 MATRIZ DE RESULTADOS DE LA VALORACIÓN DE IMPACTOS (SIGNIFICANCIA DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN).

A continuación, se presenta la matriz de resultados de la valoración de los impactos ambientales por la construcción del puente con un escenario en donde se han aplicado las medidas de mitigación y se ha tomado en cuenta la eficacia de cada medida

Tabla 31.-Matriz de resultados de la valoración de impactos ambientales con medidas de mitigación.

Medio	Componente	Factor	Impacto	I.PRELIMINARES		II.CONSTRUCCIÓN									III.OPERACIÓN	IV.MANTENIMIENTO
						SUBESTRUCTURA			SUPERESTRUCTURA				ACCESOS			
				Habilitación de obra temporal	Limpieza del sitio	Excavación	Armado y colado de estribos y aleros	Armado y colado de coronas y diafragmas	Armado y montaje de trabes	Armado y colado de diafragmas	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	Colocación de parapeto metálico	Formación y compactación de terraplenes	Armado y colado de losas de acceso	Apertura al tráfico vehicular	Actividades de mantenimiento
Abiótico	Suelo	Estructura	Estabilidad del terreno	NS		PS							PS			
			Erosión del suelo			PS										
			Modificación de la morfología del suelo			MMS							MMS			
			Vibraciones	PS		PS							PS		PS	

		Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS
			Riesgos sanitarios	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
	Agua	Superficial	Arroyos afectados	NS		PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS	PS		
		Recarga	Metros de profundización del agua			PS	PS						PS			
		Calidad	Contaminación de cuerpos de agua	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS					
			Sedimentación			PS	PS	PS								
			Dinámica hidrológica			NS	MMS						MS			
	Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
			Emisión de partículas (polvo)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS
	Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática			PS									MS	
Biótico	Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	PS	PS	PS	PS	PS								
		Abundancia	Variación en la abundancia: riesgo de afectación a individuos													
	Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS
		Infraestructura urbana	Bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población													
	Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		
		Visibilidad	Perturbación de la visibilidad			NS	NS	NS								

Significancia del impacto		TOTAL
No significativo	NS	**93**
Poco significativo	PS	**28**
Moderadamente significativo	MS	**2**
Significativo	S	**0**
Muy significativo	MMS	**3**
TOTAL=		**126**

V.4.- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

De acuerdo con la información proporcionada en apartados anteriores se discute y analizan los impactos relevantes y significativos que el proyecto puede ocasionar, ya sea de forma independiente o derivado de un efecto acumulativo con otros que ya están ocurriendo en el SA.

Por lo tanto, como resultado de la valoración realizada se identificaron 126 impactos negativos y 13 impactos positivos, de los cuales de acuerdo a su valor de significancia para los "no significativo y "poco significativo" no se registraron impactos, para el caso de "moderadamente significativo" se registraron 40 impactos (27 negativos y 13 positivos), para el caso del "significativo" se registraron solo impactos negativos con un total de 67 y finalmente "muy significativo " solo registra impactos negativos con un total de 32, tal información se representa en la imagen siguiente.

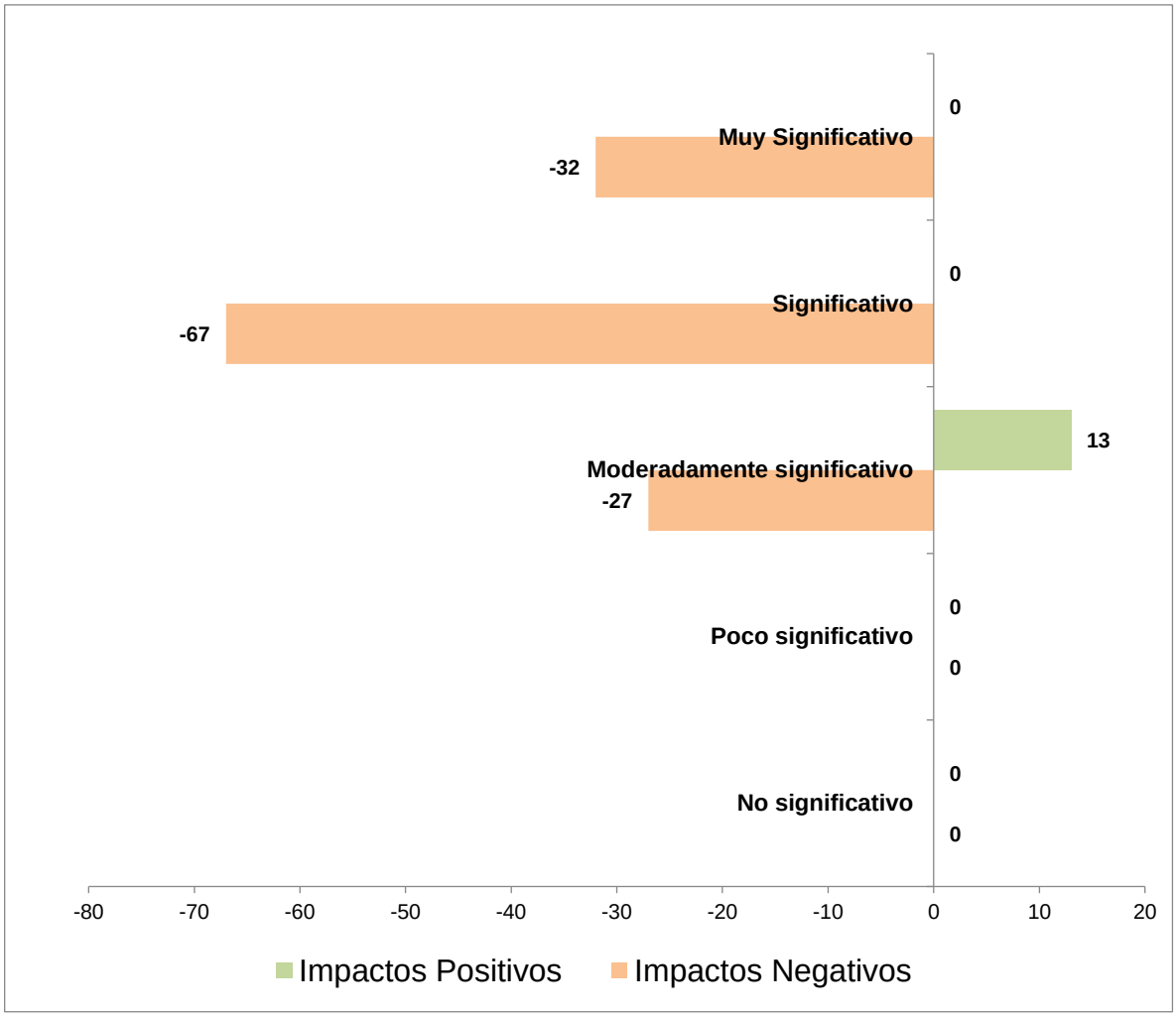


Imagen 65.-Representación de la significancia de los impactos ambientales.

De la valoración de los impactos negativos y positivos en relación con el valor de significancia representados en la imagen anterior, los cuales son el resultado si no se aplican medidas de mitigación, dichos impactos negativos de acuerdo a las etapas del proyecto se distribuyen en su mayoría en la etapa de II.-Construcción, sin embargo, un factor a considerar para esta etapa es que en ella se concentran el mayor número de

actividades, seguida de la etapa I.-Preliminares y finalmente las etapas de operación y mantenimiento que son en las cuales se registran menos impactos de este tipo, tal y como, se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 32.-Comparativa de significancia de impactos ambientales por etapa del proyecto.

Impacto	I. PRELIMINARES			II.CONSTRUCCIÓN			III. OPERACIÓN			IV. MANTENIMIENTO			Total, de impactos
	+	–	Total	+	–	Total	+	–	Total	+	–	Total	
No significativo (NS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Poco significativo (PS)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moderadamente significativo (MS)	2	8	10	9	18	27	1	0	1	1	1	2	40
Significativo (S)	0	5	5	0	57	57	0	2	2	0	3	3	67
Muy Significativo (MMS)	0	5	5	0	26	26	0	1	1	0	0	0	32
Total	**2**	**18**	**20**	**9**	**101**	110	**1**	**3**	**4**	**1**	**4**	**5**	**139**

Asimismo, enseguida se muestra gráficamente la valoración de los impactos por componente ambiental, donde se aprecia que los impactos de mayor significancia (muy significativos y significativos) se presentan en los tres medios evaluados.

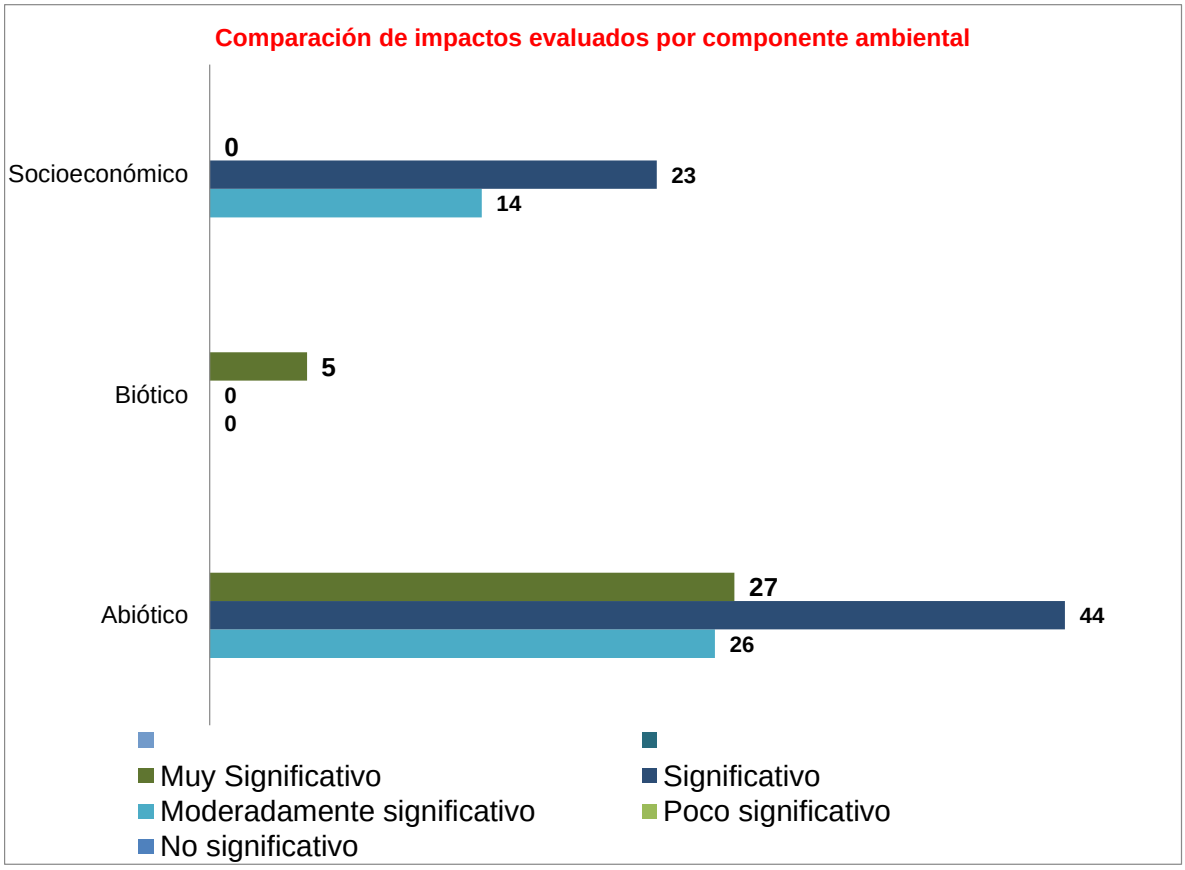


Imagen 66.- Grafica de comparación de la significancia de impactos por medio ambiental.

De conformidad con lo anterior se considera como impactos negativos con prioridad de atención alta a los clasificados como “MMS” (muy significativos) y “S” (significativos) específicamente, los cuales se grafican de acuerdo al impacto en donde se suscitan, tal y como, se muestra en la imagen.

En la gráfica se visualiza que el mayor número de impactos catalogados como “MMS” (muy significativos) se registran en el componente suelo, en el cual, se impacta directamente a su estructura al afectar la estabilidad del terreno, se erosiona el suelo, se modifica la morfología del mismo y se producen vibraciones por los movimientos del suelo,, en cuanto al ruido que desestabilizará en su momento al confort sonoro, para el componente clima se considera su afectación por la modificación de la estructura del mismo debido al incremento de contaminantes responsables de la alteración climática.

Para el caso de los impactos de categoría “significativos” se registran en su mayoría para el componente socioeconómico para la población por el riesgo por accidentes y el paisaje al afectar la calidad y visibilidad, para el componente aire en su calidad por la Concentración atmosférica de C02, así como por la emisión de partículas de polvo y el confort sonoro por la alteración del ruido , finalmente para el componente agua considerando el agua superficial en función de la contaminación que pudiera ocasionarse en el río

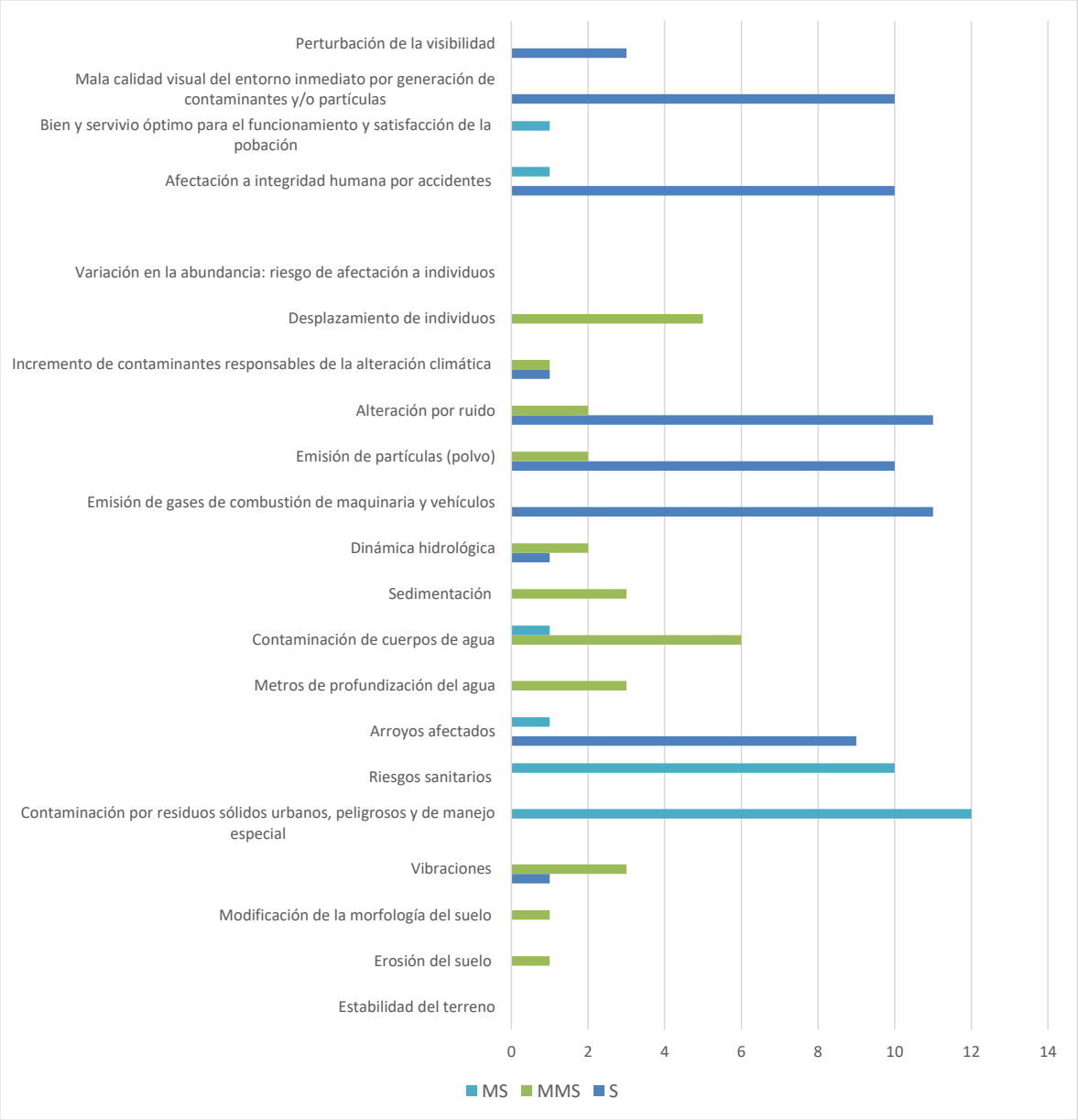


Imagen 67.-Impactos con mayor nivel de significancia

Derivado de lo anterior se describen los impactos generados durante cada una de las etapas del proyecto por cada componente susceptible de ser afectados por las obras y actividades, de acuerdo a los solicitado en el presente inciso.

Impacto ambiental: Estabilidad de terreno
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante los trabajos de excavación, así como en la habilitación de la obra temporal se pierde la estructura del suelo, lo que provoca desestabilidad en el terreno, por consecuencia sedimentación al río, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: Erosión del suelo
Componente y factor ambiental: suelo, estructura

En la etapa de construcción por la excavación, el suelo se degrade lo que facilita los procesos erosivos, de manera puntual en donde se excavara para el desplante de los estribos, dado que se generar suelo desnudo quedando susceptible a los agentes erosivos, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: modificación de la morfología del suelo
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante la construcción por la formación y compactación de terraplenes será necesario la modificación de la estructura del suelo, lo cual modificará la morfología del suelo, así como en los sitios de las excavaciones de los estribos, dicho impacto es puntual y residual. A nivel del sistema ambiental no tendrá repercusión

Impacto ambiental: Vibraciones
Componente y factor ambiental: suelo, estructura
Durante la etapa de preliminares por la habilitación de obra temporal, durante la construcción por la formación y compactación de los terraplenes, así como, durante la operación por la apertura al tráfico vehicular, se generan vibraciones de baja amplitud y de carácter aleatorio por el uso y maquinaria de equipo, así como por el paso vehicular, dicho impacto será puntual y de corta duración

Impacto ambiental: Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.
Componente y factor ambiental: suelo, calidad
Se considera durante todas las etapas del proyecto la generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, dicho impacto no se considera fijo por lo que de no tener un manejo adecuado de los residuos puede impactar a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Riesgos sanitarios
Componente y factor ambiental: suelo, calidad
Se considera que, durante la etapa de preliminares, así como, durante la construcción, la calidad del suelo se puede ver afectada por defecación u orina al aire libre, lo que implica daños a la salud y contaminación al suelo y agua

Impacto ambiental: Arroyos afectados, mantos freáticos afectados
Componente y factor ambiental: agua, superficial
Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo y uso de combustibles y aceites, pueden ser dispuestos en lugares inadecuados los cuales por medio del arrastre o por accidente pueden ser vertidos de manera accidental en el cruce del río , dicho impacto puede tener afectaciones a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Impacto ambiental: Metros de profundización del agua
Componente y factor ambiental: agua, recarga

Durante la etapa de construcción por las actividades de excavación, armado y colado de estribos y aleros, así como, por la formación y compactación de terraplenes, se crean zonas más impermeables lo cual no permite la infiltración del agua hasta el acuífero. Incrementado la escorrentía, a nivel de sistema ambiental no tendrá impacto dado que es una actividad puntual.

Impacto ambiental: Contaminación de cuerpos de agua y sedimentación
Componente y factor ambiental: agua, calidad
Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo de materiales de construcción y tierra pueden ser dispuestos de manera accidental en lugares inadecuados como pude ser el cauce del río, contribuyendo a la sedimentación, teniendo un impacto a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Así mismo, las actividades de construcción de la subestructura por la excavación, armado y colado de estribos y aleros, y por el armado y colado de coronas y diafragmas, puede provocar el depósito de material sólido proveniente de dichas actividades sea transportado por la corriente de agua y se sedimente.

Impacto ambiental: Dinámica hidrológica
Componente y factor ambiental: agua, calidad
Derivado de las actividades preliminares, así como, por la construcción del nuevo puente se puede alterar y/o modificación la dinámica hidrológica del río, esto dado que las márgenes del cauce serán construidas los estribos, aunque si bien es un impacto puntual no tendrá repercusión a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos
Componente y factor ambiental: aire, calidad
El uso de maquinaria y equipos que utilizan motores de combustión interna emiten gases contaminantes hacia la atmósfera generando emisiones de CO2, este impacto podría reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que la generación de gases s bien es puntual este tiene movilidad de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Emisión de partículas de polvo
Componente y factor ambiental: aire, calidad
Durante la etapa de preliminares, construcción, así como, de mantenimiento se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico por las actividades de habilitación de obra temporal, excavación, formación y compactación de terraplenes principalmente, dado que en todas las actividades significan movimiento de materiales, este impacto puede reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que el polvo es un agente móvil de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Alteración por ruido
Componente y factor ambiental: Ruido, confort sonoro.
Durante todas las etapas por el uso de equipo y maquinaria se emitirán niveles de ruido o presión sonora, pero con un efecto puntual, es decir, se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en el que se ubique la fuente generadora, cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren.

Este impacto, no sólo tiene repercusión en la salud humana, sino también en la fauna silvestre, por lo que se verá obligada a desplazarse a zonas en donde los niveles de ruido disminuyan hasta un nivel tolerable, este nivel dependerá de la especie de que se trate., por lo que tendrá repercusiones a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Desplazamiento de individuos
Componente y factor ambiental: Fauna, distribución

Durante las actividades de la etapa preliminar, así como, por las actividades de construcción de la subestructura, la generación de ruidos, presencia de personal, maquinaria y vehículos, perturba el hábitat en áreas aledañas al proyecto, por lo tanto, se considera como un impacto indirecto en la distribución actual de la fauna presente en la zona., sobre todo en el grupo de las aves, las cuales tiene mayor presencia y dado la gran movilidad que tienen, se considera que el impacto será a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Afectación a la integridad humana por accidentes
Componente y factor ambiental: población, riesgo
Durante las diferentes etapas del proyecto se requerirá de mano de obra especializada y no especializada, en las cuales al no contar con las medidas de seguridad laboral se generan accidentes de diferente nivel de riesgo.

Impacto ambiental: Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas
Componente y factor ambiental: paisaje, calidad
Durante la etapa de preliminares y construcción como se ha mencionada se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico afectando la visibilidad, así mismo, la emisión de gases contaminantes pudo afectar la visibilidad del entorno inmediato.

Impacto ambiental: Perturbación de la visibilidad
Componente y factor ambiental: paisaje, calidad
Durante la etapa de preliminares y construcción del proyecto la presencia de personal y maquinaria afecta la dinámica del lugar. Este impacto es perceptual y depende desde donde se aprecia el área del proyecto, lo que permite o no la apreciación del fondo escénico.

Finalmente, el impacto que corresponde al componente de la economía, impacta de manera positiva por la generación de empleos debido a que se requiere de mano de obra y finalmente el impacto igual de tipo positivo para el componente población debido a la construcción de infraestructura urbana como bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población.

Impactos con medidas de mitigación

A la par de lo anterior el presente estudio presenta las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, las cuales también fueron incluidas en el presente análisis, considerando un escenario en el que las medidas se apliquen de acuerdo a lo que se plantea en capítulos posteriores, los impactos evaluados disminuyen su intensidad, cambiando su significancia a una de menor impacto, lo cual se visualiza en la grafica De acuerdo a la gráfica comparativa se muestra que con la aplicación de medidas se tiene que los impactos "no significativos" pasa de 0 a 93, los "poco significativos" pasan de 0 a 27, los "moderadamente significativos" pasan de 25 a 1, los impactos "significativos" pasan de 67 a 0 y finalmente los muy significativos se reducen de 32 a 5. Podemos decir entonces que el 95 % de los impactos son mitigados y que los impactos que persisten en la categoría de muy significativos con 5 impactos, son los impactos que se conocen como residuales.

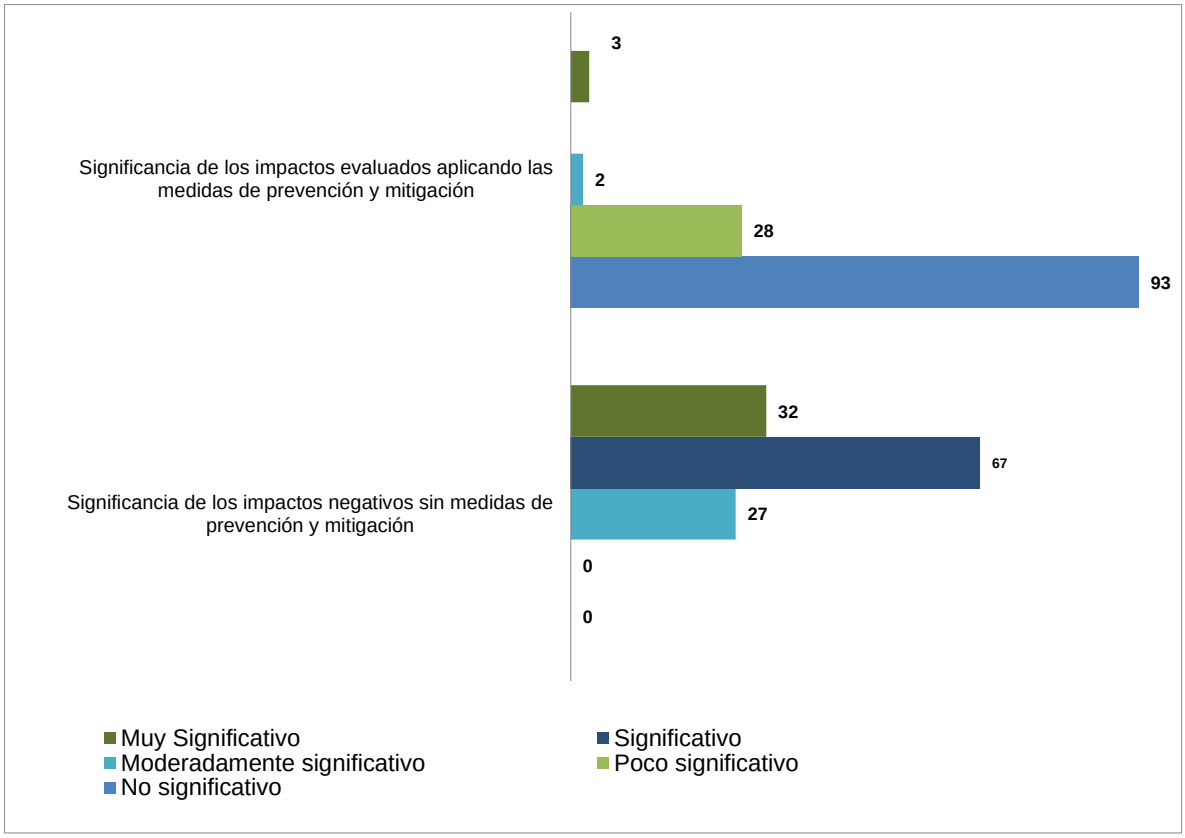


Imagen 68.-**Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin aplicación de medidas.**

La eficiencia de las medidas de mitigación se presenta a continuación

Impacto	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos evaluados aplicando las medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación %	Significancia de los impactos negativos aplicando las medidas de prevención y mitigación %
No significativo	0	93	0	74
Poco significativo	0	28	0	22
Moderadamente significativo	27	20	21	2
Significativo	67	0	53	0
Muy Significativo	32	3	25	2
Total=	126	126	100	100

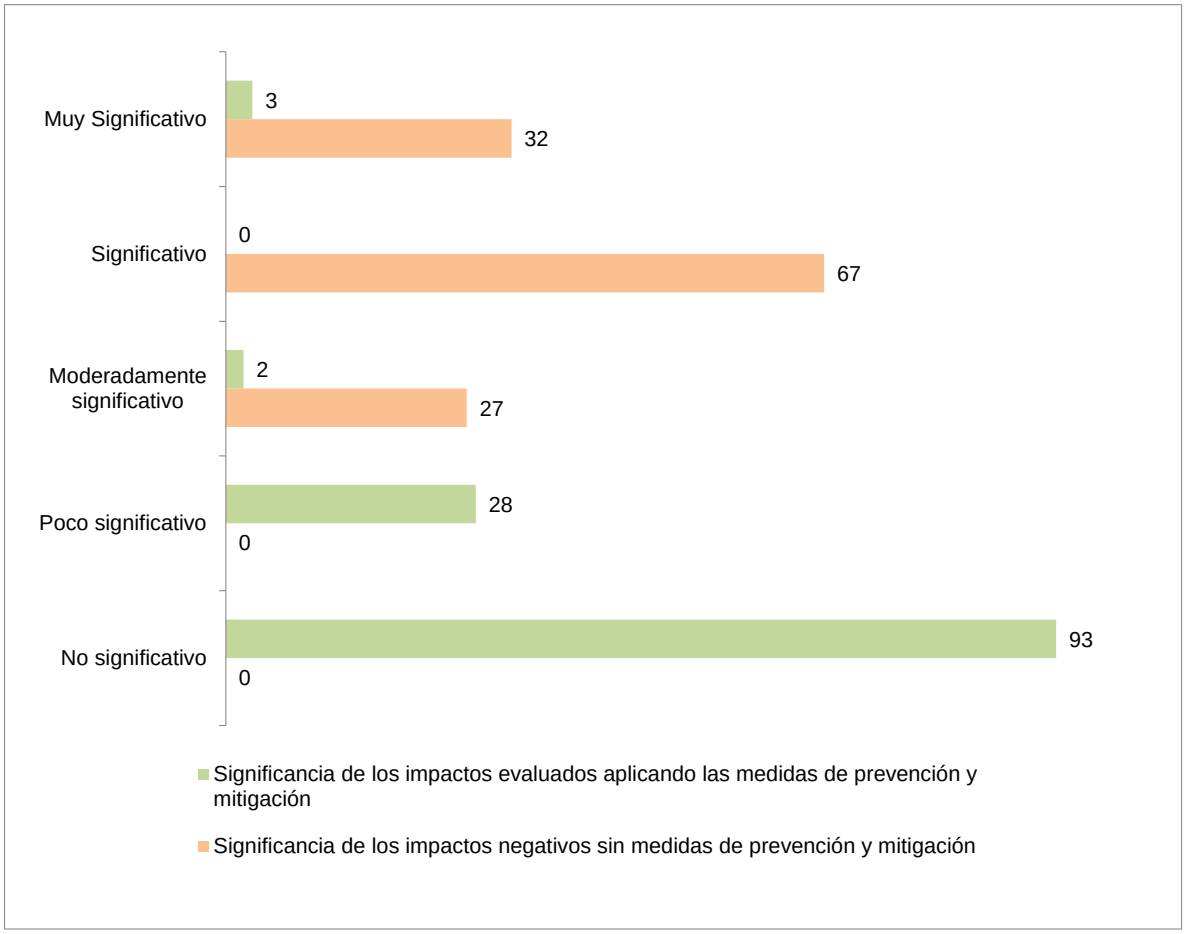


Imagen 69.-**Gráfica de eficiencia de los impactos negativos con y sin aplicación de medidas.**

De acuerdo con el artículo 3°, fracción X, del Reglamento de la LGEEPA define "Impacto ambiental residual: el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación". Por lo tanto los impactos residuales que persisten después de aplicadas las medidas se muestran en la siguiente gráfica, esto de acuerdo al nivel de significancia tal como se caracteriza a continuación.
De manera puntual en el sitio del proyecto es la Modificación a la morfología en actividades de excavación para desplantes de estribos y formación y compactación de terraplenes y asociado la pérdida del suelo.

En el armado y colado de estribos y aleros, estos se construirán sobre los hombros del cauce del rio, por lo que habrá construir una nueva estructura ajena a las características propias del rio, y que si bien no modificaran el cauce, se tendrán que modificar las condiciones del morfología del terreno en los hombros y en este sitio del proyecto en el área del puente se encauzara el rio, modificando de manera mínima la dinámica hidrológica, aunque cabe mencionar que el diseño del puente toma en cuenta los estudios hidrológicos.

Por lo anterior es importante proponer medidas de compensación del impacto ambiental.

Factor	Impacto	II.CONSTRUCCIÓN								
		SUBESTRUCTURA			SUPERESTRUCTURA				ACCESOS	
		Excavación	Armado y colado de estribos y aleros	Armado y colado de coronas y diafragmas	Armado y montaje de trabes	Armado y colado de diafragmas	Armado y colado de losa de calzada y guarniciones	Colocación de parapeto metálico	Formación y compactación de terraplenes	Armado y colado de losas de acceso
SUELO	Modificación de la morfología del suelo	**MMS**							**MMS**	
AGUA	Dinámica hidrológica		**MMS**							

VI.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para efectos del desarrollo del presente numeral, las medidas se clasifican con base en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Impacto Ambiental (REIA), como:

> **Medidas de prevención**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro al ambiente;
>
> **Medidas de mitigación**: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Adicionalmente se consideran medidas de compensación, las cuales, de acuerdo con las guías para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental de SEMARNAT, se definen como:

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

En la siguiente tabla se enlistan las medidas propuestas para el desarrollo del proyecto

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

Tabla 33. Listado de Medidas

LISTADO DE MEDIDAS
M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo
M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias pesada en las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar
M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU)
M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP)
M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)
M6. Reforestación
M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores
M8. Capacitación en materia de concientización ambiental
M9. Implementación de señalética en el área del proyecto
M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas
M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río
M12. Delimitación de las zonas de trabajo
M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos
M14 Ahuyentamiento de fauna
M15. Establecer horarios diurnos de trabajo
M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral

En la siguiente tabla se enlistan las medidas propuestas para los diferentes impactos identificados en el numeral anterior, mismas que serán descritas posteriormente

Tabla 34 Listado de medidas por impacto ambiental identificado

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Impactos	Medida	Etapa del proyecto	Duración de la Medida
Suelo	Estructura	Estabilidad del Terreno	M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo	Preparación del sitio y construcción	18 meses
		Erosión del suelo	M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M6. Reforestación	No aplica	2 años
		Modificación a la morfología del suelo	No cuenta con medidas		
		Vibraciones	M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar	Preparación del sitio y construcción	3 meses
	Calidad	Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial	M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
		Riesgos Sanitarios	M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores	Preparación del sitio y construcción	18 meses
Agua	Superficial	Arroyos Afectados	M8. Capacitación en materia de concientización ambiental	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M9. Implementación de señalética en el área del proyecto	Preparación del sitio y construcción	18 meses
	Recarga	Metros de Profundización del agua.	M6. Reforestación	No aplica	2 años
	Calidad	Contaminación de cuerpos de agua	M9. Implementación de señalética en el área del proyecto	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP)	Preparación del sitio y construcción	18 meses

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Impactos	Medida	Etapa del proyecto	Duración de la Medida
			M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas	Preparación del sitio y construcción	18 meses
		Sedimentación	M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río	Preparación del sitio y construcción	6 meses
		Dinámica Hidrológica	M.10 Implementación de señalética en el área del proyecto	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M12. Delimitación de las zonas de trabajo	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)	Preparación del sitio y construcción	18 meses
Aire	Calidad	Emisión de gases de combustión	M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas	Preparación del sitio y construcción	18 meses
		Emisión de partículas (polvos)	M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos	Preparación del sitio y construcción	18 meses
Ruido	Confort sonoro	Alteración por ruido	M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M8. Capacitación en materia de concientización ambiental	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M15. Establecer horarios diurnos de trabajo	Preparación del sitio y construcción	18 meses
Clima	Estructura	Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática	M8. Capacitación en materia de concientización ambiental	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M6. Reforestación	No aplica	2 años
Fauna	Distribución	Desplazamiento de individuos	M12. Delimitación de las zonas de trabajo	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto	Preparación del sitio y construcción	18 meses
			M8. Capacitación en materia de concientización ambiental	Preparación del sitio y construcción	18 meses

Componente Ambiental	Factor Ambiental	Impactos	Medida	Etapa del proyecto	Duración de la Medida
			M14 Ahuyenta miento, Rescate y reubicación de fauna silvestre	Preparación del sitio y construcción	1meses
Población	Riesgo	Afectación a integridad humana por accidentes	M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral	Preparación del sitio y construcción	1meses
Paisaje	Calidad	Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas	M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos	Preparación del sitio y construcción	1meses
			M6. Reforestación	No aplica	2 años
	Visibilidad	Perturbación de la visibilidad	M6. Reforestación	No aplica	2 años

Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Se presenta a continuación la descripción de las actividades que se pretenden establecer como medidas de prevención, mitigación y/o compensación a los impactos identificados conforme a la evaluación de estos en la evaluación del impacto de este documento.

Medidas de Prevención

Medida	**M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar**
Descripción de la medida	Se instalarán letreros prohibitivos y de precaución de las zonas con riesgo o inestables en la zona de trabajo
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Elegir los sitios adecuados de acuerdo con el tipo de señalamiento a instalar
Indicadores	Identificación de zonas inestables o con riego Reporte Fotográfico de la instalación de letreros
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores**
Descripción de la medida	Se instalarán sanitarios portátiles provenientes de renta a una empresa autorizada, a razón de 1 sanitario por cada 15 trabajadores, quedando estrictamente prohibido orinar o defecar al aire libre, directamente sobre el cauce del Rio.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	El correcto funcionamiento de los sanitarios quedará a cargo de la empresa contratada.
Indicador	Presentar evidencia de la contratación de una empresa responsable de los baños portátiles Presentar evidencia semestral de la limpieza y mantenimiento de dichos sanitarios
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M8. Capacitación en materia de concientización ambiental**
Descripción de la medida	Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de concientización al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del cuidado de la flora y fauna silvestre circundante y presente en el sitio de trabajo Se notificará sobre la prohibición de la caza, captura y extracción de cualquier ejemplar de flora y fauna silvestre. Se les dará a conocer los planes y programas diseñados para el proyecto y la forma de colaboración del personal.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Las pláticas se realizarán previo al inicio de los trabajos y cada vez que se realice la contratación de nuevo personal y de forma mensual se elaborarán y distribuirán trípticos informativos con el contenido de estas pláticas, en donde se informa como podrán participar en el cumplimiento de las medidas.
Indicador	Listado de Temas Ambientales Circular firmada por el trabajador donde se da por enterado de las disposiciones ambientales Reporte Fotográfico de las Reuniones de capacitación
Fuente	• GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014

	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Medida	**M9. Implementación de señalética en el área del proyecto**
Descripción de la medida	Se instalará letreros prohibitivos de caza, captura o recolección de especies de fauna silvestre. Se instalarán letreros prohibitivos de recolección de especies de flora silvestre. Letreros indicando los límites de velocidad para los vehículos. Letreros específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.), Se instalará señalética de seguridad (ubicación de extintores, rutas de evacuación, zonas seguras, zonas peligrosas, entre otros)
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Elegir los sitios adecuados de acuerdo con el tipo de señalamiento a instalar.
Indicador	Reporte Fotográfico y ubicación de la señalética en el sitio del proyecto
Fuente	• MANUAL DE VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVICIÓN SOCIAL. MEXICO. • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES • NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar.

Medida	**M10. Mantener el equipo en condiciones óptimas**
Descripción de la medida	Todo equipo, maquinaria y vehículo que se emplearán para el proyecto, contarán con un programa de mantenimiento preventivo, para constar que su funcionamiento se encuentre dentro de las normas aplicables a vehículos de combustión interna que utilicen diésel o gasolina. El mantenimiento evitará una generación excesiva de contaminantes a la atmósfera, ruido o fugas de aceite, lubricantes o combustible; así mismo, permite una operación más segura evitando accidentes por falla.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	El mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos se realizará en talleres especializados para ello y nunca en el área del proyecto, mismo caso de la verificación vehicular la cual se hará en los centros destinados por la autoridad estatal.
Indicador	Indicar si el equipo y maquinaria es rentado o propio Presentar listado de equipo y maquinaria a utilizar Presentar Bitácora de Mantenimiento de Maquinaria y equipo

	Presentar verificación vehicular estatal de los vehículos auto mores a usar en el desarrollo del proyecto
Fuente	• MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES • CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Medida	**M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río**
Descripción de la medida	El supervisor ambiental del proyecto será encargado de vigilar que ningún material producto de la excavación se quede almacenado sobre el cauce del Rio por lo que será retirado de manera inmediata hacia los sitios de disposición final gestionado y autorizados .
Especificaciones para la operación y mantenimiento	En la Planeación diaria del trabajo establecer un horario de carga, transporte y acarreo de dichos materiales
Indicador	Bitácora de acarreos y destino final de materiales productos de las excavaciones
Fuente	• GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014

Medida	**M12. Delimitación del sitio de trabajo**
Descripción de la medida	Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Se delimitará con cinta o malla de precaución los sitios de trabajo.
Indicador	Reporte Fotográfico y ubicación de delimitación del sitio del trabajo
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

	• NORMA Oficial Mexicana NOM-003-SEGOB-2011, Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar.

Medida	**M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos**
Descripción de la medida	Se realizará el riego mediante recorridos con carros cisterna por las áreas de trabajo y acceso de terracería existente, de manera frecuente con la finalidad de mantener húmedo el suelo y evitar la producción del polvo por la acción del viento.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	El agua que se utilizará en el riego será agua de pipas, la cual será adquirida por proveedores autorizados.
Indicador	Bitácora de Riegos y reporte fotográfico semestral
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M14. Ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre**
Descripción de la medida	Previo a la construcción del puente se implementará las actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de los organismos de fauna silvestre, en especial énfasis en el grupo de las aves
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Se elaborará y ejecutará un programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre
Indicador	Programa de Registro de actividades de ahuyentamiento Registro de actividades de rescate y reubicación Número de ejemplares rescatados y reubicados Sitios de reubicación
Fuente:	• Un camino sustentable. La gestión ambiental de carreteras en México. Grupo SELOME. México.2014 • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M15. Horarios Diurnos de Trabajo**

Descripción de la medida	Se establecerán horarios específicos de trabajo para la realización de las actividades contemplando un horario matutino-vespertino. Procurando que estas se realicen en un horario de 8:00 a 18:00 hrs. Los trabajadores deberán utilizar equipo de protección personal.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	La gestión y uso de equipos de protección individual, será vigilado para su correcta implementación por parte del personal técnico.
Indicador	Bitácora de obra Circular informativa sobre el horario de trabajo
Fuente	IMPACTO AMBIENTAL DE PROYECTOS CARRETEROS. EFECTOS POR LA CONSTRUCCION Y CONSERVACION DE SUPERFICIES DE RODAMIENTO. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE. QUERETARO 2001

Medida	**M 16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral**
Descripción de la medida	Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de capacitación al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del uso del equipo de protección personal y la identificación de actividades y situaciones de riesgo laboral .
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Las pláticas se realizarán previo al inicio de los trabajos y cada vez que se realice la contratación de nuevo personal y de forma mensual .
Indicador	Listado de Temas de seguridad Laboral Circular firmada por el trabajador donde se da por enterado de las disposiciones de seguridad laboral Reporte Fotográfico de las Reuniones de capacitación
Fuente	MANUAL DE VIGILANCIA DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVIDAD EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVICIÓN SOCIAL. MEXICO.

Medidas de Mitigación

Medida	**M1. Arrope de las márgenes del Río**
Descripción de la medida	Con el material pétreo se arroparán las márgenes del rio, a fin de evitar procesos erosivos que pudieran generar sedimentación, así como estabilizar dichas márgenes
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Indicar el uso del material a utilizar
Indicadores	Volumen y tipo de material d a ocupar Reporte Fotográfico Reporte Semestral

Fuente	• GUÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ADECUADAS PRÁCTICAS EMPRESARIALES EN GESTIÓN AMBIENTAL RELACIONADA CON LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL EN COLOMBIA. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales Maestría en Gestión Ambiental 2014 • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M3. Manejo de residuos sólidos urbanos (RSU)**
Descripción de la medida	- Desde la preparación del sitio hasta la entrada en operación del puente vehicular, se contará con un plan de manejo de residuos sólidos urbanos, el cual incluye desde la instalación de contenedores específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.), hasta su almacenamiento y disposición final en los sitios que para ello tenga contemplado el municipio. - En ningún caso los contenedores deberán rebasar el 80% de su capacidad de almacenamiento, por lo que deberá contarse con un estricto sistema de recolección de residuos y su traslado al almacén temporal hasta su disposición final en el relleno sanitario del municipio - Queda estrictamente prohibido quemar cualquier tipo de residuo.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	Dada la competencia municipal para el tratamiento de los RSU, el proyecto se apegará a las disposiciones establecidas por el municipio de Huajuapan de León
Indicadores	Plan de Manejo de Residuos Sólidos urbanos Bitácora de generación de residuos solidos Evidencia de destino final de los residuos Reporte Fotográfico Reporte Semestral
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M4. Manejo de residuos de manejo especial (RME)**
Descripción de la medida	Dado que se demolerá el puente existente, se generarán residuos de construcción de concreto simple, concreto armado, varillas, y estructuras de acero por lo que en apego a la normatividad Estatal se elaborara y se llevara cabo la Ejecución de un plan de residuos de manejo especial,

Especificaciones para la operación y mantenimiento	El traslado de los residuos se realizará mediante camiones tipo volteo y se hará de forma inmediata a su generación, no se permitirá su almacenamiento en el área del proyecto.
Indicador	Plan de Manejo de Residuos de Manejo Especial Bitácora de generación de Manejo Especial Evidencia de destino final de los residuos Reporte Fotográfico Reporte Semestral
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medida	**M5. Manejo de Residuos peligrosos (RP)**
Descripción de la medida	Se realizará y ejecutara un Plan de manejo de Residuos peligrosos que pudieran generarse durante la construcción del proyecto, por lo cual la contratista deberá de darse de alta como generador de residuos peligroso
Especificaciones para la operación y mantenimiento	El manejo de RP se realizará conforme a lo establecido en la LGPGIR y su Reglamento.
Indicador	Alta de micro generador de residuos peligrosos Plan de Manejo de Residuos Peligrosos Bitácora de generación de residuos peligros Evidencia de destino final de los residuos con empresa autorizada Reporte Fotográfico Reporte Semestral
Fuente	• CATALOGO DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR LAS CARRETERAS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACION. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES. INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE • MANUAL PARA ESTUDIOS, GESTIÓN Y ATENCIÓN AMBIENTAL EN CARRETERAS. SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS. SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Medidas de Compensación

Medida	**M6. Reforestación**
Descripción de la medida	Se elaborará un Programa de reforestación, en una superficie de 0.5 ha, con especies nativas de la región y de importancia biológica, preferentemente en

	un sitio ubicado dentro del sistema Ambiental, con la finalidad de compensar los impactos residuales.
Especificaciones para la operación y mantenimiento	El programa de reforestación incluirá las coordenadas del polígono de reforestación, especies a emplear, así como la metodología de reforestación y acciones que aseguren su permanencia a largo plazo, esta actividad tendrá por objetivo: Generar las condiciones en cuanto a mejorar la infiltración y disminuir la escorrentía y con esto se logre recuperar dicha recarga hídrica. Establecer una superficie arbolada que pueda establecer los servicios ambientales que se perderán por los cambios de uso del suelo del proyecto. Permitir la captación de CO2. El programa de reforestación contemplará la plantación de especies de la región (Pinus ocarpa, Pinus douglasiana), de acuerdo a los analizados realizados, en cuanto a la composición florística y las abundancias de las especies que se distribuyen en la zona, se consideran como especies con potencial para la antes mencionadas
Indicador	Programa de reforestación Evidencia Fotográfica Supervivencia del 80% de la Planta Reporte Anual
Fuente:	Manual básico. Prácticas de Reforestación. CONAFOR. México 2010

VI.2.- PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación señaladas, así como, las que la autoridad competente disponga pertinentes, se realizará su seguimiento y control continuo a través de auditorías internas, así como, por empresas externas; por otra parte, las empresas colaboradoras, a través de los compromisos contractuales pactados con el Promovente, se comprometen al estricto cumplimiento de la normativa y especificaciones aplicables a la protección ambiental durante su participación en el Proyecto.

Objetivo general:
Garantizar la aplicación de las medidas de prevención y/o mitigaciones propuestas para el Proyecto.
Objetivos particulares:

- Reducir y mitigar las emisiones a la atmosfera (CO2), así como, la generación de ruido durante la ejecución del Proyecto.
- Mitigar o prevenir las emisiones de partículas (polvos).
- Promover con el personal involucrado el cumplimiento y la colaboración con la ejecución de los programas de recolección y disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y los residuos peligrosos que deriven de las actividades del Proyecto.
- Establecer medidas y calendarización de pláticas y/o cursos, asesorías para preparación, formación y actualización del personal, en materia ambiental y de seguridad.

- Vigilar la calidad del sistema ambiental del Proyecto, implementando los programas que permitan dar supervisión y control a las medidas de prevención y/o mitigación, así como a los instrumentos de ordenación, conservación, normas y leyes que en materia ambiental se mantengan vigentes al Proyecto.

Para lo cual, el Promovente ha desarrollado programas de control y seguimiento por impacto, los cuales se describen a continuación:

PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y POLVOS

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de actividades de mantenimiento de las unidades que funcionan con motor de combustión interna, con el fin de reducir las emisiones a la atmósfera, principalmente los que tienden a convertirse en ozono (O_3), aumentando su cantidad en la atmósfera.

También, se observan las medidas de mitigación a aplicar durante la primera y segunda etapa del Proyecto, para el control de polvos generados.

Tabla 35.-Programa de control de emisiones a la atmósfera y polvos.

Objetivo del programa	**Reducir y mitigar las emisiones atmosféricas, así como el polvo que se genere durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Emisión de gases de combustión interna Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática	**M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas** Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.**	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra. Cumplir con los lineamientos que marcan las siguientes normas: NOM-041-SEMARNAT.2015 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina. NOM-045-SEMARNAT-2006 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible. NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005.- Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles. Bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto
Incremento de contaminantes responsables de la alteración climática	**M8.Capacitación en materia de concientización ambiental** Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto **M6. Reforestación** **Ver programa de compensación**			

Objetivo del programa	**Reducir y mitigar las emisiones atmosféricas, así como el polvo que se genere durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Emisión de partículas (polvo)	**M13. Aplicación de riegos para reducir la generación de polvos** Deberán realizarse riegos periódicos a fin de disminuir la generación de polvos	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Bitácoras de registro de los riegos realizados. Supervisión ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios que se manejen en el mercado en el momento de ejecución.	Registro de las actividades de riego, respaldadas con imágenes fotográficas. Supervisión ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto.

PROGRAMA DE PREVENCIÓN DE RUIDOS

Tabla 36.-- Programa de prevención de ruido

Objetivo del programa	**Reducir y mitigar las emisiones de ruido que se generen durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Alteración por ruido.	**.M15. Establecer horarios diurnos de trabajo** Se establecerán horarios diurnos de trabajo.	1ª Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental. Bitácora de registro de horarios de trabajo Circular informativa a los trabajadores sobre los horarios laborales	Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra. Cumplir con los lineamientos que marcan las siguientes normas: NOM-080-SEMARNAT-1994. 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.
	M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto			
	M8. Capacitación en materia de concientización ambiental Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto			

Objetivo del programa	**Reducir y mitigar las emisiones de ruido que se generen durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
	M10. Mantener el equipo y maquinaria en óptimas condiciones Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.**			

PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE SUELO

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente suelo por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas

Tabla 37.- PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE SUELO

Objetivo del programa	**Reducir el impacto al componente edáfico en el desarrollo del proyecto**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Riesgos sanitarios	**M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores** Se contratarán sanitarios portátiles, un sanitario por cada quince trabajadores.	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Contratación de empresas de renta de baños portátiles.	• Informe de cumplimiento • Evidencia fotográfica • Cumplimiento en un 100 %
Vibraciones	**M2. No se deberán colocar ni estacionar equipos, vehículos o maquinarias de gran peso, las márgenes del río, ya que el área podrá quedar susceptible a fallar.** Se instalarán letreros prohibitivos y de precaución de las zonas con riesgo o inestables en la zona de trabajo Se deberá de considerar todas las recomendaciones hechas en los estudios de geotecnia y estudios de socavación realizados para el proyecto.	2ª Etapa Construcción	Personal especializado y con el conocimiento para la supervisión y seguimiento ambiental de las actividades.	Identificación de zonas inestables o con riego **Reporte Fotográfico de la instalación de letreros**

Objetivo del programa	**Reducir el impacto al componente edáfico en el desarrollo del proyecto**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Estabilidad del terreno **Erosión del suelo**	**M1. Arrope de las márgenes del Río con material pétreo** Con el material pétreo se arroparán las márgenes del rio, a fin de evitar procesos erosivos que pudieran generar sedimentación, así como estabilizar dichas márgenes	**Preparación del sitio y construcción**	Personal especializado y con el conocimiento para la supervisión y seguimiento ambiental de las actividades.	Volumen y tipo de material d a ocupar Reporte Fotográfico Reporte Semestral
	M6. Reforestación **Ver programa de compensación**			

PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE FAUNA

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente fauna por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, sobre todo al grupo de las aves dado que son las que tienen tiene mayor presencia en el sitio del proyecto, dado que ya presenta signos de impacto, por el propio camino que conduce a las localidades cercanas como el uso de suelo agrícola presente en el sitio del proyecto

Tabla 38.- PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y/O COMPENSACIÓN PARA EL COMPONENTE FAUNA

Objetivo del programa	**Reducir el impacto al componente fauna en el desarrollo del proyecto**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares y construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Desplazamiento de individuos	**M14 Ahuyenta miento, Rescate y reubicación de fauna silvestre** Realizar la limpieza del sitio de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar la mortalidad incidental de la fauna. Se realizarán acciones de ahuyentamiento de las aves antes del inicio de las actividades	1ª Etapa Preliminares	Personal especializado y con el conocimiento para realizar las actividades de ahuyentamiento.	Informe realizado por el especialista en fauna. Evidencia fotográfica. El grado de cumplimiento será del 100 % al no tener registros especímenes muertos.
	M12. Delimitación de las zonas de trabajo Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de			

	suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas.		Equipo especializado para actividades de ahuyentamiento.	
	M.9 Implementación de señalética en el área del proyecto Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto			
	M8. Capacitación en materia de concientización ambiental Generar una cultura de protección ambiental y cuidado del medio al personal que labore en el proyecto			

PROGRAMA DE MITIGACIÓN Y PREVENCION DE IMPACTOS AMBIENTALES AL COMPONENTE AGUA

El programa consiste en el seguimiento y aplicación de acciones de prevención y mitigación de los impactos que se generen al componente agua por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas, esto dado que el puente a construir es una estructura que se construirá sobre el cauce de río, de ahí la importancia de aplicar dichas medidas y que los impactos mitiguen el daño que pudiese generarse al cuerpo de agua

Tabla 39.- PROGRAMA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DIRIGIDAS AL COMPONENTE AGUA

Objetivo del programa	**Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Arroyos Afectados	**M8.Capacitación en materia de concientización ambiental** Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.	Preparación del sito y construcción	-Especialista para dirigir y organizar cursos teóricos y talleres -Material didáctico -Catálogos de fotos sobre la flora y la fauna de la región -Instalaciones para llevar a cabo las capacitaciones	Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores. Evidencia fotográfica Grado de cumplimiento del 100%
	M9. Implementación de señalética en el área del proyecto Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto	1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	
Metros de profundización del agua	**M6. Reforestación** Ver medidas de compensación			

Objetivo del programa	**Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Contaminación de cuerpos de agua	**M7. Contratación de sanitarios móviles 1 por cada 15 trabajadores** Se contratarán sanitarios portátiles, un sanitario por cada quince trabajadores.	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Contratación de empresas de renta de baños portátiles.	• Informe de cumplimiento • Evidencia fotográfica Cumplimiento en un 100 %
	M10. Mantener el equipo y maquinaria en condiciones óptimas Se deberá de contar con una bitácora de mantenimiento de la maquinaria y vehículos a usar en el proyecto a fin de constatar que su funcionamiento este dentro de las normas oficiales aplicables para vehículos de combustión interna que utilicen diésel y/o gasolina**.**	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra. • Informe de cumplimiento • Evidencia fotográfica Cumplimiento en un 100
Sedimentación	**M11. No dejar ningún material producto de la excavación sobre el cauce o márgenes del Río** El supervisor ambiental del proyecto será encargado de vigilar que ningún material producto de la excavación se quede almacenado sobre el cauce del Rio por lo que será retirado de manera inmediata hacia los sitios de disposición final gestionado y autorizados .	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	**En la Planeación diaria del trabajo establecer un horario de carga, transporte y acarreo de dichos materiales**	**Bitácora de acarreos y destino final de materiales productos de las excavaciones** • Informe de cumplimiento • Evidencia fotográfica Cumplimiento en un 100 %

Objetivo del programa	**Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Dinámica hidrológica	**M.10 Implementación de señalética en el área del proyecto** Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Las actividades de mantenimiento y cumplimiento del programa serán inspeccionadas por el supervisor ambiental de la obra y el gestor de obra. • Informe de cumplimiento • Evidencia fotográfica Cumplimiento en un 100
	M12. Delimitación de las zonas de trabajo Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto			
	M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME) Ver el apartado correspondiente			

PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

En el presente programa, se establecen los criterios mínimos para el manejo de los residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos generados por la ejecución del Proyecto, así como las acciones tanto administrativas como de supervisión y evaluación para realizar un manejo adecuado, a fin de disminuir riesgos a la salud, a través de un manejo integral, una adecuada clasificación y disposición final.

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, para el plan se contempla la separación general por tipo de residuo, según las siguientes definiciones:

- Residuos sólidos Urbanos (RSU): Son los que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de los establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole.
- Residuos de manejo especial (RME): 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.
- Residuos peligrosos (RP): 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, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

Tabla 40.- Programa de manejo integral de residuos.

Objetivo del programa	**Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Contaminación por residuos peligrosos (RP).	**M4. Manejo de Residuos peligrosos (RP)** • Implementar plan de manejo de residuos peligrosos en relación a la NOM-052-SEMARNAT- 2005. • Mantenimiento y afinación del equipo y a vehículos que intervengan para evitar fugas de	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Personal capacitado para brindar la formación al personal designado. Registro de las pláticas de formación aplicada a los empleados en las dos etapas mencionadas.	Supervisión y seguimiento ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto. Personal capacitado para el adecuado manejo de los residuos peligrosos generados.

Objetivo del programa	**Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
	combustibles y lubricantes en talleres especializados • Mantenimiento preventivo y constante de la maquinaria y equipo. • En el sitio del proyecto se contará con un kit anti derrame para que, en caso de una contingencia, el manejo de dicho residuo se realizará de acuerdo a la normatividad en la materia.		Un kit antiderrame, el cual consiste en materiales de contención, material absorbente, baldes y bolsas, en buen estado para la atención de eventuales derrames. *La empresa colaboradora deberá cumplir con: •Inscripción como generador de residuos peligrosos. •Almacén temporal de residuos peligrosos. •Contratación de una empresa autorizada por la SEMARNAT para el transporte, recolección, disposición final o reciclaje de los residuos peligrosos generados. Todo lo anterior en caso de que el supervisor corrobore la generación de residuos peligrosos. Bitácoras de registro de la cantidad de residuos peligrosos generados, así	Aplicación de las especificaciones en las normas ambientales vigentes en el país: • Reglamento de la LGEEPA en materia de residuos peligrosos. • Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. • Cumplir con los lineamientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y: • • NOM-052-SEMARNAT-2005: que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos. Cumplir con los lineamientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos y:

Objetivo del programa	**Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
			como las entradas y salidas del almacén temporal (en caso de que se generen los RP) *En caso de ser necesario y que dichos residuos sean generados.	•Lo establecido en los artículos 16, 40, 42, 43, 45, 55 y 56 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos. Para la elaboración de las bitácoras seguir lo indicado en la fracción I del art. 71, artículo 46, 75, 129, 130, del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.
Contaminación por residuos de manejo especial	**M5. Manejo de Residuos de Manejo Especial (RME)** Se realizará el acopio temporal de los RME en un lugar adecuado dentro de la poligonal del proyecto para su posterior traslado al destino final donde disponga la autoridad Municipal. Se fomentará el reciclaje de materiales como el acero, lamina, madera, etc.	1ª Etapa Preliminares y 2ª Etapa Construcción	Supervisión y seguimiento ambiental de la aplicación de las medidas propuestas en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto. Realizar el trámite a través de la secretaría para la disposición final de los residuos generados o en su caso la contratación de una empresa autorizada para la recolección, el transporte y la disposición final.	Realizar el trámite a través de la secretaría para la disposición final de los residuos generados o en su caso la contratación de una empresa autorizada para la recolección, el transporte y la disposición final.

Objetivo del programa	**Manejo integral de los residuos generados durante la ejecución del Proyecto.**			
Etapa del Proyecto:	**Preliminares, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Contaminación por residuos sólidos urbanos	**M3. Manejo de Residuos sólidos urbanos (RSU)** • Gestión y manejo integral de residuos mediante contenedores diferenciados mediante la representación gráfica para cada residuo. • La iconografía para la identificación gráfica de los RSU debe seguir los lineamientos de la guía propuesta por SEMARNAT:	1ª Etapa Preliminares, 2ª Etapa Construcción (18 meses) y 3ª etapa de operación y mantenimiento (toda la vida útil del proyecto.	Personal capacitado para brindar la formación al personal designado. Registro de las pláticas de formación aplicada a los empleados. Contenedores para almacenamiento de RSU señalizados con la iconografía correspondiente. Señalamiento preventivo para evitar el desecho de residuos fuera de los sitios correspondientes. Centros de acopio para destino final de los residuos o sitio en donde la autoridad disponga.	Supervisión y seguimiento ambiental en las etapas mencionadas de ejecución del Proyecto. Aplicación de las especificaciones en las normas ambientales vigentes en el país: • Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Reportes mensuales de los volúmenes generados de RSU, así como, el comprobante de su destino final a centros de acopio.

PROGRAMA DE COMPENSACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El programa consiste en las medidas de compensación de los impactos ambientales que no pueden ser mitigados por las acciones propuestas

Tabla 41.- PROGRAMA DE MEDIDAS DE COMPENSACIÓN DIRIGIDAS AL COMPONENTE AGUA, SUELO Y CLIMA.

Objetivo del programa	**Compensar la superficie de vegetación eliminada, la erosión provocada y la disminución de la recarga hídrica.**			
Etapa del Proyecto:	**Construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de compensación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Erosión del suelo Modificación de la morfología del suelo Incremento de los contaminantes responsables de la alteración climática. Metros de profundización de agua	**M6. Reforestación** Se elaborará un Programa de reforestación, en una superficie de 0.5 ha, con especies nativas de la región y de importancia biológica, preferentemente en un sitio ubicado dentro del sistema Ambiental, con la finalidad de compensar los impactos residuales El programa de reforestación contemplará la plantación de especies de la región. esta actividad tendrá por objetivo: Generar las condiciones en cuanto a mejorar la infiltración y disminuir la escorrentía y con esto se logre recuperar dicha recarga hídrica. Establecer una superficie arbolada que pueda establecer los servicios ambientales que se perderán por los cambios de uso del suelo del proyecto. Permitir la captación de CO2.	Preliminares y Construcción. Las actividades de reforestación y su seguimiento serán mínimo de 3 años	Especialista encargado de ejecutar las actividades de reforestación del programa de reforestación. Terreno para reforestar. Plántulas para la reforestación. Herramientas para llevar a cabo a la reforestación.	Entrega de informes de cumplimiento de la reforestación y actividades de seguimiento. Evidencia fotográfica. Grado de cumplimiento al 100 %

Objetivo del programa	**Compensar la superficie de vegetación eliminada, la erosión provocada y la disminución de la recarga hídrica.**			
Etapa del Proyecto:	**Construcción**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de compensación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas				
Perturbación de la visibilidad				

PROGRAMA DE EDUCACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD LABORAL

El programa consiste en las medidas generales de educación ambiental que son aplicables a todo el personal operativo y administrativo del proyecto y va enfocado a realizar acciones que permitan la protección ambiental y seguridad laboral

Tabla 42.-PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Objetivo del programa	**Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
Impacto general a los componentes del medio.	**M8.Capacitación en materia de concientización ambiental** Se impartirán pláticas al personal que trabajará en las diferentes etapas del proyecto, con el fin de que conozcan las medidas y condicionantes ambientales que se aplicarán en el proyecto, además de concientizarlos de la importancia del cuidado del medio ambiente.	Preparación del sito y construcción	-Especialista para dirigir y organizar cursos teóricos y talleres -Material didáctico -Catálogos de fotos sobre la flora y la fauna de la región -Instalaciones para llevar a cabo las capacitaciones	Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores. Evidencia fotográfica Grado de cumplimiento del 100%
	M9. Implementación de señalética en el área del proyecto Establecer una señalética de protección ambiental en los diferentes frentes de trabajo del proyecto Se instalará letreros prohibitivos de caza, captura o recolección de especies de fauna silvestre. Se instalarán letreros prohibitivos de recolección de especies de flora silvestre. Letreros indicando los límites de velocidad para los vehículos. Letreros específicos para cada tipo de residuo (orgánicos, papel, plástico, vidrio, etc.),	1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores. Evidencia fotográfica Grado de cumplimiento del 100%

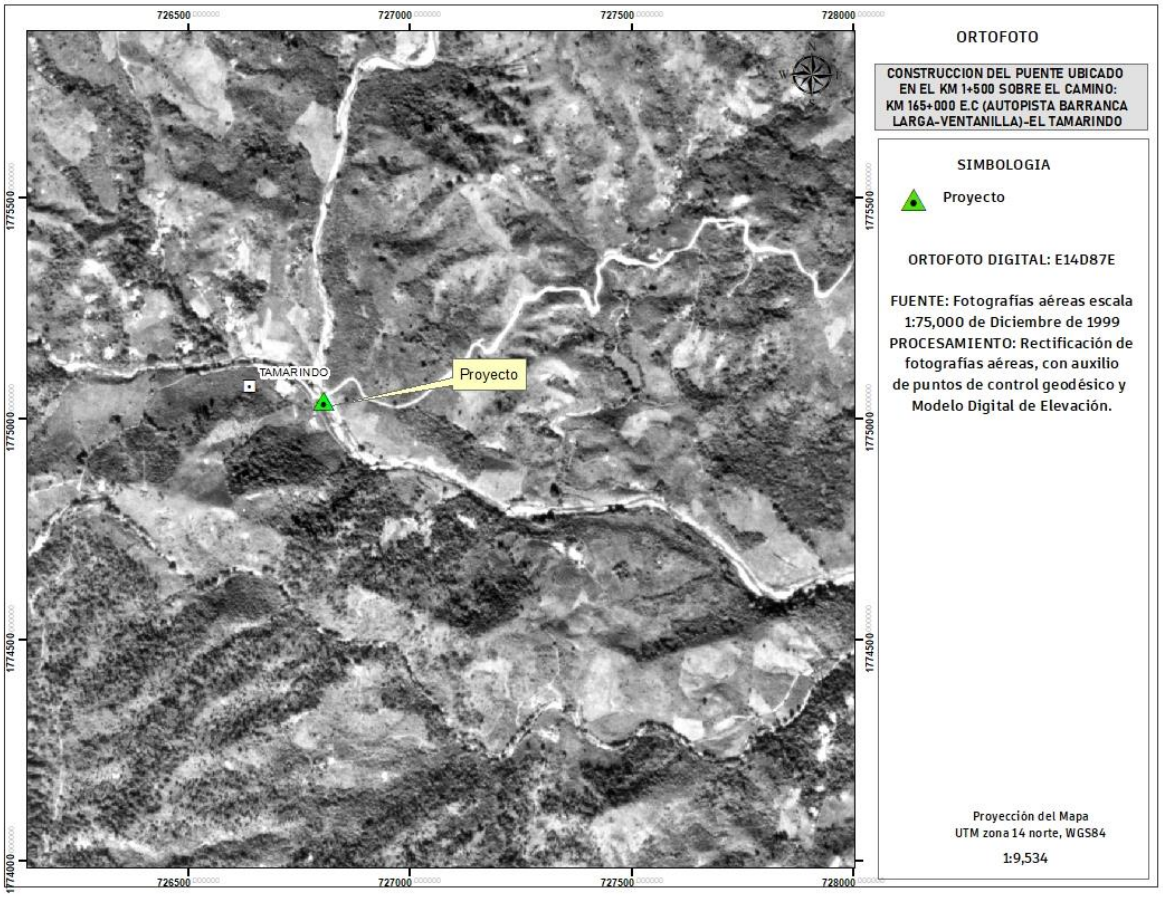
Objetivo del programa	**Concientizar y sensibilizar al personal de la protección y el cuidado al medio ambiente.**			
Etapa del Proyecto:	**Preparación del sitio, construcción y mantenimiento.**			
Responsable de ejecución:	**Gestor de obra de la empresa colaboradora Encargado empresa colaboradora**		**Responsable de supervisión:**	**Gestor de obra** **Encargado empresa colaboradora**
Impacto al que va dirigida la acción	**Descripción de la medida de prevención y/o mitigación**	**Etapa/Actividad y duración**	**Recursos necesarios**	**Supervisión y grado de cumplimiento**
	Se instalará señalética de seguridad (ubicación de extintores, rutas de evacuación, zonas seguras, zonas peligrosas, entre otros)			
	M12. Delimitación de las zonas de trabajo Se llevará a cabo la delimitación física del sitio de trabajo mediante la instalación de una cinta y/o malla de precaución, con el fin de restringir las actividades en el área del proyecto y evitar la afectación de suelos, vegetación o fauna, fuera de las áreas que resulten autorizadas	1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores. Evidencia fotográfica Grado de cumplimiento del 100%
	M16. Implementación de equipo y capacitación en materia de seguridad laboral Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, se impartirán pláticas de capacitación al personal que trabaje en el del proyecto, en relación con la importancia del uso del equipo de protección personal y la identificación de actividades y situaciones de riesgo laboral	1ª Etapa Preparación del sitio y 2ª Etapa Construcción	Supervisión ambiental en todas las etapas de ejecución del Proyecto. Los costos dependerán de los precios del mercado en el momento de ejecución.	Informe por parte del especialista de las actividades realizadas con los trabajadores. Evidencia fotográfica Grado de cumplimiento del 100%

VII.PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Es preciso contextualizar el escenario sin proyecto, esto dado que se trata de la construcción de un puente sobres un camino existente y en operación a nivel de pavimento asfaltico, dicho camino está en operación al menos desde la época de los noventas tal como lo muestra la ortofoto de INEGI E14D87E escala 1:75,000 de INEGI de diciembre de 1999, que tiene como base un fotografía aérea rectificada, en donde se observa claramente la presencia del camino a nivel de terracería y donde actualmente existe un paso sobre el Rio conocido comúnmente como "vado", es importante mencionar que desde que se construyó dicho camino es desde ese entonces que se dieron las modificaciones a las condiciones de los factores del medio biótico y abiótico para alojar dicho camino y que a lo largo del tiempo fue necesario construir un paso sobre el río , el cual es el que está operando en la actualidad y que sin embargo es necesario sustituir con un puente que considere las condiciones hidráulicas e hidrológicas actuales del río, así como las características de las mecánica de suelos, el camino que conduce al sitio del proyecto han tenido actividades de mantenimiento lo que tiene como resultado el escenario actual del medio el cual presenta signos de deterioro tal como se detalló en el capítulo IV

Imagen 70.-Ortofoto Digital de INEGI E14D55 (1999).



El escenario sin proyecto, será entonces el escenario actual, es decir con el camino a nivel de pavimento asfaltico en donde el sitio actual del cruce del rio está conformado por un "vado" a base de una losa , por lo cual es necesario la construcción de un puente vehicular en el sitio del cruce del rio

De acuerdo con los recorridos realizados en campo, así como, lo que muestra el INEGI (uso del suelo y vegetación serie VI) en el área de interés se presenta vegetación secundaria arbustiva de Pino-Encino y Agricultura de Temporal , sin embargo, en el sitio del proyecto está inmerso en la zona urbana de la localidad de Tamarindo

Los organismos interactúan con su medio ambiente dentro del contexto del ecosistema. El ecosistema contiene partes que interactúan formando una unidad. En general, el ecosistema consiste en dos componentes básicos interrelacionados: la parte biótica y la abiótica (Smith y Smith, 2001).

Para el presente estudio se delimito el sistema ambiental, siendo esta la unidad de estudio, el cual posee una superficie de 1,673.95 hectáreas y del cual, se caracterizaron y analizaron, los aspectos, bióticos y abióticos.

A continuación, se muestra dicha caracterización, en la cual se muestran, las características de la superficie de la poligonal que delimita al sistema ambiental y el proyecto.

Tabla 43.-Caracterización del SA y proyecto

Componente abiótico	Descripción	
	SA	Proyecto
Clima	El tipo de clima AW1 cálido subhúmedo está presente en el sitio del proyecto y en el sistema ambiental	
Geología y Fisiografía	El Sistema Ambiental y sitio del proyecto se localiza en la subprovincia denominada Cordillera Costera del Sur	
	El Sistema Ambiental y sitio del proyecto están localizados en una roca de tipo metamórfica tipo Gneis	
Suelo	El tipo de suelo presente en el sistema ambiental y en sitio del proyecto corresponde un suelo tipo Acrisol húmico+Regosol éutrico+Litosol de textura media, además en el sistema ambiental hay presencia de suelos de tipo Luvisol crómico + Feozem háplico +Litosol de textura fina	
Agua (hidrología)	Tanto el sistema Ambiental como el sito del proyecto se localizan en la Subcuenca e: Río Colotepec, perteneciente a la Cuenca C denominada Río Colotepec y otros que corresponde a la Región Hidrológica 21 Costas de Oaxaca	
Usos de la Tierra	acuerdo con los recorridos realizados en campo, así como, lo que muestra el INEGI (uso del suelo y vegetación serie VI) en el área de interés se presenta vegetación secundaria arbustiva de Pino-Encino y Agricultura de Temporal , sin embargo, en el sitio del proyecto está inmerso en la zona urbana de la localidad de Tamarindo	

El soporte abiótico es la influencia ecológica externa para la base biótica, siendo uno de los factores determinantes el clima para la definición del paisaje, es lo que caracteriza una región, ecosistema o población, el clima está determinado por la temperatura, precipitación y aire.

Como influencia ecológica externa, también se encuentra el sistema socioeconómico y el uso de la tierra; ya que las actividades humanas tienen mucha influencia en la generación de patrones espaciales; desde ese punto de vista, la escala ecológica del paisaje es dinámica y constantemente se ve modificada por acciones

antropogénicas, a mayor aumento en la densidad poblacional se requieren más elementos de infraestructura básica, que permitan el bienestar social, la constante demanda de alimentos requiere el cambio de uso de suelo para actividades económicas, por lo que la mayor superficie de los usos de la tierra corresponden a agricultura, zona urbana y asentamientos humanos.

El municipio de San Sebastián Coatlán que es donde se localiza el proyecto de construcción del puente de acuerdo a los datos sociodemográficos de la Secretaria del Bienestar sobre la situación de pobreza y rezago social 2022, indican que el municipio tiene un Alto grado de Marginación y un Alto Grado de Rezago Social

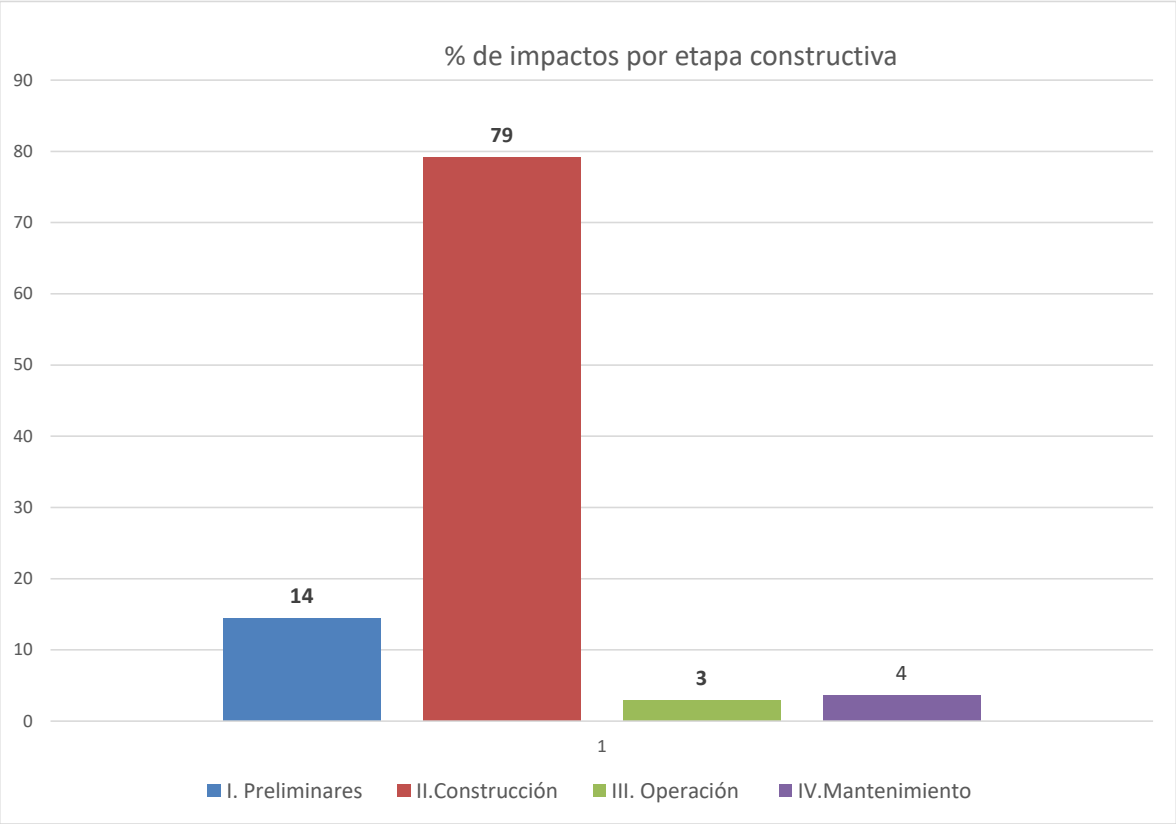
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

El desarrollo del proyecto incluye las etapas de preliminares, construcción, operación y mantenimiento, las cuales representan modificaciones sobre el medio ambiente, en capítulos correspondientes a la MIA, se reconocieron 3 medios (abiótico, biótico y socioeconómico), así como, 10 componentes ambientales (suelo, agua, aire, ruido, clima, fauna, economía, población y paisaje) susceptibles a recibir dichas afectaciones. Derivado de esto se describe y analiza el escenario ambiental al implementar el presente proyecto.

Como resultado de la valoración realizada se identificaron 126 impactos negativos y 13 impactos positivos, de los cuales de acuerdo a su valor de significancia para los “no significativo y “poco significativo” no se registraron impactos, para el caso de “moderadamente significativo” se registraron 40 impactos (27 negativos y 13 positivos), para el caso del “significativo” se registraron solo impactos negativos con un total de 67 y finalmente “muy significativo “ solo registra impactos negativos con un total de 32.

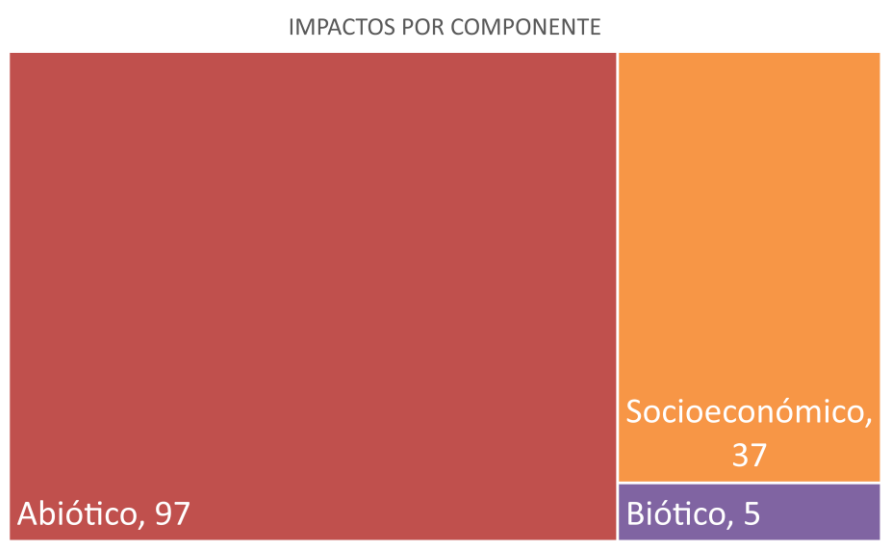
De la valoración de los impactos negativos y positivos en relación con el valor de significancia representados en la imagen anterior, los cuales son el resultado si no se aplican medidas de mitigación, dichos impactos negativos de acuerdo a las etapas del proyecto se distribuyen en su mayoría en la etapa de II.-Construcción, sin embargo, un factor a considerar para esta etapa es que en ella se concentran el mayor número de actividades, seguida de la etapa I.-Preliminares y finalmente las etapas de operación y mantenimiento que son en las cuales se registran menos impactos de este tipo.

Imagen 71.-Distribución de los impactos por actividad



Asimismo, enseguida se muestra gráficamente la valoración de los impactos por componente ambiental, donde se aprecia la distribución de los impactos tanto en el medio biótico, abiótico y su comportamiento en la parte socioeconómica.

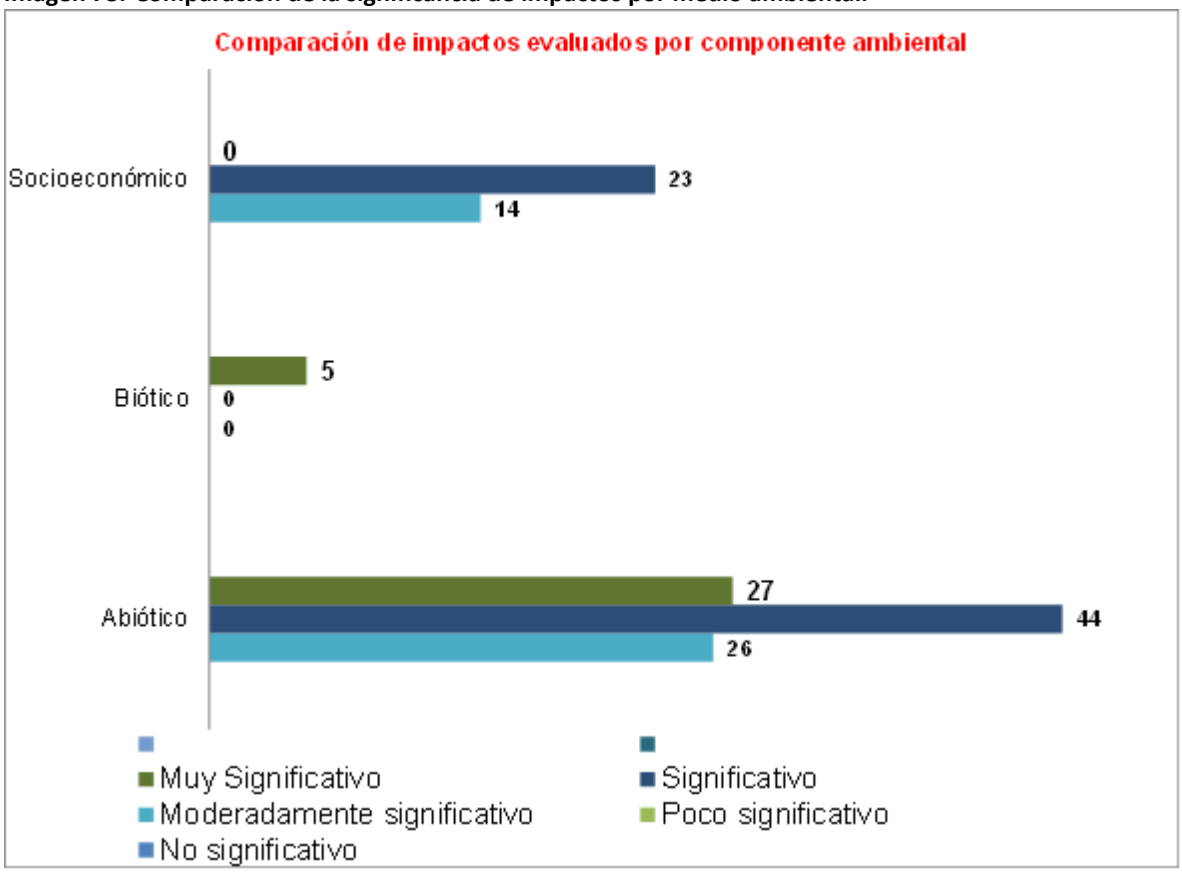
Imagen 72.-Distribución de los impactos por componente ambiental



En efecto la mayor parte de los impactos catalogados como muy significativos ocurren en el medio abiótico con 27 , de similar manera ocurre con los impactos significativos con 44 en el medio abiótico, tal como lo muestra la gráfica, en el medio biótico solo se contabilizan 5 impactos muy significativos en relación al

ahuyentamiento de las aves que pudieran ocasionar las actividades constructivas esto dado que no se registran presencia de otro grupo faunístico en el sitio del proyecto

Imagen 73.-Comparación de la significancia de impactos por medio ambiental.



Derivado de lo anterior se describen los impactos generados durante cada una de las etapas del proyecto por cada componente susceptible de ser afectados por las obras y actividades, de acuerdo a los solicitado en el presente inciso.

Impacto ambiental: Estabilidad de terreno

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante los trabajos de excavación, así como en la habilitación de la obra temporal se pierde la estructura del suelo, lo que provoca desestabilidad en el terreno, por consecuencia sedimentación al río, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: Erosión del suelo

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

En la etapa de construcción por la excavación, el suelo se degrade lo que facilita los procesos erosivos, de manera puntual en donde se excavara para el desplante de los estribos, dado que se generar suelo desnudo quedando susceptible a los agentes erosivos, este impacto es puntual y no tendrá repercusión en el sistema ambiental

Impacto ambiental: modificación de la morfología del suelo

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante la construcción por la formación y compactación de terraplenes será necesario la modificación de la estructura del suelo, lo cual modificará la morfología del suelo, así como en los sitios de las excavaciones de los estribos, dicho impacto es puntual y residual. A nivel del sistema ambiental no tendrá repercusión

Impacto ambiental: Vibraciones

Componente y factor ambiental: suelo, estructura

Durante la etapa de preliminares por la habilitación de obra temporal, durante la construcción por la formación y compactación de los terraplenes, así como, durante la operación por la apertura al tráfico vehicular, se generan vibraciones de baja amplitud y de carácter aleatorio por el uso y maquinaria de equipo, así como por el paso vehicular, dicho impacto será puntual y de corta duración

Impacto ambiental: Contaminación por residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial.

Componente y factor ambiental: suelo, calidad

Se considera durante todas las etapas del proyecto la generación de residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, dicho impacto no se considera fijo por lo que de no tener un manejo adecuado de los residuos puede impactar a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Riesgos sanitarios

Componente y factor ambiental: suelo, calidad

Se considera que, durante la etapa de preliminares, así como, durante la construcción, la calidad del suelo se puede ver afectada por defecación u orina al aire libre, lo que implica daños a la salud y contaminación al suelo y agua

Impacto ambiental: Arroyos afectados, mantos freáticos afectados

Componente y factor ambiental: agua, superficial

Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo y uso de combustibles y aceites, pueden ser dispuestos en lugares inadecuados los cuales por medio del arrastre o por accidente pueden ser vertidos de manera accidental en el cruce del río , dicho impacto puede tener afectaciones a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Impacto ambiental: Metros de profundización del agua

Componente y factor ambiental: agua, recarga

Durante la etapa de construcción por las actividades de excavación, armado y colado de estribos y aleros, así como, por la formación y compactación de terraplenes, se crean zonas más impermeables lo cual no permite la infiltración del agua hasta el acuífero. Incrementado la escorrentía, a nivel de sistema ambiental no tendrá impacto dado que es una actividad puntual.

Impacto ambiental: Contaminación de cuerpos de agua y sedimentación

Componente y factor ambiental: agua, calidad

Durante la etapa de preliminares y principalmente durante la construcción, la presencia de maquinaria y equipo, así como el manejo de materiales de construcción y tierra pueden ser dispuestos de manera accidental en lugares inadecuados como pude ser el cauce del río, contribuyendo a la sedimentación, teniendo un impacto a nivel de sistema ambiental sobre todo aguas abajo

Así mismo, las actividades de construcción de la subestructura por la excavación, armado y colado de estribos y aleros, y por el armado y colado de coronas y diafragmas, puede provocar el depósito de material sólido proveniente de dichas actividades sea transportado por la corriente de agua y se sedimente.

Impacto ambiental: Dinámica hidrológica

Componente y factor ambiental: agua, calidad

Derivado de las actividades preliminares, así como, por la construcción del nuevo puente se puede alterar y/o modificación la dinámica hidrológica del río, esto dado que las márgenes del cauce serán construidas los estribos, aunque si bien es un impacto puntual no tendrá repercusión a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Emisión de gases de combustión de maquinaria y vehículos

Componente y factor ambiental: aire, calidad

El uso de maquinaria y equipos que utilizan motores de combustión interna emiten gases contaminantes hacia la atmósfera generando emisiones de CO2, este impacto podría reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que la generación de gases s bien es puntual este tiene movilidad de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Emisión de partículas de polvo

Componente y factor ambiental: aire, calidad

Durante la etapa de preliminares, construcción, así como, de mantenimiento se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico por las actividades de habilitación de obra temporal, excavación, formación y compactación de terraplenes principalmente, dado que en todas las actividades significan movimiento de materiales, este impacto puede reflejarse a nivel de sistema ambiental dado que el polvo es un agente móvil de acuerdo a las condiciones del viento

Impacto ambiental: Alteración por ruido

Componente y factor ambiental: Ruido, confort sonoro.

Durante todas las etapas por el uso de equipo y maquinaria se emitirán niveles de ruido o presión sonora, pero con un efecto puntual, es decir, se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en el que se ubique la fuente generadora, cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren.

Este impacto, no sólo tiene repercusión en la salud humana, sino también en la fauna silvestre, por lo que se verá obligada a desplazarse a zonas en donde los niveles de ruido disminuyan hasta un nivel tolerable, este nivel dependerá de la especie de que se trate., por lo que tendrá repercusiones a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Desplazamiento de individuos

Componente y factor ambiental: Fauna, distribución

Durante las actividades de la etapa preliminar, así como, por las actividades de construcción de la subestructura, la generación de ruidos, presencia de personal, maquinaria y vehículos, perturba el hábitat en áreas aledañas al proyecto, por lo tanto, se considera como un impacto indirecto en la distribución actual de la fauna presente en la zona., sobre todo en el grupo de las aves, las cuales tiene mayor presencia y dado la gran movilidad que tienen, se considera que el impacto será a nivel de sistema ambiental

Impacto ambiental: Afectación a la integridad humana por accidentes

Componente y factor ambiental: población, riesgo

Durante las diferentes etapas del proyecto se requerirá de mano de obra especializada y no especializada, en las cuales al no contar con las medidas de seguridad laboral se generan accidentes de diferente nivel de riesgo.

Impacto ambiental: Mala calidad visual del entorno inmediato por generación de contaminantes y/o partículas

Componente y factor ambiental: paisaje, calidad

Durante la etapa de preliminares y construcción como se ha mencionada se generarán partículas de polvos por el movimiento de material edáfico afectando la visibilidad, así mismo, la emisión de gases contaminantes pudo afectar la visibilidad del entorno inmediato.

Impacto ambiental: Perturbación de la visibilidad

Componente y factor ambiental: paisaje, calidad

Durante la etapa de preliminares y construcción del proyecto la presencia de personal y maquinaria afecta la dinámica del lugar. Este impacto es perceptual y depende desde donde se aprecia el área del proyecto, lo que permite o no la apreciación del fondo escénico.

Finalmente, el impacto que corresponde al componente de la economía, impacta de manera positiva por la generación de empleos debido a que se requiere de mano de obra y finalmente el impacto igual de tipo positivo para el componente población debido a la construcción de infraestructura urbana como bien y servicio óptimo para el funcionamiento y satisfacción de la población.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

A la par de lo anterior el presente estudio presenta las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, las cuales también fueron incluidas en el presente análisis, considerando un escenario en el que las medidas se apliquen de acuerdo a lo que se plantea en capítulos posteriores, los impactos evaluados disminuyen su intensidad, cambiando su significancia a una de menor impacto, lo cual se visualiza en la grafica

De acuerdo a la gráfica comparativa se muestra que con la aplicación de medidas se tiene que:

Impactos “no significativos” pasa de 0 a 93,

Impactos “poco significativos” pasan de 0 a 28

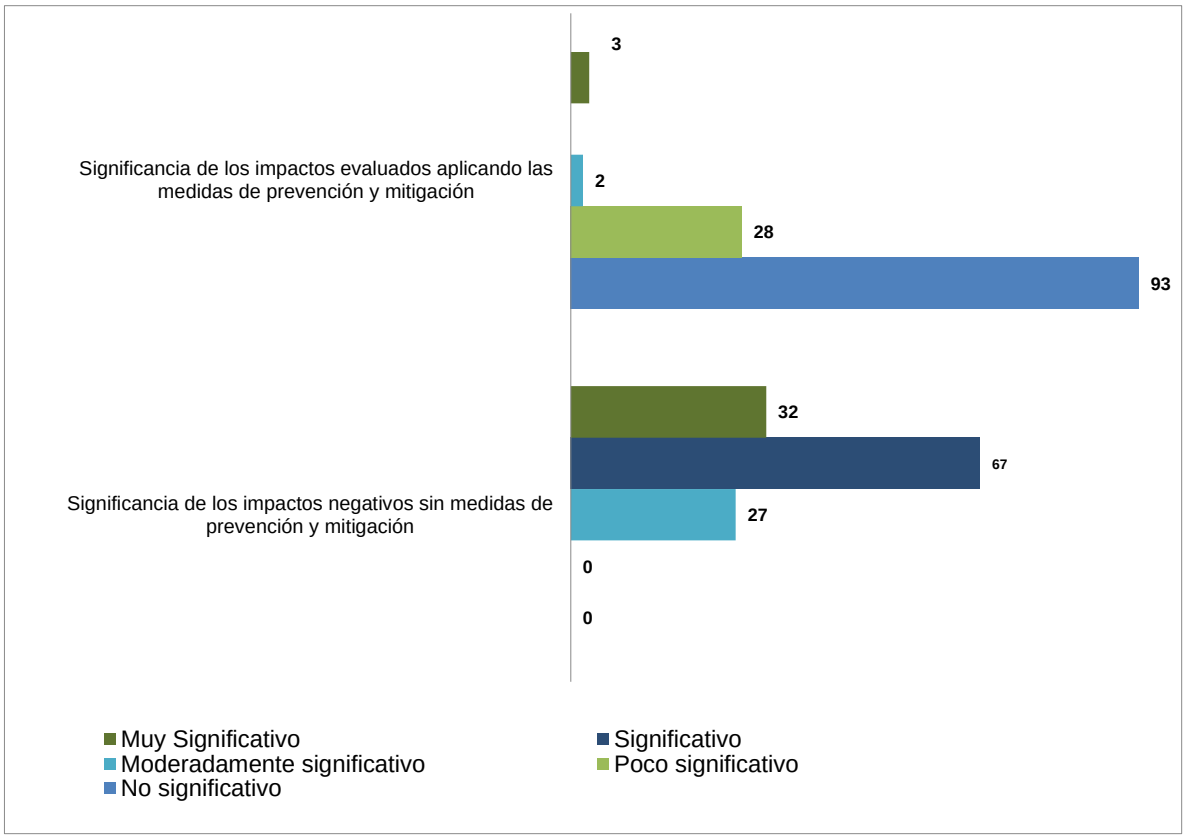
Impactos “moderadamente significativos” pasan de 27 a 2,

Impactos “significativos” pasan de 67 a 0

Impactos muy significativos se reducen de 32 a 3.

Podemos decir entonces que el 95 % de los impactos son mitigados y que los impactos que persisten en la categoría de muy significativos con 4 impactos, son los impactos que se conocen como residuales.

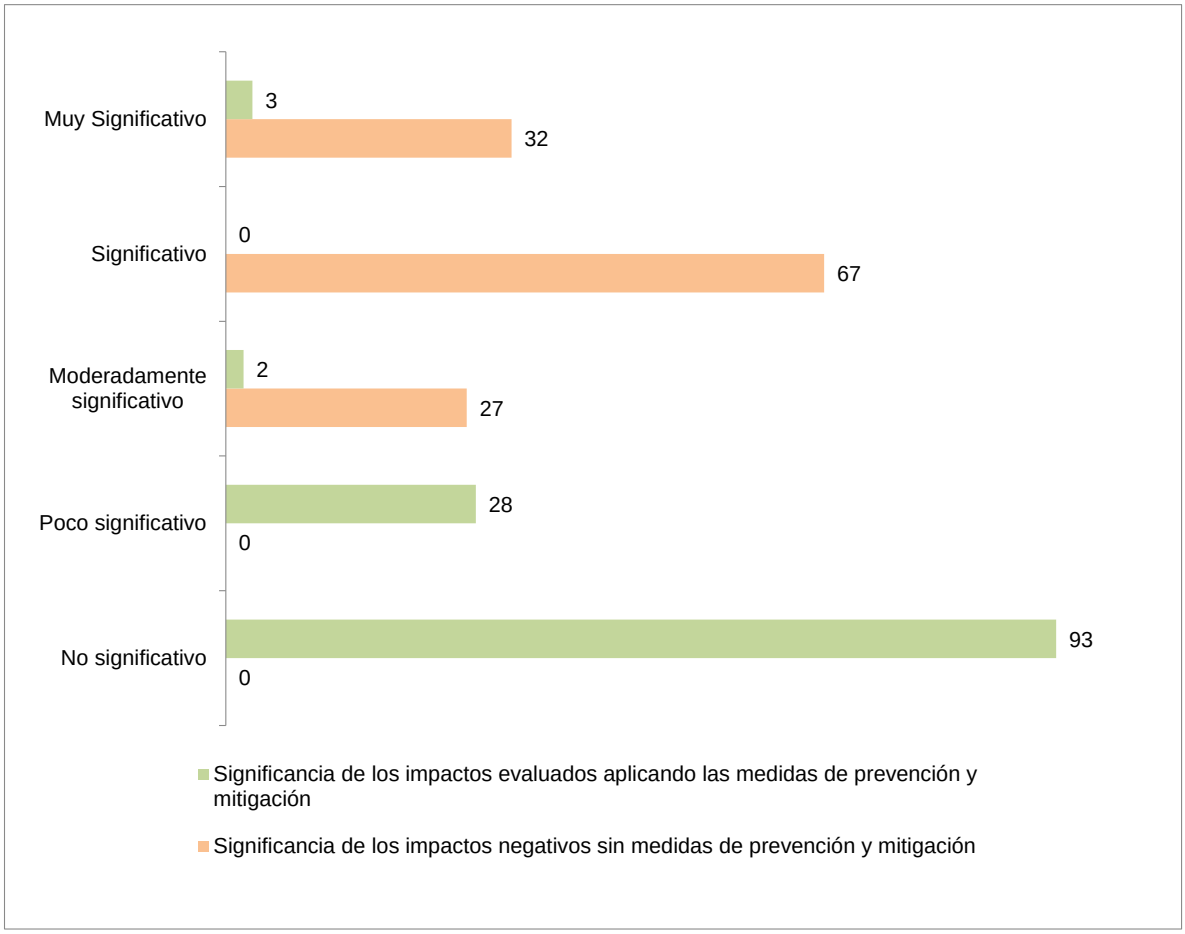
Imagen 74.-**Gráfica comparativa de la significancia de los impactos negativos con y sin aplicación de medidas.**



La eficiencia de las medidas de mitigación se presenta a continuación

Impacto	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos evaluados aplicando las medidas de prevención y mitigación	Significancia de los impactos negativos sin medidas de prevención y mitigación %	Significancia de los impactos negativos aplicando las medidas de prevención y mitigación %
No significativo	0	93	0	74
Poco significativo	0	28	0	22
Moderadamente significativo	27	2	21	2
Significativo	67	0	53	0
Muy Significativo	32	3	25	2
Total=	**126**	**126**	**100**	**100**

La grafica permite visualizar la eficiencia de la aplicación de las medidas de mitigación



Atmosfera

La calidad del aire se verá afectada por el proyecto de manera puntual y temporal, en el caso de la generación de polvos o bien por la emisión de gases y humos a la atmósfera ya que solo se presentarán durante las jornadas laborales, por lo tanto, los impactos son mitigables.

Con lo que respecta a la contaminación acústica el impacto es irrelevante y de manera puntual, ya que se percibirá con el mayor nivel de intensidad en el sitio en que se ubique la fuente generadora, con repercusión sólo en el personal que se encuentre en el sitio; cuyo nivel de afectación dependerá de la distancia a la que se encuentren, dado que no se rebasarán los límites máximos permisibles de generación de ruido, así mismo, se establecerá un horario matutino-vespertino y el personal utilizará equipo de protección personal ocular y auditivo.

El impacto que generará la alteración del microclima por la generación de emisiones a la atmosfera será mitigable con la aplicación de las medidas de compensación, tal como la reforestación

Suelo

La pérdida de la estructura del suelo es un impacto de tipo severo debido a las excavaciones que se ejecutarán con máquina, hasta alcanzar el nivel de desplante que indique el proyecto. El lecho de la excavación deberá afinarse para tener una superficie nivelada para colocar la plantilla, por lo tanto, dicho componente, no podrá recuperarse en tanto permanezca en dicha condición, por lo que se considera será un impacto permanente y continuo. Dicho impacto se compensa mediante la reforestación de una superficie de media hectárea, como medida de compensación.

Así mismo, se visualiza la protección del suelo por contaminación debido a que se establecerá un manejo integral de los residuos, un mantenimiento del equipo en condiciones óptimas, plan de respuesta a las emergencias para la contención de derrames, instalación de sanitarios portátiles, señalética en el área, medidas que, al ser aplicada, hacen que los impactos tengan una importancia de tipo moderado, sin embargo, esto sería solo en caso de suceder.

Finalmente, otra medida a implementar, que garantiza, el cumplimiento y compromiso de proteger al medio ambiente es la sensibilización del personal, a través de pláticas antes del inicio de los trabajos

Agua

La afectación a la dinámica hidrológica del debido a que el puente actual está construido sobre el cauce del mismo, el cual será retirado dar paso a una nueva estructura, la cual estará construida sobre el mismo sitio, por lo que existirán elementos de concreto ciclópeo, tanto en el subsuelo del cauce, como en el cauce del mismo, elementos de importancia estructural conocida como subestructura que soportara la superestructura del puente, por lo que es evidente que esta estructura de alguna forma, aunque significante alterara la dinámica hidrología del Río por el tiempo de vida útil del proyecto.

Ahora bien, con respecto a la calidad del agua superficial y subterránea, se prevé que con las medidas preventivas (mantenimiento de equipo en óptimas condiciones, manejo integral de los residuos, instalación de sanitarios portátiles, plan de respuesta a emergencias para la contención de derrames, implementación de señalética en el área del proyecto) y su correcta aplicación, se evitarán efectos previsibles, lo que implica que los efectos pasen a ser de moderados a irrelevantes, en el caso de que se llegaran a manifestar los impactos estos pueden ser mitigados por lo tanto, son impactos de tipo moderado.

Las afectaciones a la calidad del agua por sedimentación, lo cual también provocaría la turbidez del agua del Río, este impacto es de tipo temporal y que es capaz de revertirse sin intervención humana.

Finalmente, otra medida a implementar, que garantiza, el cumplimiento y compromiso de proteger al medio ambiente es la sensibilización del personal, a través de pláticas antes del inicio de los trabajos

Fauna (Aves)

Las medidas preventivas, de mitigación y compensación descritas con anterioridad, estas tienen una correlación con la fauna, dado que al afectar a un componente indirectamente se afecta al otro., por lo tanto, la afectación a la distribución por el desplazamiento de la fauna se considera moderado. El futuro de gran parte de la fauna silvestre depende de la supervivencia de sus hábitats.

Así mismo, la mortandad o daño a ejemplares incluyendo especies en riesgo, será mínima, por el ahuyentamiento y reubicación de fauna.

Se considera que los patrones de sucesión secundaria tendrán lugar a lo largo del tiempo aún después de terminados los trabajos en el área de estudio, siendo un cambio gradual y secuencial con respecto a la abundancia relativa de las especies.

Finalmente, otra medida a implementar, que garantiza, el cumplimiento y compromiso de proteger al medio ambiente y población es la aplicación de un seguro de responsabilidad civil y de responsabilidad por daño ambiental.

Finalmente, los impactos residuales son aquellos que aun aplicando las medidas de mitigación no podrán ser minimizados o suavizados, son aquellos cuya duración del efecto es largo y que ocasionan cambios o

modificaciones permanentes en algún componente ambiental, en este caso los impactos residuales de tipo muy significativo y significativo son principalmente en la modificación de la morfología del suelo para la rehabilitación de los accesos, en el impacto sobre el cauce del Río y su dinámica hidrológica por la construcción y alojamiento, por la vida útil del proyecto de estructuras de concreto ciclópeo que se alojan desde el subsuelo hasta el cauce para dar soporte a la estructura del puente y que son elementos estructurales necesarios para el nuevo puente, que sin embargo su construcción se torna de impacto de tipo residual, aunque es preciso comentar que dicho impacto es de manera puntual en el sitio de construcción de cada uno de los estribos y aleros, y que el proyecto no considera la modificación y/o alteración del cauce del rio, para estos impactos se propone como medida de compensación una reforestación de 0.5 has de preferencia en el área de influencia del proyecto

VII.4 Pronóstico ambiental.

Los proyectos de vías de comunicación han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, las vías de comunicación, causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de las vías de comunicación pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas, sin embargo, es preciso recalcar que las condiciones físicas y naturales del entorno son determinantes para determinar el estado de conservación y/o deterioro del entorno en donde se construirá el puente, el cual está determinado por el camino existente que conduce al proyecto que paso de ser terracería a un nivel de pavimento asfaltico, es decir que las condiciones del medio han sido modificadas con anterioridad. Además del uso del suelo en el sitio del proyecto el cual se ubica en la zona urbana de la localidad de El Tamarindo. donde no será necesario la remoción de vegetación y por consiguiente la mayor parte de los impactos se reflejan en el componente abiótico como lo es el suelo y atmosfera, si bien el sitio del proyecto presenta un deterioro ambiental tal como se detalló en el capítulo IV, es importante realizar las medidas de mitigación del impacto ambiental propuestas a fin de no incrementar dicho deterioro y se ejecuten la reforestación como medida de compensación ambiental, existe actualmente paso sobre el rio conocido como “vado” el cual estructuralmente es necesario sustituir..

VII.5 Evaluación de alternativas.

En este punto es importante mencionar que de acuerdo a la información contenida en las ortofoto digital E14D87 escala 1:75,000 de INEGI de la fotografía área rectificada de diciembre de 1999, se observa que el camino que conduce al sitio del proyecto ya se encuentra a construido a nivel de terracería por lo menos desde los noventas y actualmente está a nivel de pavimento asfaltico, por lo que el objetivo del proyecto es sustituir el paso del rio que se localiza sobre este camino “Vado” y que permite evitar el cruce directo sobre la corriente hidrológica, se propone la construcción del puente en el mismo sitio en donde actualmente se realiza el cruce, , por lo que No se tiene considerado la modificación o un nuevo sitio de cruce ya que esto significaría un aumento considerable en el costo del proyecto, haciéndolo inviable para el presupuesto de Caminos Alimentadores de la SCT, por lo tanto No se propone un nuevo sitio, por lo que en caso de que no se obtengan los permisos y/o autorizaciones en materia de impacto ambiental, el cruce del rio seguir siendo como hasta ahora sobre el “vado” existente

VII.6. Conclusiones

El presente documento se llevó a cabo con la finalidad de identificar los impactos ambientales, evaluar su incidencia sobre los componentes ambiéntales y plantear medidas de mitigación con el fin de minimizar los

impactos negativos generados al medio ambiente, haciendo uso de los procesos y metodologías en materia de impacto ambiental necesarios para reducir al máximo estos impactos.

Para tal fin se emitieron las recomendaciones necesarias para el proceso que se debe de seguir en las distintas etapas y actividades del proyecto o actividades, ya que su cumplimiento en tiempo y forma es determinante en la minimización de los impactos sobre el medio ambiente.

El estudio que se realizó para elaborar esta Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), en los términos que se exponen en el presente documento y sus anexos, se determinó principalmente una afectación permanente en la modificación de la morfología del suelo, así como, al incremento de contaminantes responsables de la alteración climática tanto por el uso de maquinaria y vehículos de combustión, así como, por el uso de dicha infraestructura y que de manera indirecta se emiten gases de los vehículos que transitan.

Los impactos negativos y sus afectaciones a los diversos factores ambientales de la zona, ocasionados por las diversas actividades en las etapas de preliminares y constructivo se verán mitigados casi en su totalidad, los impactos residuales se evaluaron como impactos de baja significancia, según el nivel que maneja la metodología presentada y estos no podrán ser mitigados en su totalidad, sin embargo, se plantean medidas compensatorias.

El impacto benéfico que generará el desarrollo del proyecto, es principalmente del tipo socioeconómico, el cual es de gran importancia y alcance total, beneficiando a las localidades circundantes, al contar con una vía de acceso segura y sobre todo de tipo permanente a lo largo del año, lo que permitirá agilizar el transporte de insumos y productos, promoviendo un mayor desarrollo comercial y económico de la zona, lo cual se reflejará en la generación de fuentes de empleo.

Finalmente la evaluación del impacto ambiental del proyecto arroja como resultado un nivel de impacto que va en los valores de significancia de no significativos a poco significativos, con el planteamiento de las actividades de mitigación de los impactos se considera que serán minimizadas las afectaciones al ambiente siempre y cuando se apliquen las medidas establecidas en el presente estudio, y el seguimiento de los lineamientos jurídicos ambientales, los establecidas por las Autoridades locales y principalmente el compromiso por parte del promovente del proyecto para darle seguimiento y cumplir las disposiciones dadas en la autorización de impacto ambiental.

CAPÍTULO VIII: IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1.-FORMATOS DE PRESENTACIÓN

El estudio se presenta en formato digital en WORD, así como, de manera impresa.

Se anexan de manera digital en formato Excel, matrices de evaluación de los impactos ambientales.

Se anexan 3 discos compactos: 2 en formato Word y 1 PDF, los cuales contienen la documentación legal, memorias de cálculo, MIA-R y planos del proyecto.

VIII.2.-PLANOS DEFINITIVOS

VIII.3.-ANEXO FOTOGRÁFICO
ANEXO A

VIII.4.-VIDEOS
NO APLICA

VIII.5.-OTROS ANEXOS

ANEXO B.- DOCUMENTACIÓN LEGAL

VIII.6.-GLOSARIO DE TERMINOS

- Componentes ambientales críticos: Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.
- Componentes ambientales relevantes: Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.
- Conjunto de predios, grupo de predios adyacentes con las mismas características ecológicas; X. Conservación de suelos, conjunto de prácticas y obras para controlar los procesos de degradación de suelos y mantener su productividad;
- Degradación de tierras, disminución de la capacidad presente o futura de los suelos, de la vegetación o de los recursos hídricos;
- Degradación de suelos, proceso de disminución de la capacidad presente o futura de los suelos para sustentar vida vegetal, animal o humana;
- Desertificación, pérdida de la capacidad productiva de las tierras causada por la naturaleza o por el hombre en cualquiera de los ecosistemas
- Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

- Daño a los ecosistemas: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.
- Daño grave al ecosistema: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.
- Derecho de vía: Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino.
- Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.
- Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
- Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:
    a. La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
    b. La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
    c. La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
    d. La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
    e. El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

f. Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

- Magnitud: Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos
- Manejo integral de cuencas, planeación y ejecución de actividades dentro del ámbito de las cuencas hidrológico-forestales que incluyen todos los componentes ambientales, sociales y productivos relativos a las mismas;
- Medidas de prevención: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- Naturaleza del impacto: Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- Plano georreferenciado, aquél que se presenta en coordenadas UTM o geográficas, con precisión a décimas de segundo de cada punto de la poligonal de los predios, ubicándolos dentro de su respectiva cuenca y subcuenca hidrológico-forestal, con una escala mínima de 1:50,000, a fin de identificar su localización por entidad federativa y municipio;
- Protección de suelos, conjunto de acciones encaminadas a evitar la degradación de los suelos y mantener las condiciones naturales de la vegetación forestal en buen estado;
- Tierras frágiles, aquéllas ubicadas en terrenos forestales o preferentemente forestales que son propensas a la degradación y pérdida de su capacidad productiva natural como consecuencia de la eliminación o reducción de su cobertura vegetal natural;
- Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

VIII.7.- BIBLIOGRAFÍA

- Campos- Villanueva A. y Villaseñor J.L. 1995. Estudio florístico de la porción central del Municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). Boletín de la Sociedad Botánica de México 56: 95-120.
- (SEMARNAT). Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Norma Oficial Mexicana, Nom-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo.

- (CONANP). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Escala 1:1000000. México En internet: (consultado diciembre 2014).
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Provincias biogeográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos. En Internet: (consultado enero 2015).
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1000000. México En internet: (consultado diciembre 2014).
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible. En Internet: (consultado enero 2015).
- De Ávila-Blomberg A. 2004. Clasificación de la vida en las lenguas de Oaxaca. En: García-Mendoza A.J. Ordóñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 481-539, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- Rzedowski J. 1978. Vegetación de México, Limusa, México, D.F
- Santiago- Martínez A. Conocimiento tradicional y valor de uso de plantas medicinales de San Sebastián Coatlán, Miahuatlán, Oaxaca, México. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR- Oaxaca. 96 pp.
- Torres-Colín R. 2004. Tipos de Vegetación. En: García-Mendoza A.J. Ordoñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 105-117, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- Briones-Salas, M., & Sánchez-Cordero, V. (2004). Mamíferos. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 423-447). México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Casas-Andreu, G., Méndez-de la Cruz, F. R., & Aguilar-Miguel, X. (2004). Anfibios y reptiles. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 375-390). México: Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- García-Mendoza, A. J. (2004). Integración del conocimiento florístico del estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 305-325). México: Instituto de Biología, UNAMFondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- García-Mendoza AJ, MJ Ordoñez, M Briones-Salas eds. 2004. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza. México DF, México. World Wildlife Fund, México. 605 p.
- González-Pérez, G., Briones-Salas, M., & Alfaro, A. M. (2004). Integración del conocimiento faunístico del estado. En A. J. García-Mendoza, M. J. Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 449-446). México: Instituto de Biología, UNAM / Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Kindt, R. 2019. Package for Community Ecology and Suitability Analysis. Package 'BiodiversityR', CRAN Repository. http://www.worldagroforestry.org/output/tree-diversity-analysis

- Ludwing, J. A., Reynolds, J. F. (1988) Statistical Ecology: A primer on methods and computing. John Wiley & Sons, New York, 337 pp.
- Martin GJ, CI Camacho, CA del Campo, S Anta, F Chapela, MA González. 2011. Indigenous and community conserved areas in Oaxaca, Mexico. Management and Environmental Quality: An International Journal 22(2): 250-260.
- Martínez-Ramírez, E., & Gómez-Ugalde, R. M. (2006). Los peces de las cuencas hidrológicas de Oaxaca, México. Centro de Investigaciones Pesqueras. Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras, 24(1), 46-50.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.
- Mora-Donjuán, C. A., Burbano-Vargas, O. N., Méndez-Osorio, C., & Castro-Rojas, D. F. (2017). Evaluación de la biodiversidad y caracterización estructural de un Bosque de Encino (Quercus L.) en la Sierra Madre del Sur, México.
- Navarro, S. A. G., García-Trejo, E. A., Peterson, A. T. & Rodríguez-Contreras, V. (2004). Aves. En A. J. García-Mendoza, M. J., Ordóñez & M. Briones-Salas (Eds.), Biodiversidad de Oaxaca (pp. 390-421). México: Instituto de Biología, UNAM / Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund, México.
- Odum, E. P., Barret G. W., Aguilar O. M. T. (2006) Fundamentos de ecología. Thomson Editores, S.A. de C.V. México.
- Oksanen, J. 2018. Vegan: ecological diversity. Processed with vegan 2.4-6 in R version 3.4.3 (2017-11-30). https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf
- Oksanen, J. 2019. Community Ecology Package. Package 'vegan', CRAN Repository. <https://cran.r-project.org, https://github.com/vegandevs/vegan>
- PEET, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5: 285-307.
- Aranda, J.M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México, IE, A.C. Xalapa, Veracruz. 212 p.
- Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. CONABIO. México, D.F. 252. pp.
- Brinford, C. L. 1989. A Distributional Survey of the Birds of the Mexican State of Oaxaca.The American Ornithologist'sUnion. Washington, D. C. 419 p.
- Canter W.L. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental. Segunda edición, Ed. Mc Graw Hill. México. 841p.
- Campos- Villanueva A. y Villaseñor J.L. 1995. Estudio florístico de la porción central del Municipio de San Jerónimo Coatlán, Distrito de Miahuatlán (Oaxaca). Boletín de la Sociedad Botánica de México 56: 95-120.
- Casas, A.G. y C.J. McCoy. 1979. Anfibios y reptiles de México: Claves ilustradas para su identificación. Ed. Limusa. 87p.

- (CONANP). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2010. Áreas Naturales Protegidas Federales de México. Escala 1:1000000. México.
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 1997. Provincias biogeográficas de México. Catálogo de metadatos geográficos.
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2008. Regiones Terrestres Prioritarias. Escala 1:1000000. México .
- (CONABIO). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2010. El bosque mesófilo de montaña en México: amenazas y oportunidades para su conservación y manejo sostenible.
- De Ávila-Blomberg A. 2004. Clasificación de la vida en las lenguas de Oaxaca. En: García-Mendoza A.J. Ordóñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 481-539, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- Espinoza G. 2002. Gestión y fundamentos de impacto ambiental. Banco Interamericano de desarrollo. Centro de estudios para el Desarrollo Santiago, Chile.
- Flores-Villela, O., Canseco-Márquez, L. 2004. Nuevas especies y cambios taxonómicos para la herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 20 (2): 115-144.
- García, E. 1998. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 217 p. México
- García - Leyton A. L. 2004. Aplicación del análisis multicriterio en la evaluación de impactos ambientales. Tesis doctoral, en Ingeniería Ambiental. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona España.
- García M.A., Ordoñez M. y Briones S.2004.M. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM. D.F. 605 pp
- Isolda Luna- Vega, David Espinosa, Raul Contreras- Medina, 2016.Biodiversidad de la Sierra Madre del Sur.Universidad Nacional Autonoma de México. Primera edición. 528 páginas.
- Miranda, F. y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29 –63.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Volumen 1. M&T Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza, España, 84pp.
- Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Guerrero 2018-2021.
- Peterson, E.T. y E.L. Chalif. 1998. Aves de México. Guía de campo. Ed. Diana 3ª. Impresión. México. 473 p.
- Ramírez-Pulido J., Cabrales, A. J., y Campillo, C. A. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatura de los Mamíferos Terrestres de México. Acta zoológica mexicana (n. S.) 21(1): 21-82
- Roger Tory Peterson. Western. 1990. Birds. Boston New York, 3aEdición, 432 pp.
- Rzedoswi, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México, D.F.pp.270-297.
- SEMARNAT.2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010. Diario Oficial de la Federación. 2ª sección. Diciembre de 2010.

- Santiago- Martínez A. Conocimiento tradicional y valor de uso de plantas medicinales de San Sebastián Coatlán, Miahuatlán, Oaxaca, México. Tesis de maestría, Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR- Oaxaca. 96 pp.
- Steve, N. G., Howell & Sophie W. 2005. A guide to the birds of México and Northern Central America.Oxford UniversityPress. California U. S. A.
- Torres-Colín R. 2004. Tipos de Vegetación. En: García-Mendoza A.J. Ordoñez M.J. y Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca, pp. 105-117, Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World WildLife Found, México, D.F.
- UICN, Unión Mundial para la Naturaleza. 2001. 2000. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies UICN. Versión 3.1. Aprobado en la 51° Reunión del Consejo de la UICN Gland, Suiza 9 de Febrero de 2000.
- GUÍA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL, Conesa Fernández-Vitoria, V., V. Ros Garro, V. Conesa Ripio y L.A. Conesa Ripio. 1995. 2ª. ed. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España. 387 p.
- Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, CYTED.
- ODUM, E. P. et al. (2006) Fundamentos de ecología. [s.l.]: Thomson Editores, S.A. de C.V.
- LIBRO 3 Normas para Construcción e Instalaciones 1984.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO H. AYUNTAMIENTO CONSTITUCIONAL DE TLACOACHIXTLAHUACA 2018-2021
- Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Ley General de Vida Silvestre.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Aguas Nacionales.
- Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas.
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- Reglamento de la Ley de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Guerrero número 211.
- Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Guerrero.
- Ley de Protección a los Animales del Estado de Guerrero.
- Ley número 41 que establece el derecho de vía de carreteras o caminos locales.

Programas y sistemas información geográfica utilizados en el manejo de imágenes de satélite y cartografía digital.

- ArcGis 10.3
- Autocad 2019
- RStudio

FAUNA

- Anfibios y Reptiles del Estado de Tamaulipas, México (UANL). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección de Aves y Mamíferos del Valle de Cuatrociénegas, Coah., México (UANL). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección Herpetológica de la Academia de Ciencias de California, EUA (CAS). 2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.
- Colección Herpetológica del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera", México (MZFC, UNAM).2005. Base de datos de REMIB-CONABIO.

VIII.7.1 Páginas electrónicas consultadas

- http://www.conabio.gob.mx/informacion/geo_espanol/doctos/cart_linea.html.
- http://www.digepo.gob.mx.
- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/metadataexplorer/index.html.
- http://smn.cna.gob.mx.
- http://www.elocal.gob.mx/work/templates/enciclo/guerrero/municipios/20466a.htm
- http://conabioweb.conabio.gob.mx/metacarto/metadatos.pl
- mobot.mobot.org/ W3T/ Search/ vast.html
- http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/