



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.

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	2
I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO	2
I.1.1 Nombre del proyecto.....	2
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	2
I.1.3 Duración del proyecto.	8
I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.....	8
I.2.1 Nombre o razón social.....	8
I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente.....	8
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.	8
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.	8
I.3 RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	9
I.3.1 Nombre o razón social.....	9
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.	9
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	9

INDICE DE TABLAS

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto del proyecto Puente “Barra Vieja”.	6
--	---

INDICE DE IMÁGENES

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno.....	3
Imagen I. 2. Vías de acceso.....	4
Imagen I. 3. Vista satelital del proyecto.....	5
Imagen I. 4. Vista del puente existente.....	7
Imagen I. 5. Datos del responsable técnico	9

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 Nombre del proyecto.

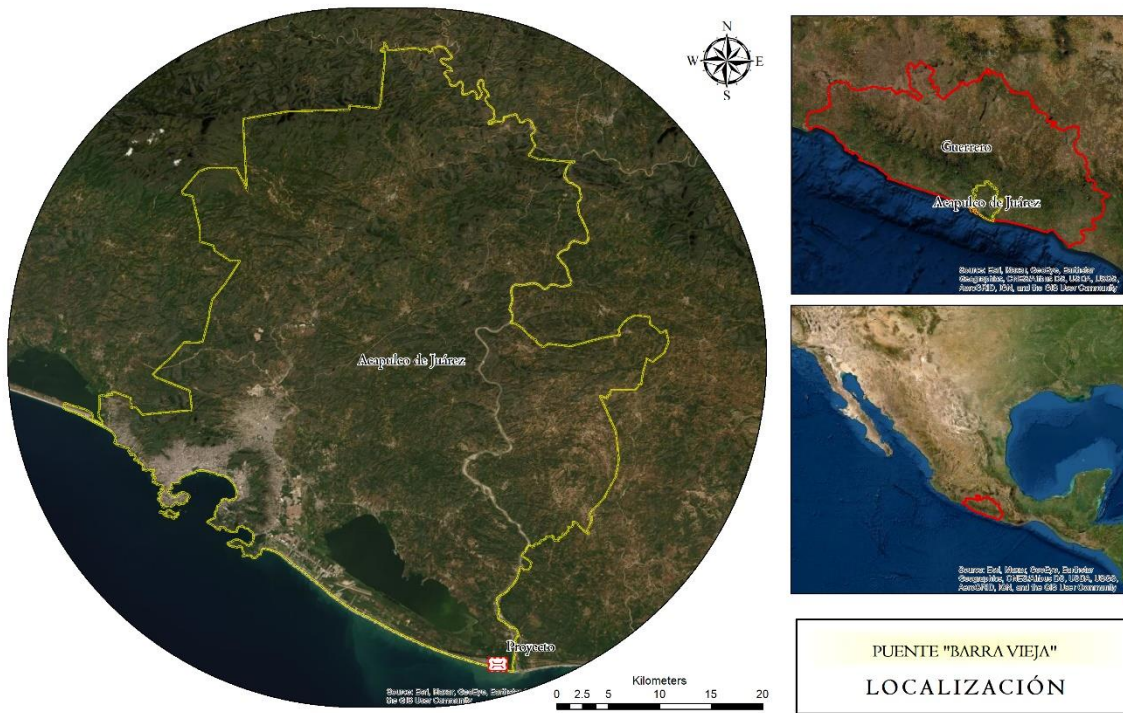
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.

I.1.2 Ubicación del proyecto.

El proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO., se desarrolla en el Estado de Guerrero, situado en el sur de la República Mexicana, se localiza en la zona tropical, entre los 16° 18' y 18° 48' de latitud norte y los 98° 03' y 102° 12' de la longitud Oeste. Limita al norte con los estados de: México, Morelos, Puebla y Michoacán; al sur, con el océano Pacífico; al este con Puebla y Oaxaca; y al oeste con Michoacán y el Pacífico. El estado de Guerrero tiene una extensión territorial de 63,794 km², que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 kilómetros y la mayor longitud es de 461 kilómetros; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente. Asimismo, el proyecto se localiza en el Municipio de Acapulco de Juárez.

- El municipio de Acapulco de Juárez se localiza al sur de la capital del estado, a 133 km de distancia de Chilpancingo, se ubica entre los paralelos 16°41' y 17°13' de latitud norte, los 99°32' y 99°58' de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R. Escudero (Tierra Colorada), al sur con el océano Pacífico, al oriente con el municipio de San Marcos y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez. En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen I. 1. Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno



Fuente: Biota 2021

Imagen I. 2. Vías de acceso

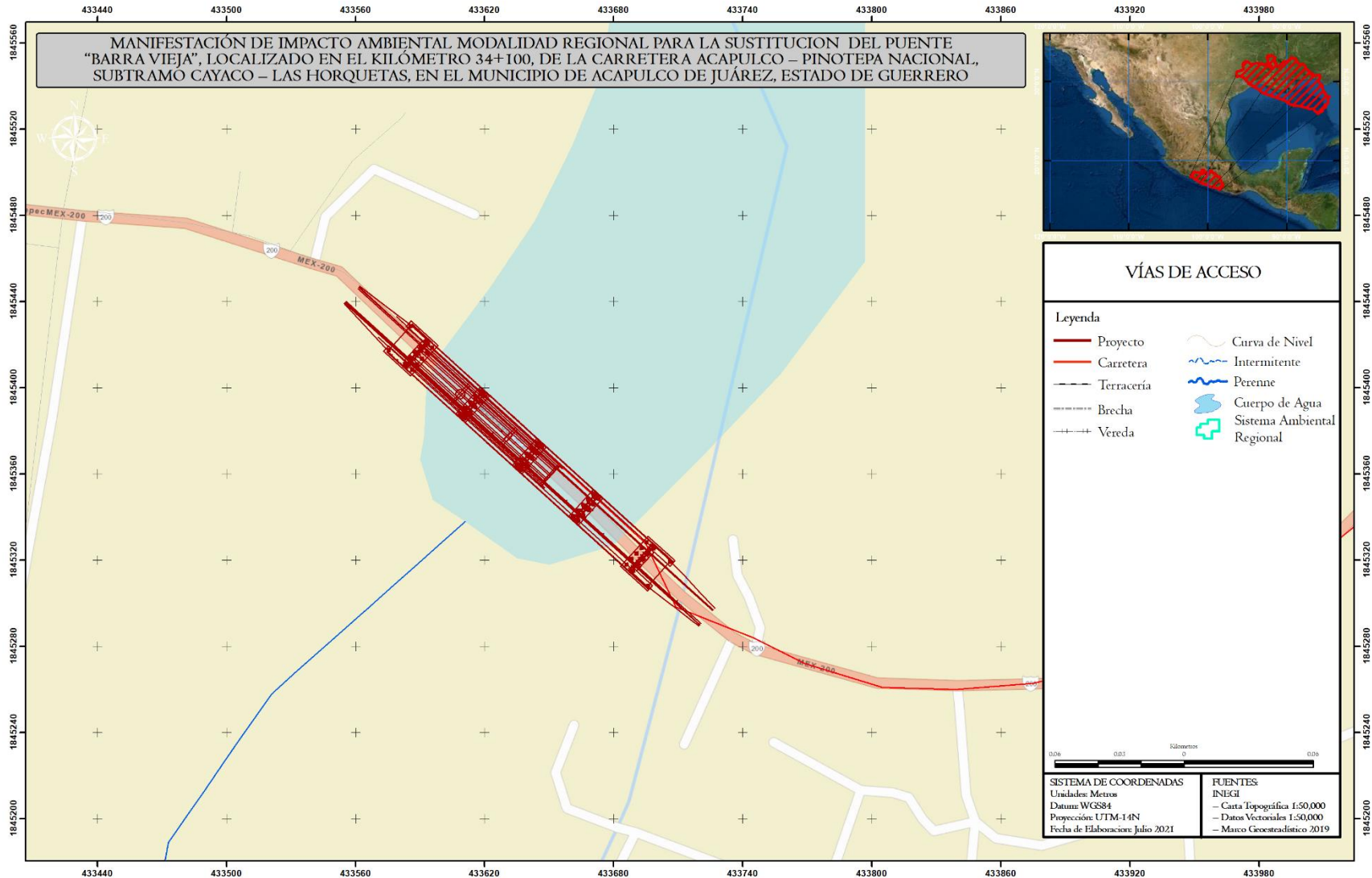
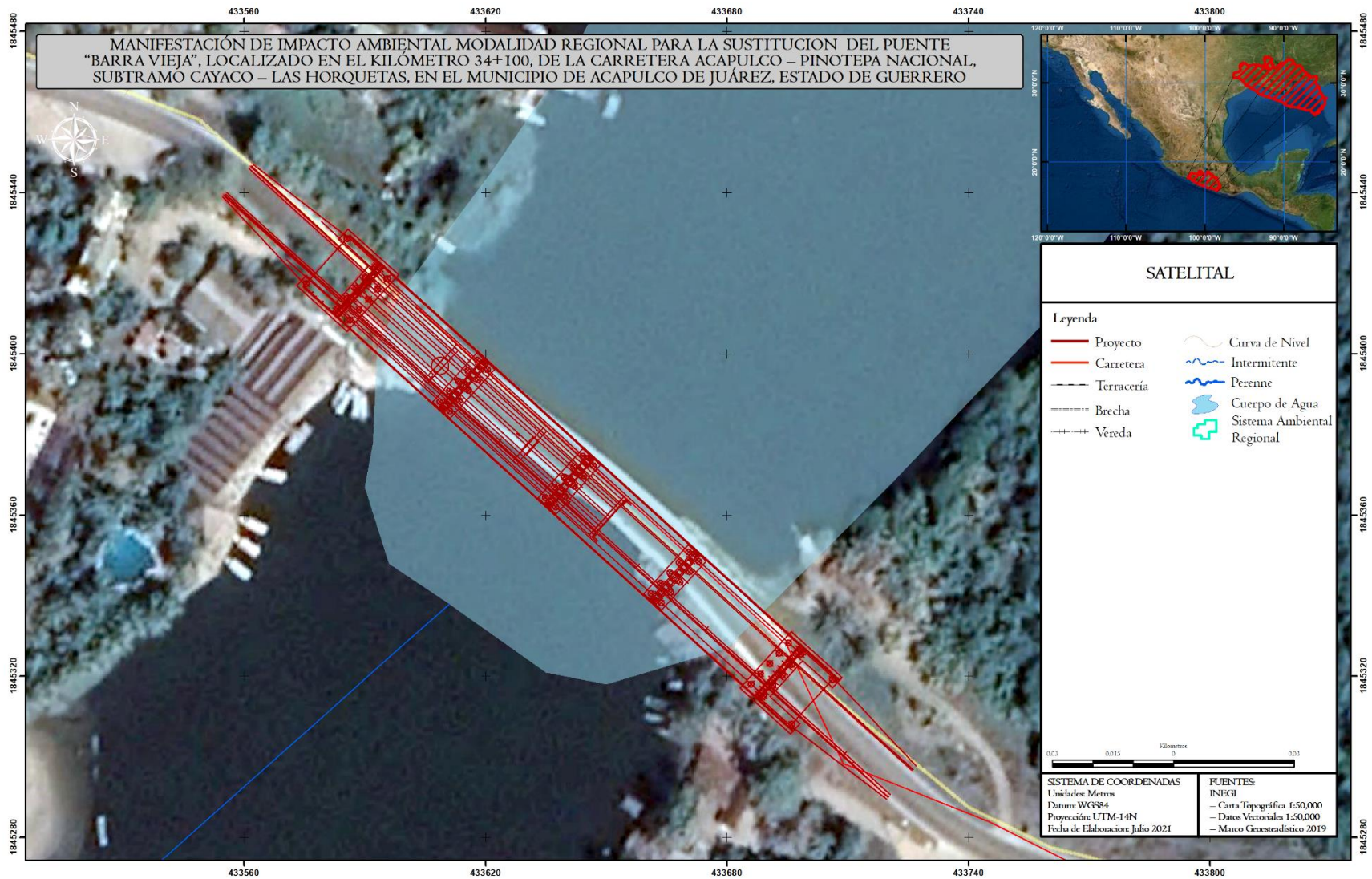


Imagen I. 3. Vista satelital del proyecto



El puente existente “Barra Vieja” se encuentra localizado en el km. 34+100 de la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional en una zona urbana cerca de la localidad conocida como Barra Vieja. Se construyó aproximadamente en el año 1954 para la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional. Actualmente tiene una longitud 72.70 metros y ancho de calzada de 11 metros, la superestructura está compuesta por una losa sobre 5 traveses tipo cajón de concreto presforzado pretensado, cuenta con tres claros con longitud de 23.50 m., 25.78 m. y 22.63 m. cada uno.

De la inspección realizada al puente existente se elaboró un levantamiento geométrico y un levantamiento de daños; de los cuales los más importantes son:

- 1.- Acero expuesto en lecho inferior de traveses, con bastante oxidación.
- 2.- Existe una gran pérdida de material en el terraplén por la socavación que forma una especie de caverna en la parte trasera del caballete número 1.
- 3.- Junta de dilatación completamente dañada.
- 4.- Los apoyos están en mal estado presenta aplastamiento.
- 5.- Asentamiento de los terraplenes de entrada y de salida.
- 6.- Fisuras en muro de respaldo, cabezal y pantallas laterales del caballete número 4 por asentamientos.
- 7.- Lavaderos destruidos.
- 8.- Nivelación de la superficie de rodamiento.
- 9.- Otros daños menores.

Considerando la naturaleza y gravedad de los daños del Puente; aunado al crecimiento poblacional de la Costa de Guerrero y una mayor demanda de turismo ha originado una situación alarmante, la estructura no es suficiente para desfogar el tránsito de la región y representa un riesgo de seguridad vial, es por ello, que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Guerrero, pretende realizar la sustitución de la estructura existente que libra el Río “De la Sabana” (canal natural o boca de salida de la Laguna de Tres Palos que desemboca en la localidad de Barra Vieja).

Sustitución. - Cuando el puente se encuentre en un estado avanzado de deterioro y resulta poco factible repararla o modernizarla¹.

En la siguiente tabla se muestran las coordenadas del puente a sustituir, Datum WGS84 zona 14N.

Tabla I. 1. Coordenadas del proyecto del proyecto Puente “Barra Vieja”.

VÉRTICES	UTM		VÉRTICES	GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE		ESTE	ESTE
ESTRUCTURA					
A	433593	1845422	J	433689	1845315
B	433607	1845410	K	433675	1845326
C	433620	1845398	L	433662	1845339
D	433635	1845385	M	433649	1845350
E	433647	1845375	N	433636	1845362
F	433660	1845362	Ñ	433623	1845373
G	433673	1845351	O	433610	1845386

¹ (2018). *Manual para Conservación de Puentes y Estructuras Similares*. Dirección General de Servicios Técnicos. México. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_de_Conservaci%C3%B3n_de_Puentes/Manual_de_Conservaci%C3%B3n_de_Puentes.pdf>

H	433686	1845339	P	433596	1845398
I	433699	1845326	Q	433583	1845411

Fuente: Biota 2021

Imagen I. 4. Vista del puente existente



Vista Superestructura en tramo 3-4 formado por 5 travesaños cajón de concreto presforzado pretensado las cuales presentan carbonatación en sus patines que han provocado desconches de concreto dejando el acero de refuerzo expuesto y tiene un alto grado de corrosión.

I.1.3 Duración del proyecto.

El proyecto se pretende construir en un periodo de 5 años, la vida útil del mismo es de 50 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.

I.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1 Nombre o razón social.

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Centro SCT Guerrero.

I.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente.

[REDACTED]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.

[REDACTED].

I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal.

[REDACTED]
[REDACTED]

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

I.3.1 Nombre o razón social.

Biosistemas y Tecnología Aplicada, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.

[REDACTED]

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;.....	3
II.1. Información General del Proyecto.....	3
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	3
II.1.2 Selección del Sitio.....	6
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.....	7
II.1.4 Inversión requerida.....	13
II.1.5 Dimensiones del proyecto.....	13
II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.....	17
II.2. Características particulares del proyecto.....	19
II.2.1 Programa general de trabajo.....	32
II.2.2 Preparación del sitio.....	33
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.....	40
II.2.4 Etapa de construcción.....	42
II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.....	50
II.2.6 Otros insumos.....	52
II.2.7 Sustancias peligrosas.....	53
II.2.8 Descripción de obras asociadas al proyecto.....	54
II.2.9 Etapa de abandono del sitio.....	54
II.2.10 Utilización de explosivos.....	54
II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.....	54
II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.....	56

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto Puente “Barra Vieja” y accesos.....	12
Tabla II. 2. Estimación de la inversión requerida para el desarrollo del proyecto.....	13
Tabla II. 3. Especificaciones puente existente y proyecto.....	13
Tabla II. 4. Especificaciones del proyecto.....	19
Tabla II. 5. Programa de ejecución de la obra por conceptos.....	32
Tabla II. 6. Residuos de obra.....	39
Tabla II. 7. Materiales requeridos por etapas.....	52
Tabla II. 8. Requerimiento de combustible.....	52
Tabla II. 9. Clasificación del CRETIB de acuerdo al tipo de residuos.....	53
Tabla II. 10. Estimación de emisiones durante la operación del proyecto.....	55

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen II. 1 Vista Satelital de Barra Vieja en 2003.....	3
Imagen II. 2 Vista Satelital de Barra Vieja en 2021.....	4
Imagen II. 3 Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno.....	7
Imagen II. 4 Vías de acceso.....	8
Imagen II. 5 Vista satelital del proyecto.....	9
Imagen II. 6 Vista aérea del puente existente y en operación.....	10
Imagen II. 7 Vista aérea del puente existente y en operación.....	11
Imagen II. 8 Detalle de la estructura actual.....	14

Imagen II. 9 Detalle de la estructura proyectada	16
Imagen II. 10 Detalles de la estructura proyectada.	20
Imagen II. 11 Banco de préstamo de materiales cercanos al proyecto.....	21
Imagen II. 12 Daños del puente existente.....	23
Imagen II. 13 Perfil estimado de socavación	28
Imagen II. 14 Condiciones del flujo actual.....	29
Imagen II. 15 Superficie en zona federal.	31
Imagen II. 16 Ruta de desvío temporal	33
Imagen II. 17 Esquema del muro de concreto armado	47
Imagen II. 18 Accesos a la estructura	48
Imagen II. 19 Localización de los accesos.....	49

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO;

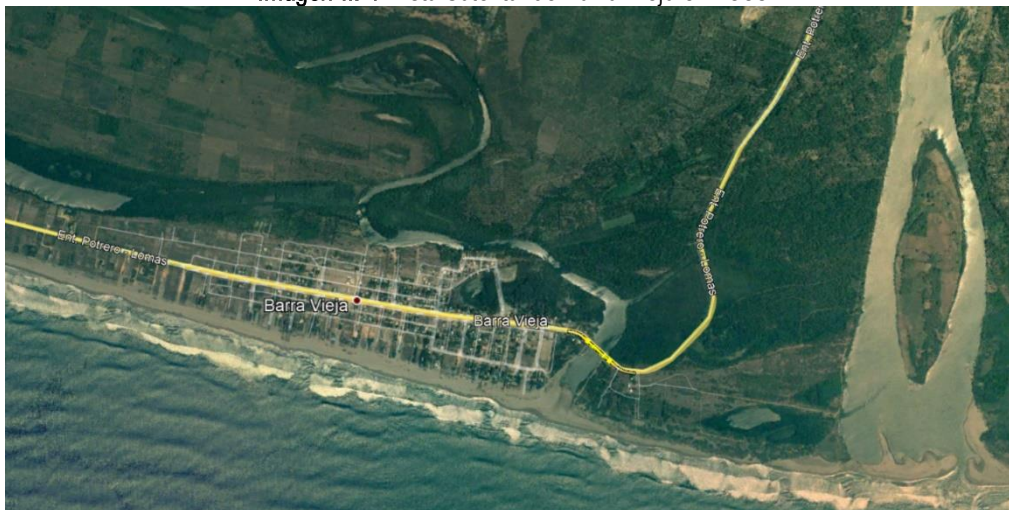
II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

II.1.1 Naturaleza del proyecto.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Guerrero, pretende la sustitución del Puente Barra Vieja km 34+100 de la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional. La estructura existente libra la corriente del Río “De la Sabana” (boca de salida de la Laguna de Tres Palos). El puente actual fue construido en el año de 1954, por lo que a la fecha presenta daños estructurales. Se propone una estructura nueva de 121.80 metros de largo y un ancho de corona de 15 metros. Asimismo, se incluye la adecuación de los accesos a la Carretera Acapulco y Pinotepa Nacional. La superestructura tendrá una superficie de 1,827 m² y 4,393.28 m² adicionales para los accesos izquierdo y derecho (dentro del eje de la infraestructura ya existente), teniendo una superficie total de ocupación de 6,220.28 m². El proyecto se desarrolla en el Municipio de Acapulco de Juárez, Estado de Guerrero. El objetivo es proveer de infraestructura con mejores características, salvaguardar la integridad de los usuarios de la carretera y proteger la sección hidráulica del río.

La estructura proyectada permitirá el tránsito eficiente en la zona, sitio turístico con importantes aforos los fines de semana y camiones pesados al tratarse de una vialidad interestatal, entre Oaxaca y Guerrero. Finalmente, la dinámica poblacional de la región ha presentado un aumento en los últimos 20 años, como lo demuestra la siguiente imagen, la localidad de Barra Vieja se ha consolidado como un sitio turístico.

Imagen II. 1 Vista Satelital de Barra Vieja en 2003



Fuente: Google Earth

Imagen II. 2 Vista Satelital de Barra Vieja en 2021



Fuente: Google Earth

El proyecto encuadra dentro del sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: puente federal vehicular. La presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), artículo 28 fracción I, que dice lo siguiente:

ART. 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 ambiente. Para ello, en los casos 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, carbo ductos y poliductos”.

En función de lo anterior, el Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, señala lo siguiente respecto a las obras o actividades que requieren previa autorización de la Secretaría en Materia del Impacto Ambiental:

“CAPÍTULO II DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES QUE REQUIEREN AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Y DE LAS EXCEPCIONES”

ARTICULO 5.

Quienes pretendan llevar a cabo alguno 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, con excepción de: ...

II.1.2 Selección del Sitio.

La sustitución del puente existente “Barra Vieja”, tiene como objetivo la optimización de tiempo y seguridad de las personas que circulan por esta vialidad, involucrando también todas las poblaciones y congregaciones a su paso, su principal función es conectar de forma eficiente en cuanto a cantidad, calidad y tiempo; incrementando los índices de calidad del transporte de bienes y servicios en la región, así como promover el desarrollo económico. El puente ayudará a mejorar las condiciones económicas de las poblaciones cercanas a ella y ofrecerá mayor seguridad, eficiencia y comodidad en el transporte, así mismo será un importante apoyo para el desarrollo de los Municipios y Localidades y beneficiará de manera secundaria a las poblaciones más alejadas de esta zona. El sitio del proyecto es el idóneo porque consiste en la sustitución sobre el eje carretero existente.

Problemática, pertinencia del proyecto.

El puente existente “Barra Vieja” se encuentra localizado en el km. 34+100 de la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional en una zona urbana cerca de la localidad conocida como Barra Vieja. Se construyó aproximadamente en el año 1954 para la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional. Actualmente tiene una longitud 72.70 metros y ancho de calzada de 11 metros, la superestructura está compuesta por una losa sobre 5 traveses tipo cajón de concreto presforzado pretensado, cuenta con tres claros con longitud de 23.50 m., 25.78 m. y 22.62 m. cada uno.

De la inspección realizada al puente existente se elaboró un levantamiento geométrico y un **levantamiento de daños**; de los cuales los más importantes son:

- 1.- Acero expuesto en lecho inferior de traveses, con bastante oxidación.
- 2.- Existe una gran pérdida de material en el terraplén por la socavación que forma una especie de caverna en la parte trasera del caballete número 1.
- 3.- Junta de dilatación completamente dañada.
- 4.- Los apoyos están en mal estado presenta aplastamiento.
- 5.- Asentamiento de los terraplenes de entrada y de salida.
- 6.- Fisuras en muro de respaldo, cabezal y pantallas laterales del caballete número 4 por asentamientos.
- 7.- Lavaderos destruidos.
- 8.- Nivelación de la superficie de rodamiento.
- 9.- Otros daños menores.

Considerando la naturaleza y gravedad de los daños del Puente; aunado al crecimiento poblacional de la Costa de Guerrero y una mayor demanda de turismo ha originado una situación alarmante, la estructura no es suficiente para desfogar el tráfico de la región y representa un riesgo de seguridad vial, es por ello, que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través del Centro SCT Guerrero, pretende realizar la **sustitución** de la estructura existente que libra el Río “De la Sabana” (que cruza en forma normal el canal natural o boca de salida de la Laguna de Tres Palos que desemboca en la localidad de Barra Vieja).

Sustitución. - Cuando el puente se encuentre en un estado avanzado de deterioro y resulta poco factible repararla o modernizarla¹.

¹ (2018). *Manual para Conservación de Puentes y Estructuras Similares*. Dirección General de Servicios Técnicos. México. <http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_de_Conservaci%C3%B3n_de_Puentes/Manual_de_Conservacion_de_Puentes.pdf>

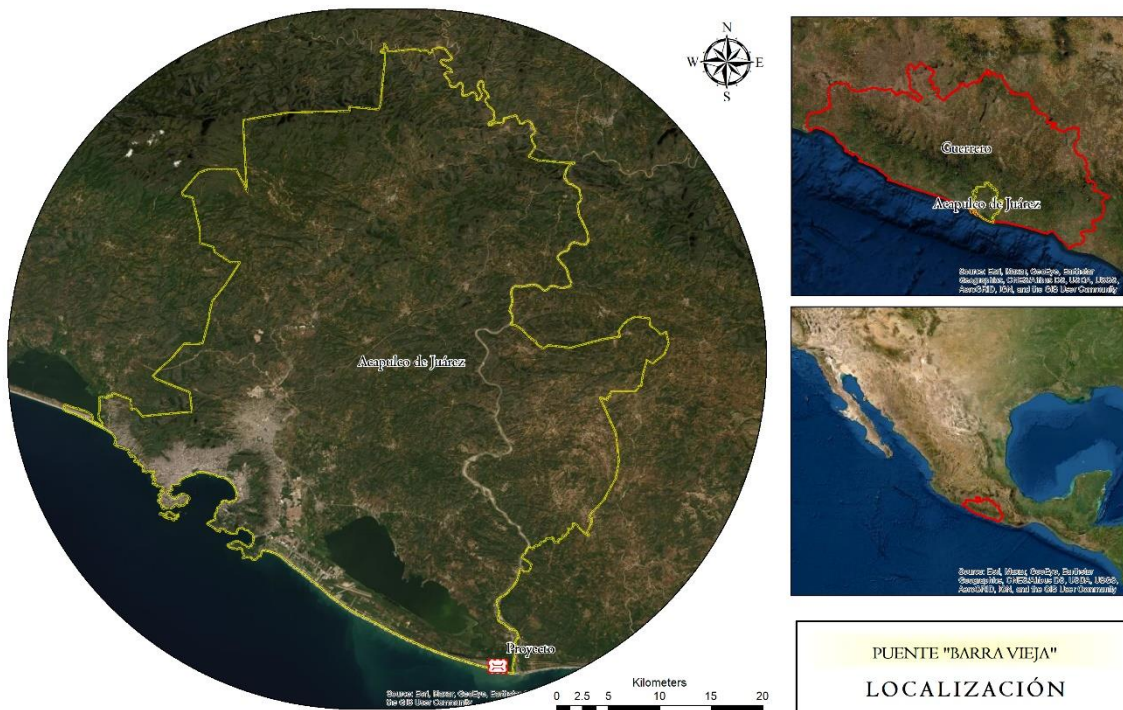
II.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización.

El proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO., se desarrolla en el Estado de Guerrero, situado en el sur de la República Mexicana, se localiza en la zona tropical, entre los 16° 18’ y 18° 48’ de latitud norte y los 98° 03’ y 102° 12’ de la longitud Oeste. Limita al norte con los estados de: México, Morelos, Puebla y Michoacán; al sur, con el océano Pacífico; al este con Puebla y Oaxaca; y al oeste con Michoacán y el Pacífico. El estado de Guerrero tiene una extensión territorial de 63,794 km², que representan el 3.2% de la superficie total de la República Mexicana. Su forma es irregular; la mayor anchura es de 222 kilómetros y la mayor longitud es de 461 kilómetros; su litoral es de 500 kilómetros aproximadamente. Asimismo, el proyecto se localiza en el Municipio de Acapulco de Juárez.

- El municipio de Acapulco de Juárez se localiza al sur de la capital del estado, a 133 km de distancia de Chilpancingo, se ubica entre los paralelos 16°41’ y 17°13’ de latitud norte, los 99°32’ y 99°58’ de longitud oeste. Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R. Escudero (Tierra Colorada), al sur con el océano Pacífico, al oriente con el municipio de San Marcos y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez. En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

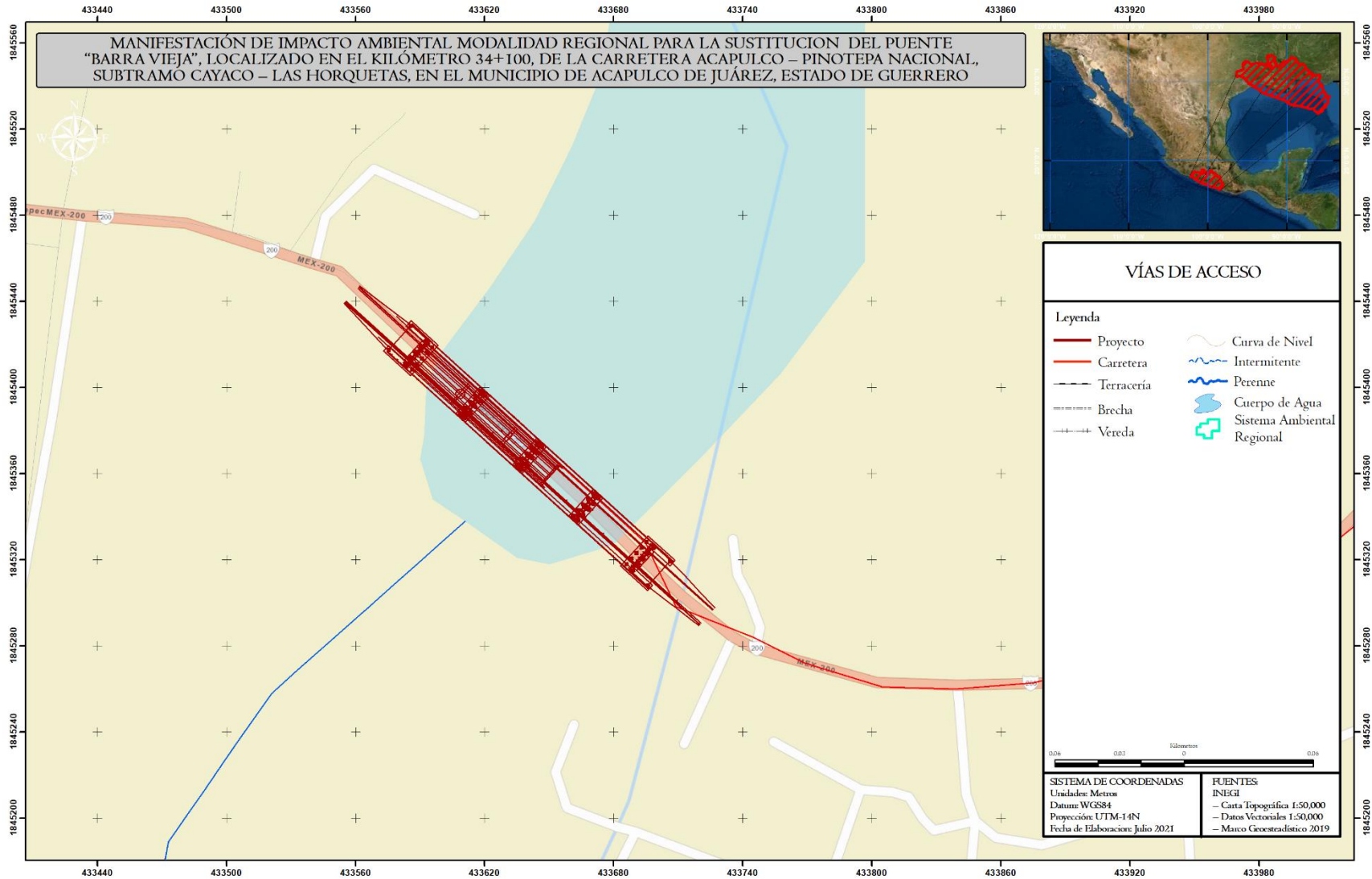
En la siguiente imagen se muestra la localización del proyecto.

Imagen II. 3 Localización del proyecto en distintos órdenes de gobierno



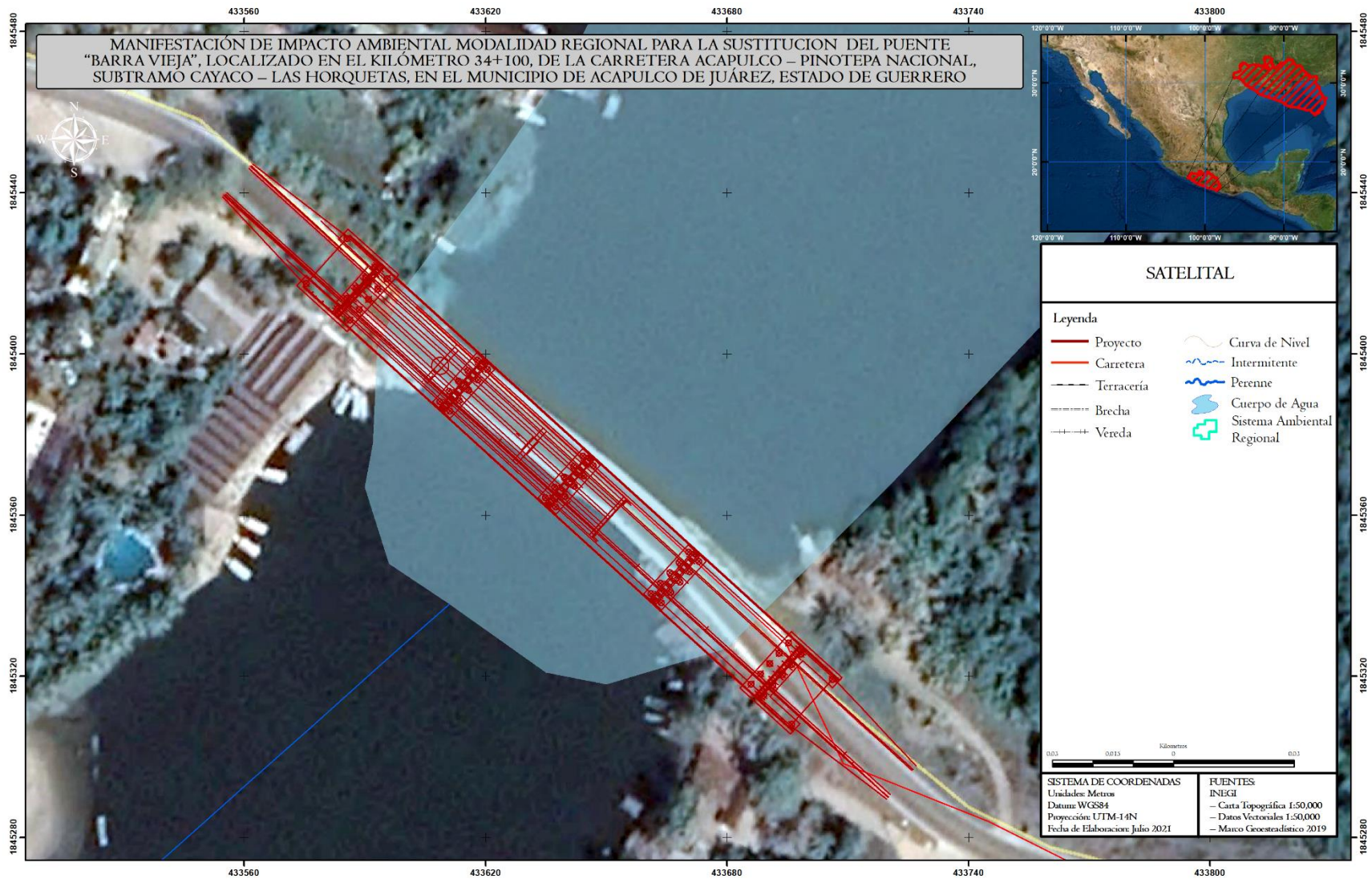
Fuente: Biota 2021

Imagen II. 4 Vías de acceso



Fuente: Biota 2021

Imagen II. 5 Vista satelital del proyecto



Fuente: Biota 2021

Imagen II. 6 Vista aérea del puente existente y en operación



Fuente: BIOTA, 2021

Imagen II. 7 Vista aérea del puente existente y en operación



Fuente: BIOTA, 2021

La estructura del puente actual data del año 1954, es decir hace 67 años, adicionalmente existen problemas de socavación, enrocamiento en ambos márgenes de la estructura, presencia de fracturas en varias secciones, entre otros. Lo anterior aunado al crecimiento poblacional de la Costa de Guerrero y una mayor demanda de turismo ha originado una situación de atención prioritaria. Las coordenadas del Puente proyectado, calculadas con el Datum WGS84 zona 14N, son las siguientes.

Tabla II. 1. Coordenadas del proyecto Puente "Barra Vieja" y accesos.

VÉRTICES	UTM		VÉRTICES	GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE		ESTE	ESTE
ESTRUCTURA					
A	433593	1845422	J	433689	1845315
B	433607	1845410	K	433675	1845326
C	433620	1845398	L	433662	1845339
D	433635	1845385	M	433649	1845350
E	433647	1845375	N	433636	1845362
F	433660	1845362	Ñ	433623	1845373
G	433673	1845351	O	433610	1845386
H	433686	1845339	P	433596	1845398
I	433699	1845326	Q	433583	1845411
ACEESOS					
Dirección Acapulco			Dirección Pinotepa		
A	433593	1845422	A	433689	1845315
B	433579	1845435	B	433718	1845289
C	433564	1845447	C	433731	1845277
D	433548	1845458	D	433752	1845264
E	433525	1845468	E	433777	1845255
F	433504	1845473	F	433800	1845251
G	433485	1845475	G	433827	1845248
H	433484	1845460	H	433828	1845263
I	433502	1845458	I	433803	1845266
J	433521	1845453	J	433780	1845270
K	433541	1845445	K	433759	1845277
L	433555	1845435	L	433741	1845288
M	433569	1845424	M	433729	1845299
N	433583	1845411	N	433699	1845326

Fuente: Biota 2021

Imagen I. 1. Vista del puente existente



II.1.4 Inversión requerida.

La inversión (estimada) contemplada para la construcción del puente es de \$60,000,000.00 (sesenta millones de pesos), los cuales provendrán de recursos federales, desglosada de la siguiente manera:

Tabla II. 2. Estimación de la inversión requerida para el desarrollo del proyecto.

CONCEPTO	MONTO (PESOS)
Monto Total de Obra	\$ 50,000,000.00
Gestiones y permisos, mitigación, compensación y restauración ambiental.	\$ 6,000,000.00
Otros gastos	\$ 4,000,000.00

Fuente: BIOTA, 2020

Este proyecto no busca una recuperación del capital invertido, debido a que es de índole público enfocado a una prestación de servicios.

II.1.5 Dimensiones del proyecto.

El proyecto contempla la sustitución del Puente Barra Vieja, a la altura del km 34+100 de la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, Tramo Cayaco – Las Horquetas, en el Municipio de Acapulco, la estructura actual tiene una longitud total de 72.70 metros y un ancho de corona de 11 metros, esta será demolida con el procedimiento de demolición controlado (Hilo Dimantado). La nueva estructura tendrá mejores especificaciones geométricas, con una longitud de 121.80 metros y un ancho de corona de 15.0 metros.

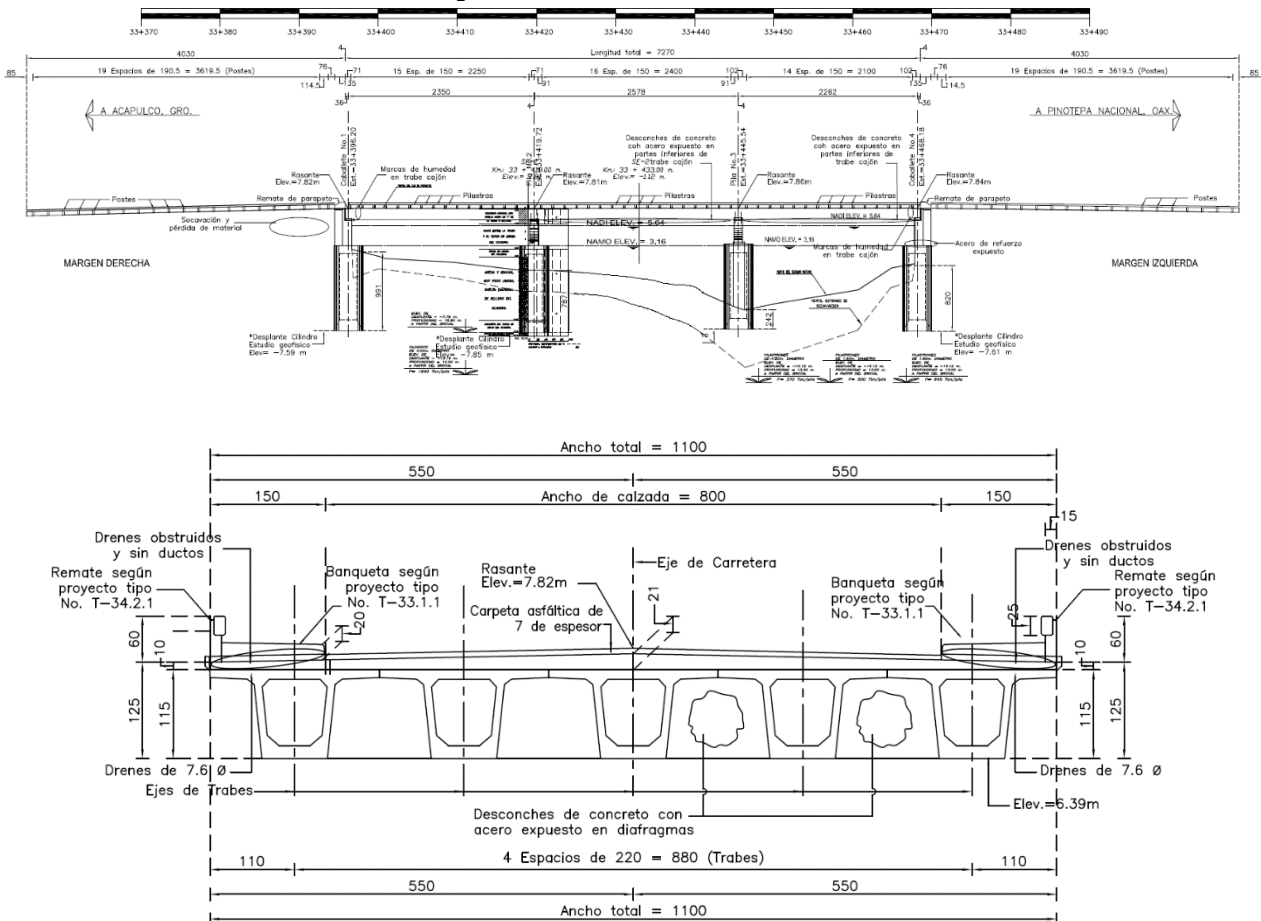
Tabla II. 3. Especificaciones puente existente y proyecto.

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	ESTRUCTURA NUEVA
LONGITUD DE LA ESTRUCTURA:	72.70 metros	121.80 metros
SUPERFICIE DE ACCESOS:		Accesos protegidos con muros de concreto armado. Acceso izquierdo (dirección Pinotepa Nacional) Longitud = 142.52 m Área = 2,137.80 m ² Acceso derecho (dirección Acapulco) Longitud = 150.75 m Área = 2,255.48 m ²

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA EXISTENTE	ESTRUCTURA NUEVA
TIPO DE CAMINO DE LA CARRETERA EXISTENTE:	Tipo B	Tipo A2
CLAROS	3 claros, los cuales miden 23.50 m., 25.78 m. y 22.62 m.	4 claros, los laterales de 30.30 metros y centrales de 30.60 metros
GALIBO (espacio libre vertical)	0.80 m	3.50 m
TIPO DE TERRENO:	Plano	Plano
ANCHO DE CORONA	11 metros	15 metros
SECCIÓN ESTRUCTURA	Ancho de Calzada de 8.0 metros, banqueta y remate lateral de 1.50 metros	Ancho de Calzada de 12.0 metros (dos carriles de 3.5 m, uno por sentido, y acotamientos de 2.5 cada uno), banqueta y remate lateral de 1.50 metros cada lado.
SUPERFICIE DE LA ESTRUCTURA	799.7 m ²	1,827 m ²
TIPO DE SECCIÓN DE ESTRUCTURA	Tipo B	Tipo A2
SUPERFICIE ESTIMADA DE OCUPACION DE ZONA FEDERAL		357.62 m ²
SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	799.7 m ² considera exclusivamente la estructura	6,220.28 m ² considera ambos accesos y la estructura

En las siguientes imágenes se muestra la estructura actual y la proyectada:

Imagen II. 8 Detalle de la estructura actual



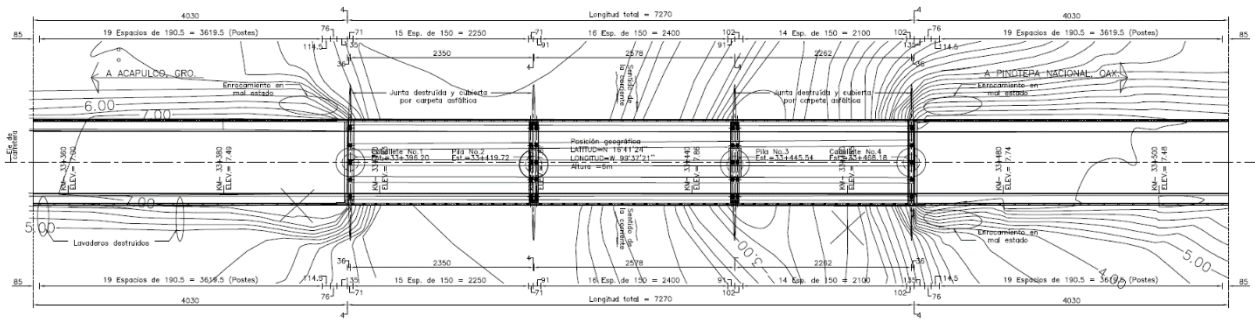
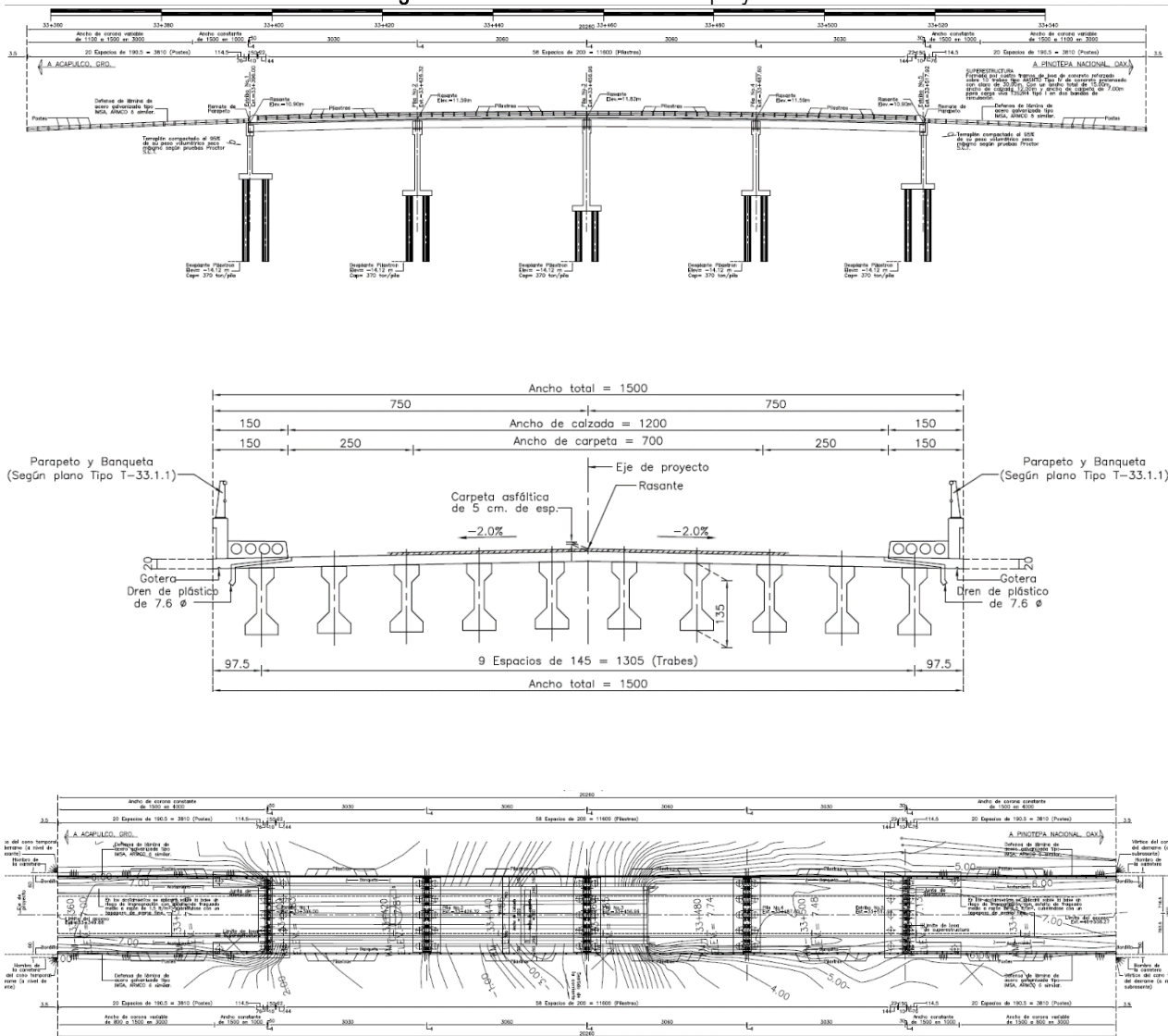


Imagen II. 9 Detalle de la estructura proyectada



II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

Los servicios que se requieren para el desarrollo del proyecto son:

Energía eléctrica, agua potable y cruda; en lo que respecta a la construcción, asfalto, material pétreo y combustible; la energía eléctrica se suministrará por plantas que utilicen diésel; el agua potable se adquirirá a través de pipas dedicadas a este fin; el asfalto se adquirirá con empresas que presten este servicio y el material pétreo será proporcionado por los bancos de materiales autorizados por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes de la entidad y que cuenten con los permisos necesarios expedidos por la SEMARNAT. Por último, el combustible se piensa obtener de la Estación de Servicio más cercana; la gasolina se almacenará en tanques de 200 L. procurando que no exista almacenaje de estos para evitar posibles accidentes.

En lo referente a la urbanización del área, el proyecto se ubica en la localidad Barra Vieja, y al estar cercano al Puerto de Acapulco, se garantiza la disponibilidad de todos los servicios, a continuación, se describen los principales servicios con los que cuenta el Municipio de Acapulco:

Protección Civil.

En materia de protección civil, se cuenta con un mapa digital de riesgos, 87 refugios temporales seguros en 20 zonas del municipio y se trabaja en coordinación con el gobierno del estado el Sistema de Alertamiento Hidrometeorológico, también se tiene una Estación Central y cuatro Subestaciones de Bomberos.

Servicios públicos.

Recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). En cuanto a este tema la cantidad recolectada ha venido aumentando en los últimos seis años esto se relaciona con la tendencia del incremento de la población urbana y al consumo poco responsable de la población. El problema se intensifica con el insuficiente y deteriorado parque vehicular y equipo. Dando lugar al incremento en el número de tiraderos a cielo abierto. En nuestro municipio hasta el segundo semestre del 2017 se recolectaban en promedio diario 1,027 toneladas de RSU, cantidad que ha incrementado en un 25% desde el año 2013, cuando se recolectaban 818.29 toneladas, estamos generando 209 toneladas diarias más que el 2013 sin considerar las temporadas vacacionales. Casi el 80% de la recolección de RSU era atendido por empresas contratadas por la administración, el 20% restante lo atiende personal operativo de la Dirección de Saneamiento Básico. El problema se agrava año con año debido a que la generación de RSU es creciente y el espacio de nuestro relleno sanitario está a punto de saturarse; sería conveniente considerar una buena estrategia para reducir la generación de basura, hacer una mejor disposición y valorarla económicamente.

Relleno sanitario. La infraestructura actual del sitio es: 5 celdas para el confinamiento de los residuos sólidos municipales, numeradas y definidas en el orden siguiente: celda 1, celda 2, celda 3, celda 4, celda 5 y un relleno controlado (denominado celda 0); báscula de pesaje para el control de ingreso de los camiones recolectores y para determinar el tonelaje diario de residuos que llegan al relleno sanitario; 1 celda de emergencia para contingencias; camino de acceso pavimentado desde la entrada principal al área de la celda 1; 3 lagunas para la captación de líquidos lixiviados provenientes de las celdas; oficinas para uso administrativo y técnico; cobertizo para taller de unidades, estacionamiento en área de acceso principal.

Agua y drenaje. De acuerdo con el Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2018 en Acapulco sólo el 11.4% de las viviendas no disponían de agua entubada y 9.9% de las viviendas no tenían drenaje.

Movilidad y transporte público. Acapulco concentra el mayor número de vehículos registrados en el estado, en el primer semestre del 2018 se registraron 374,442 vehículos de motor, generando una tasa de motorización de 436 vehículos por cada 1,000 habitantes.

Salud. La salud es una condición indispensable para el desarrollo de las personas, permite el uso de sus habilidades y capacidades en el entorno que le rodea. De acuerdo con la Encuesta Intercensal 2015, en el municipio el 80.93% de la población estaba afiliada a alguna institución de salud y el 18.66% no estaba afiliada. En el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) estaba afiliada el 37.83% de la población, en el Seguro Popular o para una Nueva Generación el 49.21% de la población, en tercer término, el 10.41% estaba afiliada al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE).

Como se demuestra en la sección antes descrita, la zona del proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPANACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, cuenta con todos los servicios requeridos, tanto para el personal de la empresa, así como de la maquinaria en el Puerto de Acapulco.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

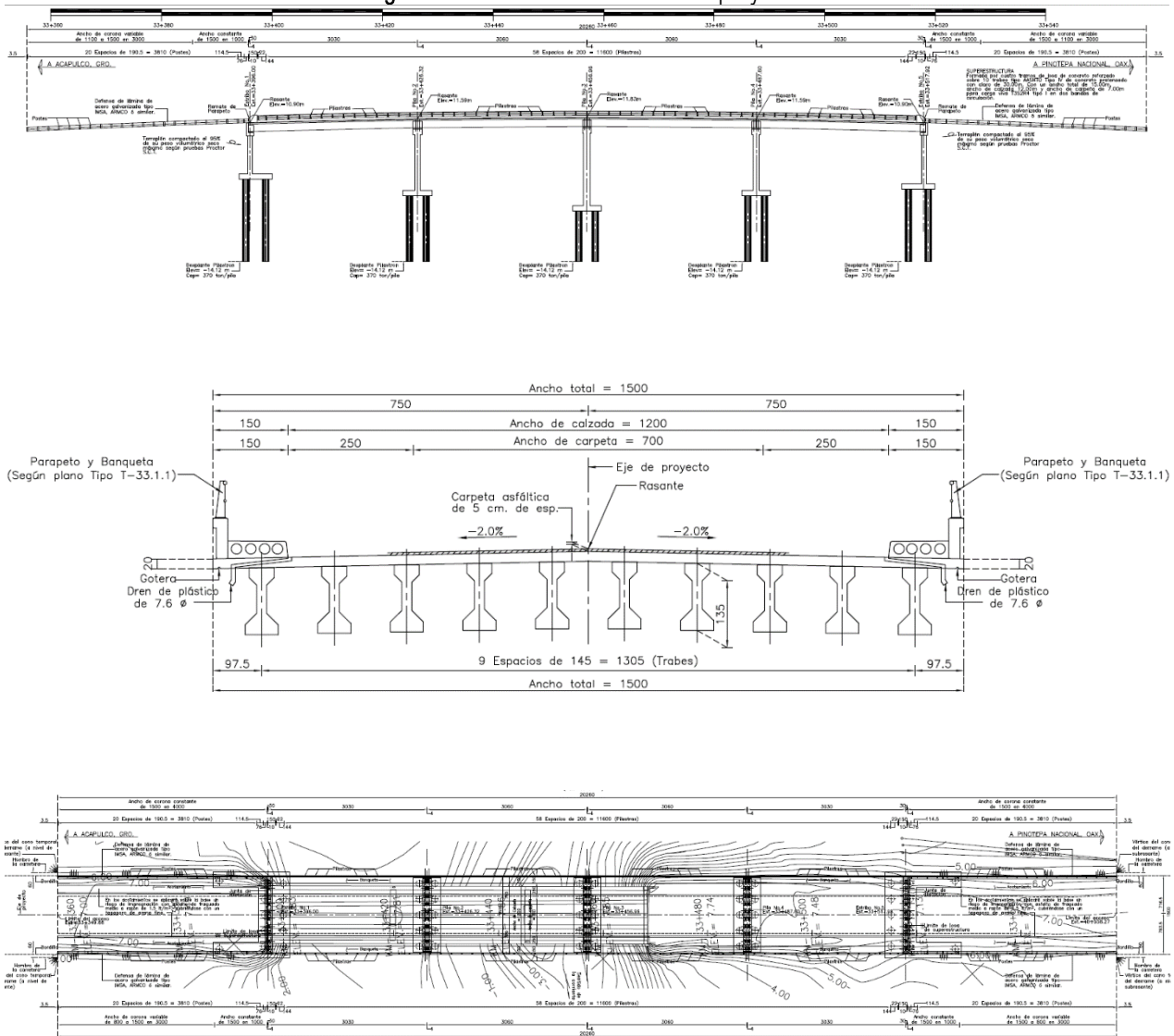
El puente está diseñado a base de pilas de concreto reforzado, desplantadas sobre pilotes de concreto reforzado, superestructura formada por tramos de losa de concreto reforzado, sobre traveses de concreto presforzado, con un ancho de calzada de 12.0 m y un ancho de corona de 15.0 metros.

Tabla II. 4. Especificaciones del proyecto.

DESCRIPCIÓN	ESTRUCTURA NUEVA
LONGITUD DE LA ESTRUCTURA	121.80 metros
SUPERFICIE DE ACCESOS	Accesos protegidos con muros de concreto armado. Acceso izquierdo (dirección Pinotepa Nacional) Longitud = 142.52 m Área = 2,137.80 m ² Acceso derecho (dirección Acapulco) Longitud = 150.75 m Área = 2,255.48 m ² Total, de 4,393.28 m ²
TIPO DE CAMINO DE LA CARRETERA EXISTENTE	Tipo B
CLAROS	4 claros, los laterales de 30.30 m ² y centrales de 30.60 m ²
GALIBO	3.50 m
TIPO DE TERRENO	Plano
ANCHO DE CORONA	15 metros
SECCIÓN ESTRUCTURA	Ancho de Calzada de 12.0 metros (dos carriles de 3.5 m, uno por sentido, y acotamientos de 2.5 cada uno), banquetas y remate lateral de 1.50 metros cada lado.
SUPERFICIE DE LA ESTRUCTURA	1,827 m ²
TIPO DE SECCIÓN DE ESTRUCTURA	Tipo A2
SUPERFICIE DE OCUPACIÓN	6,220.28 m ² considera ambos accesos y la estructura

Fuente: BIOTA, 2021

Imagen II. 10 Detalles de la estructura proyectada.



El puente ha sido diseñado con una Carga viva de proyecto reforzada T3-S2-R4 (72.5 ton/camión) en dos bandas de tránsito, para el paso de vehículos.

- **Caminos de acceso a la obra.** - El puente proyectado sustituye al actual sobre el mismo eje, no se requiere la apertura de caminos de acceso, la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, será empleada para llegar al frente de trabajo.
- **Bancos de materiales.** – Se emplearán los bancos de materiales autorizados conforme al inventario de la SCT para el Estado de Guerrero, cerca del proyecto se localizan los siguientes dos bancos:

Imagen II. 11 Banco de préstamo de materiales cercanos al proyecto.



Banco	Nombre	localización	Propiedad	Material	Restricción ecológica
27	Papagayo 16° 43'12"- 99° 34'13"	Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional Km 44+000	Federal	Grava - Arena	No existe
30	Papagayo II 16° 48'34"- 99° 38'41"	Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional Km 31+300	Federal	Grava - Arena	No existe

- **Tipo de soportes.** - Pilas de concreto reforzado sobre pilotes y zapatas de concreto reforzado, sosteniendo caballetes, cabezales de concreto reforzado. Procedimiento constructivo del puente de acuerdo con su clasificación. Se utilizarán pilotes prefabricados, así como las pilas, cabezales y caballetes que también serán prefabricados, lo anterior para no realizar actividades adicionales *in situ*. En cuanto a las traveses se utilizarán traveses prefabricados que serán transportadas al sitio del proyecto.
- **Muro de concreto reforzado:** para evitar los pateos por la construcción de terraplenes para los accesos, se opta por la construcción de muros de contención, el cual permitirá delimitar el área de afectación y tendrá el mismo ancho de corona de la estructura existente, quedando de 15 metros, en esta sección que coincide con los accesos, será necesaria la remoción de la carpeta asfáltica existente y posteriormente una vez concluida la nivelación con la nueva estructura, se procederá al asfaltado de dicha sección.
- **Otros servicios auxiliares para la operación.** - Derivado de que el proyecto se localiza cerca del puerto de Acapulco, los servicios auxiliares se encuentran disponibles como lo es luz, agua, combustibles, etc. por lo que todo se podrá obtener en la misma localidad.

Condiciones actuales de la estructura existente

De la inspección realizada al puente, se elaboró un levantamiento geométrico y un levantamiento de daños; de los cuales los más importantes son:

- 1.- Acero expuesto en lecho inferior de traveses, con bastante oxidación.
- 2.- Existe una gran pérdida de material en el terraplén por la socavación que forma una especie de caverna en la parte trasera del caballete número 1.
- 3.- Junta de dilatación completamente dañada.
- 4.- Los apoyos están en mal estado presenta aplastamiento.
- 5.- Asentamiento de los terraplenes de entrada y de salida.
- 6.- Fisuras en muro de respaldo, cabezal y pantallas laterales del caballete número 4 por asentamientos.
- 7.- Lavaderos destruidos.
- 8.- Nivelación de la superficie de rodamiento.

Los daños menores y sus detalles se indican en el reporte de inspección y el reporte fotográfico de este proyecto.

De la inspección de buzos se concluye que los cilindros no presentan ningún tipo de deterioro ni desplome.

Después de realizados los estudios hidráulico e hidrológico, se concluye que el gasto obtenido por el estudio hidrológico, por el método de análisis estadístico mediante la función de probabilidad Gumbel, resultó de: $Q_{Di} 3,413.00 \text{ m}^3/\text{s}$ asociado a un período de retorno de 100 años.

La extensa superficie de la laguna es realmente una marisma, lo cual es afectada por las fluctuaciones de las mareas. A la acción diaria de las mareas, también se suma la aportación extraordinaria de la corriente del Río "De la Sabana" y es en ese momento cuando un tramo de terraplén (25 kilómetros) de la carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, se convierte en un gran dique de contención. En el evento presentado en septiembre del 2013, diferentes sitios del tramo de los 25 kilómetros mencionados, la rasante de la carretera fue rebasada e inundó zonas urbanas y al mismo aeropuerto, también las obras de drenaje menor no fueron suficientes para el desfogue de la marisma.







El puente "Barra Vieja", funciona como una obra auxiliar de drenaje de la Laguna Tres Palos. Sin embargo, la acción continua de la variación del nivel de Pleamar y Bajamar (2 veces al día), aunado con la estrechez del puente, origina que se presenten incrementos de la velocidad entrada y salida del flujo de la corriente, consecuentemente, se origina una severa socavación en los apoyos y en los accesos de este.



El puente existente solo cuenta con un espacio libre vertical de 0.80 metros, mismo que es insuficiente para permitir el paso de cuerpos flotantes y la velocidad máxima bajo la obra, se estima sea de 2.66 m/s.

Los materiales necesarios para la protección del puente pueden ser adquiridos en el puerto de Acapulco, que se ubica a 34.00 km. del sitio de cruce.

En las siguientes imágenes se presentan los principales daños visuales que tiene la estructura actual.

Imagen II. 12 Daños del puente existente

	
<p>Lavadero de concreto destruido en margen derecha de acceso de entrada.</p>	<p>Acercamiento a caverna formada justo detrás del Caballete No.1, el acceso ha sufrido pérdida de material y se observa la guarnición de concreto prácticamente volando.</p>
	
<p>Enrocamiento con piedras de gran tamaño en margen derecha de acceso de salida, el concreto empleado para unir las rocas se encuentra fracturado y en otras zonas ya no existe.</p>	<p>Acercamiento a Junta Frey MexT50 en junta de calzada No.2, donde se pueden ver los perfiles de acero oxidado y el neopreno ya no existe entre ellos, la carpeta sobre ella se encuentra fracturada.</p>
	
<p>Superestructura en tramo 3-4 formado por 5 traveses cajón de concreto presforzado pretensado las cuales presentan carbonatación en sus patines que han provocado desconches de concreto dejando el acero de refuerzo expuesto y tiene un alto grado de corrosión.</p>	<p>Acercamiento a patines inferiores de traveses cajón de tramo 3-4 con carbonatación que ha provocado desconches de concreto y ha dejado el acero de refuerzo expuesto y con un alto grado de oxidación.</p>

	
<p>Vista lateral de Pila No.2 desde margen izquierda, se observa que el muro es ligeramente más ancho que el cabezal.</p>	<p>Vista hacia aguas arriba (margen izquierda) del canal natural que cruza el puente; el cual se observa sensiblemente recto, estable y encajonado, existe vegetación abundante en ambos márgenes del cauce.</p>

Para determinar las mejores características geométricas e hidráulicas de la nueva estructura, se realizaron estudios de batimetría, hidráulicos, de socavación y cimentación (ANEXOS), las generalidades de dichos estudios se presentan a continuación.

Estudio Hidráulico e Hidrológico para determinar niveles de agua y gasto de diseño

Para la realización del estudio hidráulico se utilizaron las secciones hidráulicas obtenidas en el levantamiento topobatimétrico. Se ubicaron en el perfil del fondo del cauce los niveles de aguas máximas observadas en campo (NAMOC) indicados por personas que tengan bastante tiempo de habitar en las inmediaciones del cruce. Se elaboró el plano de Pendiente y Sección Hidráulica que contendrá el perfil del fondo del cauce, la línea recta que represente su pendiente media, los puntos que representen el NADI en cada sitio donde éste haya sido investigado, la línea recta que pase entre ellos y que representará la pendiente media de la superficie libre del agua. Las secciones hidráulicas se dibujarán a escalas iguales, que podrán ser 1:100, 1:200 ó 1:500, dependiendo de la magnitud de la corriente, indicando en ellas el NAMIN, el NAMO y el NADI de campo; se incluirán los cálculos hidráulicos que se realizarán de acuerdo con la fórmula de Manning, siempre y cuando se cumplan los requisitos para su aplicación; en caso contrario, se utilizará otro método hidráulico que se considere más conveniente.

También se aplicó el Programa de Modelación de Flujos, elaborado por el cuerpo de ingenieros de la Armada de los Estados Unidos de Norteamérica, llamado: HEC-RAS. El objetivo de este estudio es la definir el Nivel de Aguas de Diseño (NADI) para la tormenta de diseño definida por el estudio hidrológico, así como la verificación del espacio libre vertical mínimo que deberá existir entre el lecho inferior de la superestructura del puente y el NADI.

La corriente del Río "**De la Sabana**" nace aproximadamente a 90.00 Km del sitio de cruce y desemboca en una Marisma llamada: Laguna Tres Palos.

Sí provoca influencia hidráulica en el cruce, por el efecto del flujo y refluo de las mareas y porque el escurrimiento del Río "De la Sabana" es regulado por la Laguna Tres Palos.

No existe cambio de pendiente de suave a pronunciada o una cascada cerca del cruce.

El área de la cuenca drenada hasta el cruce es de **720** km² y pertenece a la región Hidrológica No **19 Costa Grande**, según clasificación de la **CNA**.

En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como **Selva mediana Caducifolia, con vegetación secundaria originada por el desmonte de la zona** la topografía es **sensiblemente plana**.

Elevación y descripción del banco de nivel **BN-Aux. Sobre clavo en mojonera de concreto a 13.21 m Izq. de la Est. 33+544.12 con Elev. Arbitraria = 5.573 m**

El cauce en la zona de cruce es: **Sinuoso, inestable y con llanuras de inundación**.

El escurrimiento es de carácter **Perenne**.

Tipo y longitud máxima de los cuerpos flotantes **Ramazón, basura y troncos de árboles hasta de 10 metros de longitud**.

Conclusiones

Después de realizados los estudios hidráulico e hidrológico, se concluye que el gasto obtenido por el estudio hidrológico, por el método de análisis estadístico mediante la función de probabilidad Gumbel, resultó de: Q_{Di} **3,413.00 m³/s** asociado a un período de retorno de **100** años.

Se puede concluir que la estructura existente no tiene la capacidad hidráulica para drenar los gastos máximos de desfogue, simplemente porque el puente "Barra Vieja", funciona como una obra auxiliar de drenaje de la Laguna de Tres Palos. Sin embargo, la acción continua de la variación del nivel de Pleamar y Bajamar (2 veces al día), aunado con la estreches del puente, origina que se presenten incrementos de la velocidad entrada y salida del flujo de la corriente, consecuentemente, se origina una severa socavación en los apoyos y en los accesos del puente.

Conforme a la información del estudio presentando se concluye que el puente no es suficiente para permitir el cuerpo de pasos flotantes, por lo que la nueva estructura considera el aumento del galibo, así como la necesidad de ampliar el puente en la margen izquierda.

Levantamiento Topobatimétrico

Se realizó un levantamiento batimétrico sobre el cauce del río 300 metros aguas arriba y 200 metros aguas abajo, tomando como eje, el eje de trazo del puente, con seccionamientos a cada 20 metros; para tal efecto se realizaron las siguientes actividades:

En virtud de que en la época en el que se realizó el levantamiento topobatimétrico, el tirante del agua del Río La Sabana, fue de 3.00 metros en promedio y no hubo necesidad de utilizar ecosonda digital. Entonces se realizó un seccionamiento transversal con Estación Total de forma integral, es decir, se levantaron las secciones terrestres y las batimétricas desde el fondo del cauce y hacia ambos márgenes a cada 20 metros de distancia. Fuera del Nivel de Aguas Máximas Observadas en Campo (NAMOC), se prolongaron las secciones con una longitud de 40 metros. Para el trazo de las poligonales de apoyo se realizaron poligonales abiertas seccionadas y niveladas a cada 20 metros, siendo estos puntos los que servirán como de sección transversal topográfica e hidráulica. Para este fin se trazaron las secciones en forma perpendicular al eje del cauce del río.

Estudio hidráulico

Nivel de aguas mínimas variable. Nivel Máximo de la Laguna: 5.64 m.

Método aplicado Sección y Pendiente Hidráulica.

Secciones levantadas Una a 300 m aguas arriba, otra a 200 m aguas abajo y la sección en el cruce.

Fecha de la creciente máxima que se consideró: Septiembre del 2013 (Durante la ocurrencia de la tormenta tropical Manuel y el Huracán Ingrid).

Gasto obtenido 1,097.61 m³/s; velocidad media máxima en el cruce 2.66 m/s.

Observaciones (fuente de información, confiabilidad, etc.). La aplicación de este método solo fue para determinar la capacidad hidráulica máxima del puente.

Estudio de cimentación

De acuerdo con la regionalización sísmica de la República Mexicana, el cruce donde se construirá el puente se localiza dentro de la zona sísmica **D**, y conforme a las características topohidráulicas y estratigráficas del sitio de cruce se recomienda lo siguiente para el apoyo del km 33 + 433 de la estructura:

I CIMENTACIÓN PROFUNDA A BASE DE PILASTRONES

I.a. Cimentación por medio de pilastrones con diámetro (D) igual a 1.20, 1.50 o 1.80 m. colados en el lugar con excavación previa y empleando lodo bentonítico. La elevación y la profundidad mínima de desplante, se tendrá de acuerdo como se indican en la siguiente tabla:

Pilas de 1.20 m.

Sondeo N°	Prof. mínima de desplante a partir del brocal en m.	Elevación mínima de desplante en m.	Capacidad de carga máx. Admisible P en Ton.
S - 2	13.00	-14.12	370

Pilas de 1.50 m.

Sondeo N°	Prof. mínima de desplante a partir del brocal en m.	Elevación mínima de desplante en m.	Capacidad de carga máx. Admisible P en Ton.
SE - 2	13.00	-14.12	500

Pilas de 1.80 m.

Sondeo N°	Prof. mínima de desplante a partir del brocal en m.	Elevación mínima de desplante en m.	Capacidad de carga máx. Admisible P en Ton.
S - 2	13.00	-14.12	645

I.b. Una vez alcanzada la elevación de desplante, se deberá verificar que los materiales encontrados en el fondo sean los previstos; en caso contrario se recomienda solicitar una visita a la obra de un ingeniero especialista, con objeto de determinar lo que procede en dicho caso.

I.c. Procedimiento constructivo de los pilastrones:

- a) La separación mínima entre pilastrones será centro a centro de dos veces y media el diámetro de los pilastrones.
- b) Para la estabilización de las paredes se empleará lodo bentonítico.
- c) Al llegar la perforación a la profundidad de desplante de los pilastrones, autorizada por la supervisión geotécnica, se realizará una limpieza del fondo de la excavación, de todos los materiales sueltos, empleando un bote desazolvador, el que se meterá tantas veces como sea necesario.
- d) Inmediatamente después de hacer limpieza del fondo de la perforación se bajará el armado y se colará el pilastrón.
- e) El armado se introducirá a la perforación momentos antes de realizar el colado, con sus separadores correspondientes para un correcto centrado.
- f) Con objeto de desplazar los cuerpos extraños en el interior del tubo tremi, previamente al colado, se colocará en la parte superior de éste, una cámara de balón, inflada a un diámetro ligeramente mayor al diámetro del tubo, que será empujada por el peso del concreto y a su vez, debido al peso del concreto, desplazará los cuerpos extraños del interior del tubo.
- g) Se deberá llevar un registro del volumen del concreto vaciado, en la perforación, el que se cotejará con la cubicación de la misma.
- h) Se recomienda usar concreto con revenimiento de 15.00 cm.
- i) Se deberá llevar un registro de la localización de los pilastrones, las dimensiones de las perforaciones, las fechas de la perforación y colado, el volumen de concreto vaciado a las perforaciones, la profundidad y espesor de los materiales encontrados y las características de los materiales de apoyo.

Id. Bajo estas condiciones los asentamientos totales que se pudieran presentar en la estructura variarán entre 0.028 m. y 0.032m. y se presentarán en su mayor parte durante la construcción.

II CIMENTACION PROFUNDA A BASE DE CILINDROS

II.a. Cimentación por medio de cilindros de 4.0 m de diámetro. La elevación y la profundidad mínima de desplante, se tendrá de acuerdo como se indican en la siguiente tabla:

Sondeo N°	Prof. mínima de desplante a partir del brocal en m.	Elevación mínima de desplante en m.	Capacidad de carga máx. Admisible P en Ton.
S - 2	12.0	-13.12	1840

II.b. Una vez alcanzada la elevación de desplante, se deberá verificar que los materiales encontrados en el fondo sean los previstos; en caso contrario se recomienda solicitar una visita a la obra de un ingeniero especialista, con objeto de determinar lo que procede en dicho caso.

II. Bajo estas condiciones los asentamientos totales que se pudieran presentar en la estructura serán del orden de 0.04 m y se presentarán en su mayor parte durante la construcción.

Estudio de socavación

A.1) CÁLCULO DE SOCAVACIÓN GENERAL ($Tr = 100$ años)

Para estimar la socavación general en el cauce, se empleó el método de Lischtván-Levediev ⁽¹⁾, evaluando previamente el tipo de cauce, el régimen de la corriente y el diámetro medio de las partículas; la expresión utilizada fue:

$$Sg = H_s - H_o$$

donde:

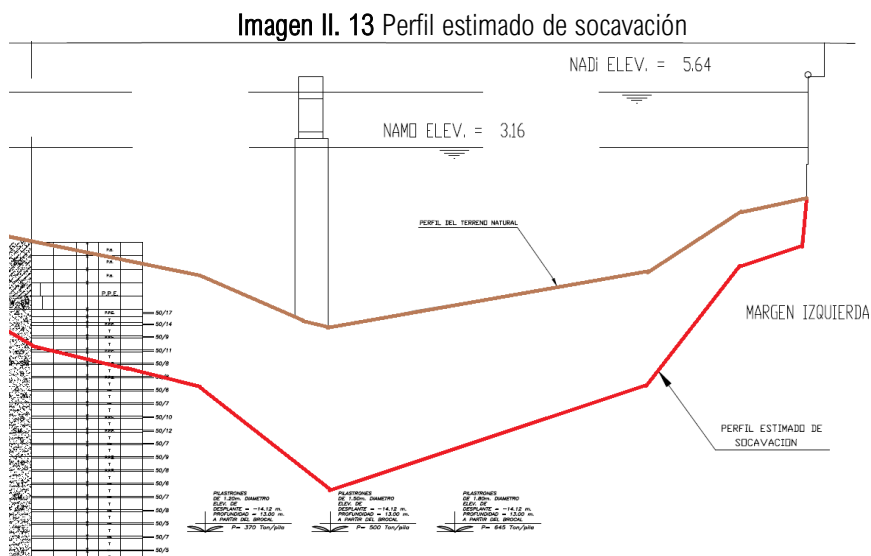
Sg : socavación general

H_s : tirante para el que se desea conocer la velocidad de erosión

H_o : profundidad antes de la erosión

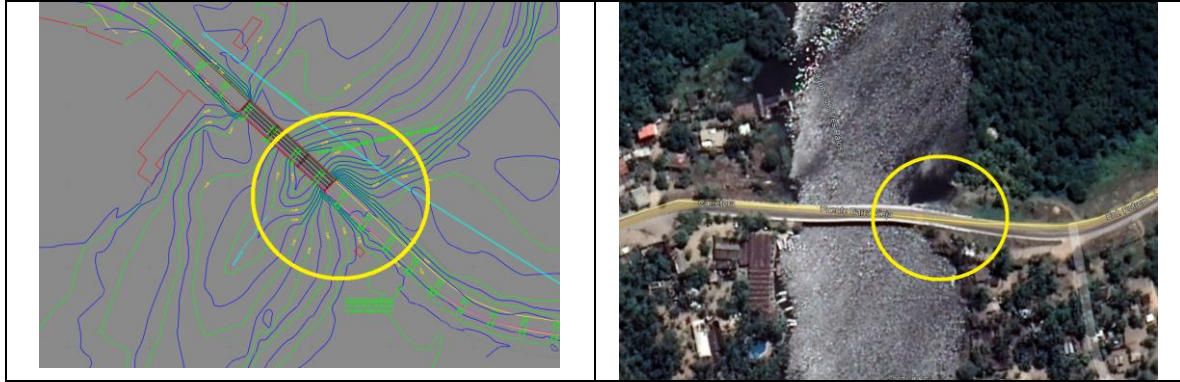
Estación	H_o (m)	H_s (m)	$Sg = H_s - H_o$
33 + 400.80	4.05	5.63	1.58
33 + 410.00	4.65	6.65	2.00
33 + 417.80	5.50	8.14	2.64
33 + 422.70	5.50	8.14	2.64
33 + 429.85	6.10	9.22	3.12
33 + 440.50	8.25	13.25	5.00
33 + 446.40	10.55	17.81	7.26
33 + 460.60	8.35	13.44	5.09
33 + 464.80	5.20	7.61	2.41
33 + 467.55	4.80	6.91	2.11
33 + 467.80	0	0	0

En los anexos del presente estudio, se localiza también el reporte completo de socavación, así como el plano, a continuación, se muestra una sección de dicho plano, para poder entender de manera más clara la socavación existente en la zona del proyecto, se presenta el perfil de terreno natural y el perfil estimado de socavación.



Como se puede apreciar en la imagen la socavación presente provoca que el puente existente ya no cumpla con los estándares de seguridad requeridos, la socavación se ha originado principalmente por el mal diseño de la estructura existente, con reducida área hidráulica, como lo muestra la siguiente imagen:

Imagen II. 14 Condiciones del flujo actual



El pedraplén existente originó una modificación en el área hidráulica en la zona del proyecto, en la siguiente imagen se muestra de color rojo el área hidráulica que se recupera con el puente proyectado.

Imagen III. 1 Área hidráulica recuperable



Es por todas las condiciones técnicas antes señaladas la pertinencia del proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.

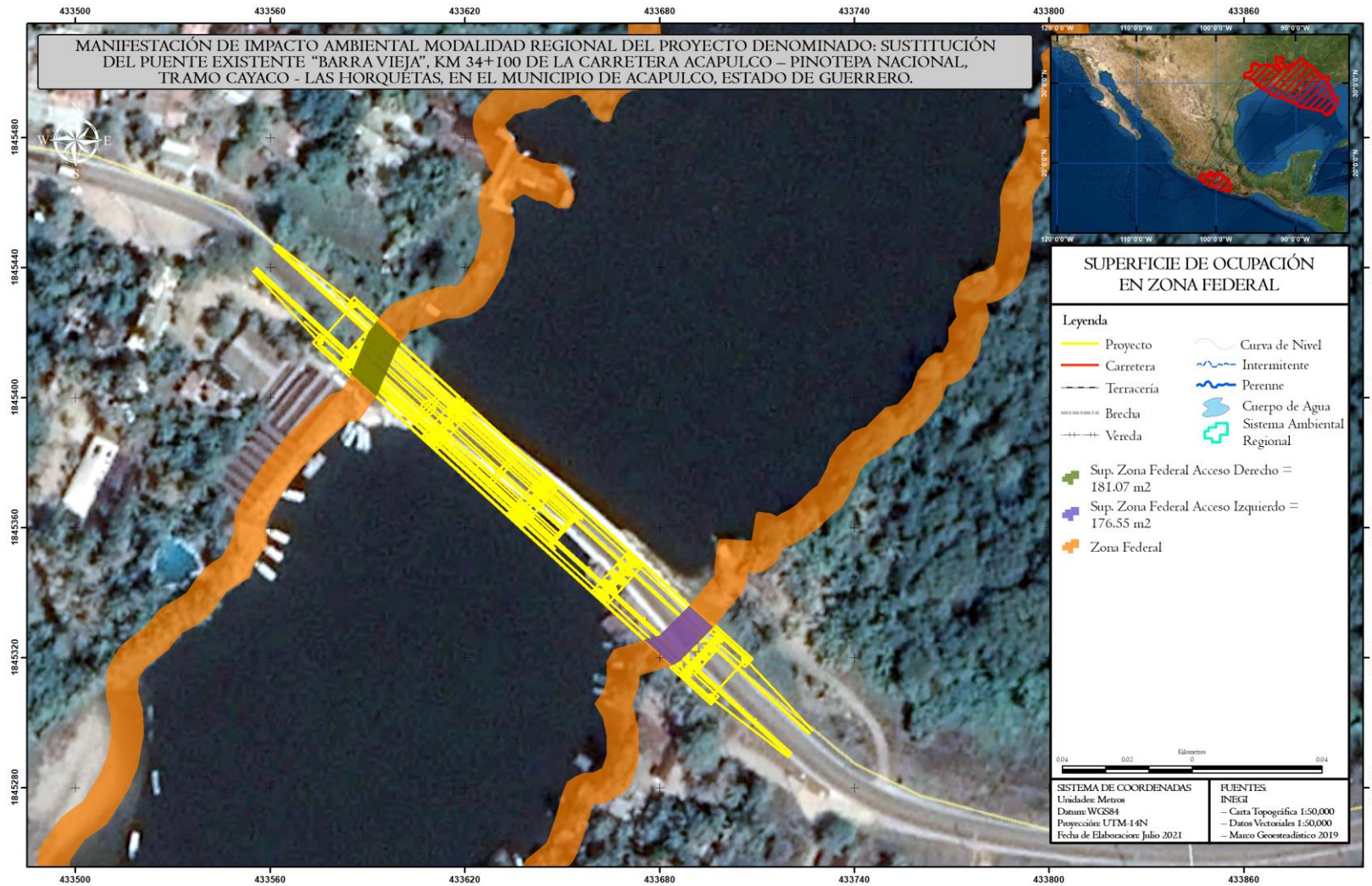
ARTÍCULO 3. LEY DE AGUAS NACIONALES (Última Reforma DOF 06-01-2020):

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 los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente.

El Río de La Sabana, tiene un ancho aproximado de 110 metros, motivo por el cual la zona federal se considera de 10 metros contiguas al cauce. La superficie de la zona federal de la margen derecha es de 181.07 m² (hacia Acapulco), mientras que la zona federal de la margen izquierda (hacia Pinotepa Nacional) es de 176.55 m². La superficie de ocupación total del proyecto estimada en la zona federal del Río de La Sabana es de 357.62 m².

Zona Federal (fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce)	Superficie estimada m ²
Superficie de ocupación ZF margen derecha	181.07
Superficie de ocupación ZF margen izquierda	176.55
Superficie total del proyecto en zona federal	357.62

Imagen II. 15 Superficie en zona federal.



II.2.1 Programa general de trabajo.

En la siguiente tabla se presenta el programa general de trabajo que incluye las actividades previas y las de la sustitución del Puente Barra Vieja; las operaciones de mantenimiento y conservación del puente se llevarán a cabo a lo largo de su vida útil, Asimismo, por ser una vía federal de comunicación, no se tiene contemplado el abandono de la obra.

Tabla II. 5. Programa de ejecución de la obra por conceptos.

ACTIVIDAD	TRIMESTRES									
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
ACTIVIDADES PREVIAS										
Estudios y permisos, Gestiones, asignación de recursos.										
PREPARACIÓN DEL SITIO										
Demolición de la estructura existente.										
Instalación de taller y bodega.										
Colocación de señalamientos.										
Trazo y nivelación.										
Deshierbe y despalme de terreno.										
Limpieza del terreno.										
Adecuación accesos temporales.										
Compactación del terreno natural al 90%.										
Formación y compactación de terraplenes acondicionados con sus cuñas de sobreancho.										
CONSTRUCCIÓN										
Excavación para estructuras.										
Concreto hidráulico en plantilla para desplante de estribos y pilas.										
Concreto hidráulico en cuerpo de pilas, estribos y aleros.										
Concreto hidráulico: En coronas de estribos y pilas, así como en pantallas laterales, topes antisísmicos y bancos de apoyo de estribos y pilas.										
Construcción de accesos.										
SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE										
Concreto hidráulico: En diafragmas, en prelosas de superestructura, en losas de superestructura y en guarnición de camellón central.										
Concreto hidráulico: En banquetas de camellón central.										
Concreto asfáltico en carpeta.										
SEÑALAMIENTOS										
Instalación de señalamientos.										
Limpieza de la obra.										

Por lo que se solicita de cinco años para el desarrollo del proyecto.

II.2.2 Preparación del sitio.

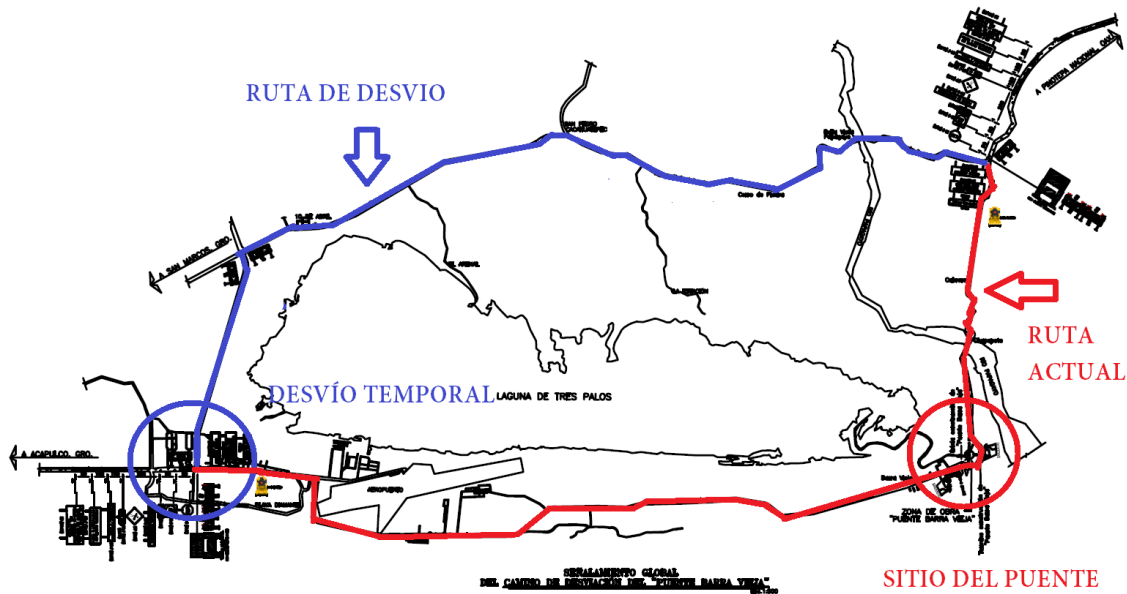
Las etapas de preparación del sitio contemplan las siguientes actividades:

- Desvío del tránsito actual (mediante ruta existente alterna que los usuarios tendrán que rodear)
- Demolición de la estructura existente

Desvío del tráfico actual

1. Antes del inicio de los trabajos para la sustitución del puente "Barra Vieja" se colocará el señalamiento necesario cerrando al tránsito el acceso al camino en ambas direcciones. La circulación vehicular se hará por el camino existente que rodea la Laguna de Tres Palos. Se recomienda que la construcción del puente sea en época de estiaje.

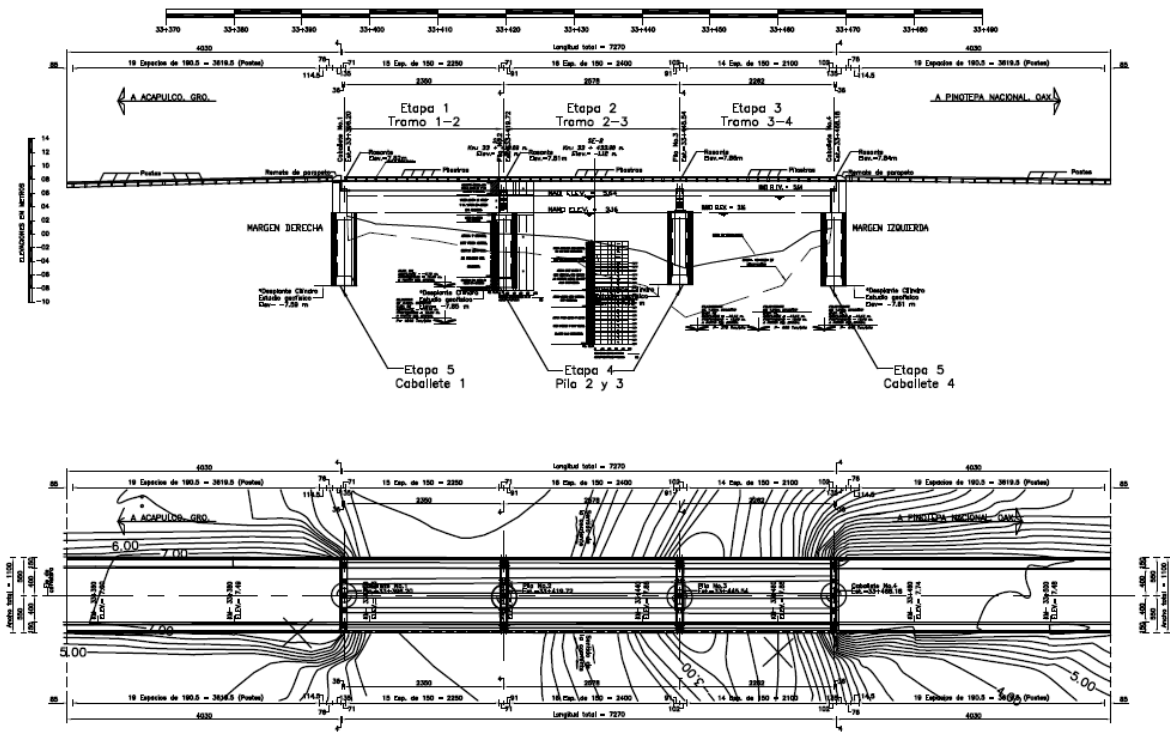
Imagen II. 16 Ruta de desvío temporal



Se desviará el tránsito antes del Aeropuerto de Acapulco para rodear la Laguna de Tres Palos y conectar nuevamente con la carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, el proyecto contempla la señalización de obra adecuada, así como personal en el sitio de desvío (bandereros) que señalarán las actividades realizadas y evitar provocar molestias a los usuarios de la carretera.

Demolición Controlada (Hilo Dimantado)

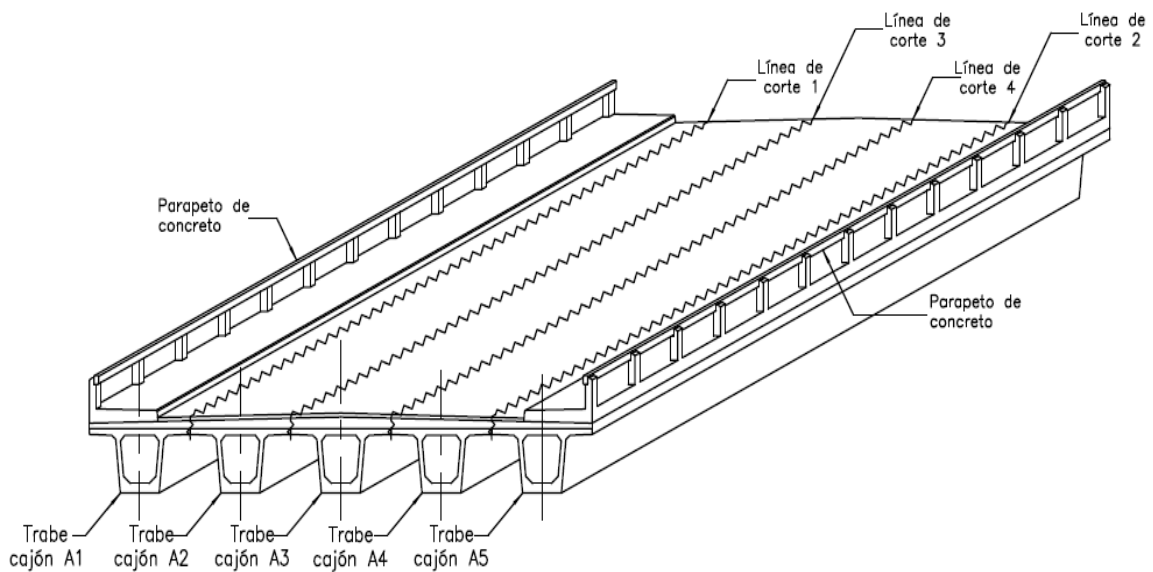
2. La demolición de puente Barra Vieja se realizará en 5 etapas, las cuales son:
 - Etapa 1 Demolición de Parapeto, Losa y Trabes tramo 1-2
 - Etapa 2 Demolición de Parapeto, Losa y Trabes tramo 2-3
 - Etapa 3 Demolición de Parapeto, Losa y Trabes tramo 3-4
 - Etapa 4 Demolición de Pila 2 y Pila 3
 - Etapa 5 Demolición de Caballetes 1 y Caballete 4
3. Se realizará liberación de los tramos para realizar trazo para las perforaciones y los cortes, se procederá a un cortar con el sistema de corte con hilo diamantado.



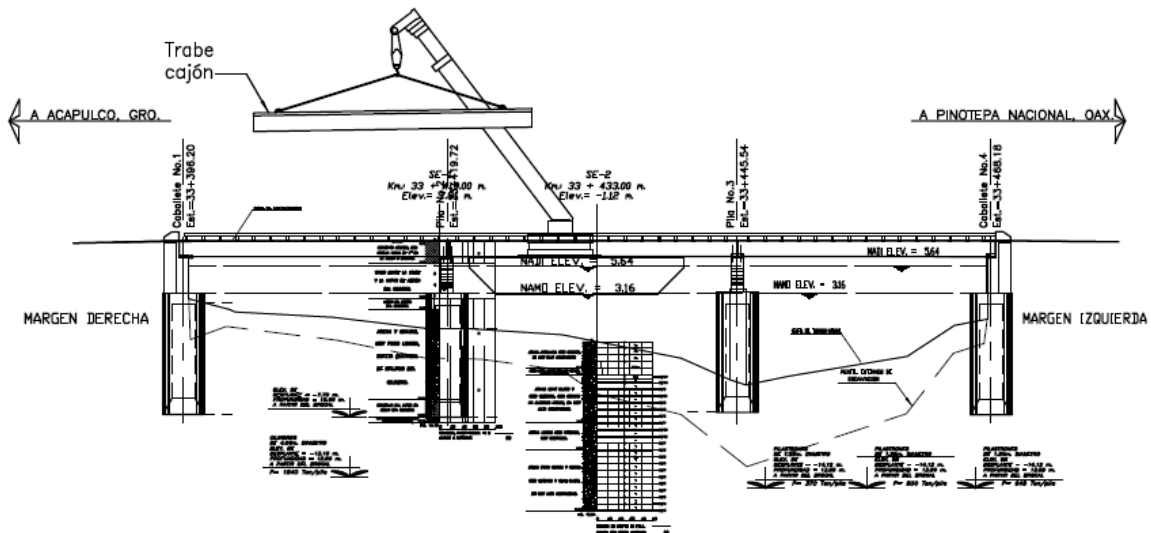
El Hilo Diamantado, se emplea para poder tener una demolición completamente controlada de la estructura, seccionando de manera limpia la parte a remover, adicionalmente presenta serias ventajas ambientales ante las demoliciones tradicionales, la dispersión de polvos y material caído al lecho marino es drásticamente inferior, lo cual ayudará a no interferir con la dinámica y la fauna presente en el cuerpo de agua y la Laguna de Tres Palos.

Etapa 1

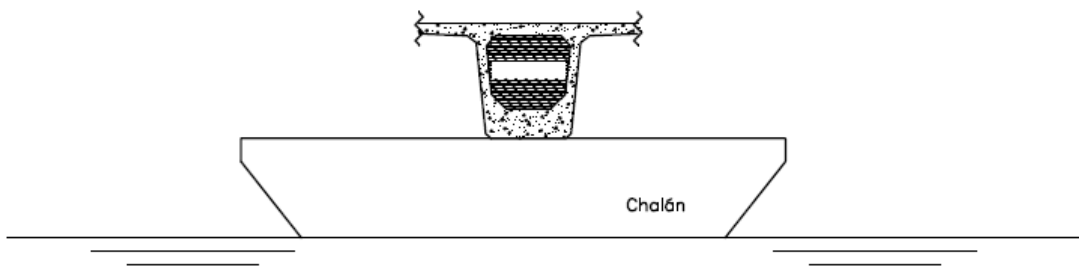
4. Se colocarán soportes para los parapetos; se realizarán perforaciones que servirán de guía al hilo diamantado, una vez hechos se harán los cortes de parapetos; posteriormente se realizará el desmontaje de los parapetos. Este proceso se repite en ambos lados del puente.
5. Se realizarán perforaciones que servirán de guía al hilo diamantado, una vez hechos se hará el corte longitudinal entre traveses cajón, Trabe A1 y A2 (línea de corte 1), sin llegar a cortar toda la longitud del tablero, para realizar la instalación de arriostres con el objetivo de controlar y garantizar el equilibrio estático del puente, una vez asegurada la trabe se concluye el corte longitudinal.



6. Se procede a instalar los dispositivos de izaje para su posterior desmontaje.



7. Cargar la trabe cajón en chalán, el chalán debe transportar las traves cajón a la orilla más cercana, esta debe estar acondicionada para el depósito temporal de las traves, posteriormente se llevarán al sitio de tiro aprobado por la SCT.



8. Lo mismo se repetirá para las siguientes traves cajón, hasta realizar el desmontaje de todas las traves del tramo.

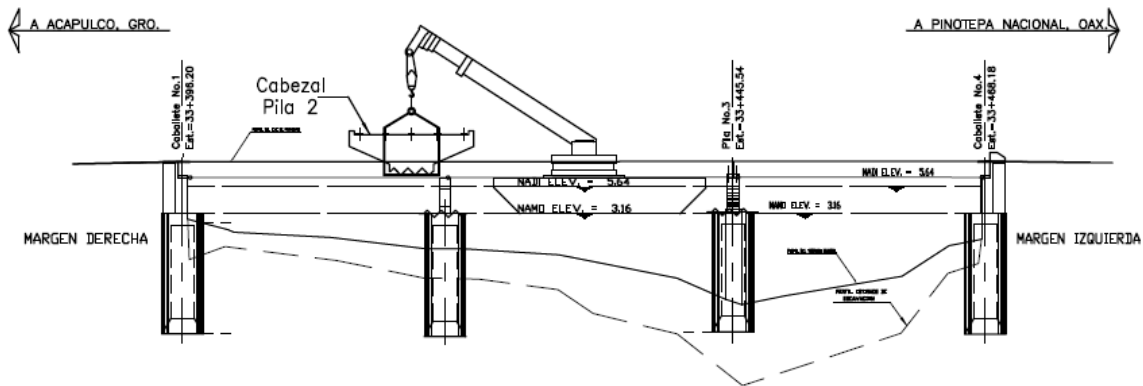
Se debe tomar en cuenta que siempre la secuencia de demolición si bien se repite el mismo procedimiento de trabajos, después de realizar el corte de la Trabe cajón A1, se debe pasar a ejecutar el corte de la trabe al otro extremo en este caso la trabe A5; esto con el objetivo de controlar el equilibrio estático del puente, es por lo que se realizará la secuencia de demolición tramo por tramo.

ETAPA 2 Y 3

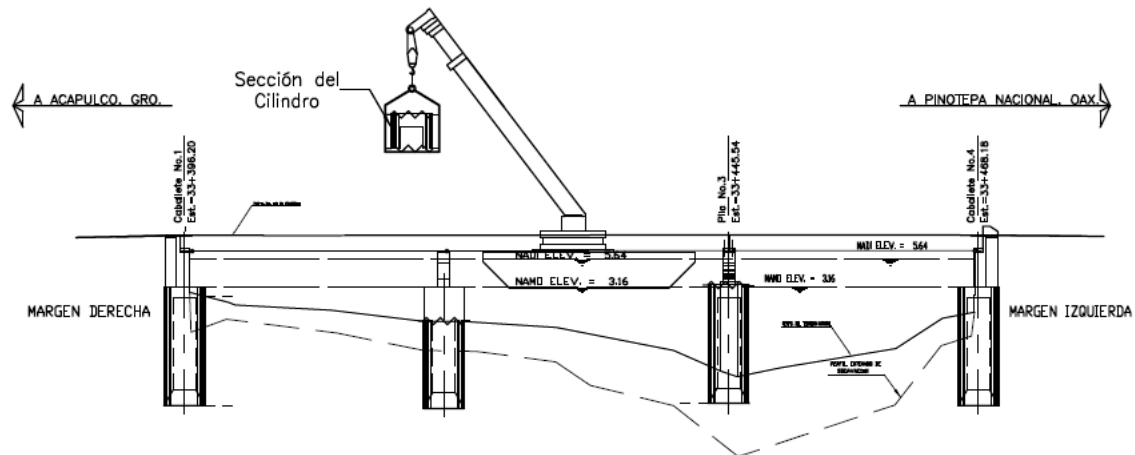
- Este proceso realizado en la etapa 1 (puntos 4-8) se repetirá en las etapas 2 y 3, correspondientes a la demolición de las losas y desmontaje de las traveses en los tramos 2-3 y 3-4.

ETAPA 4

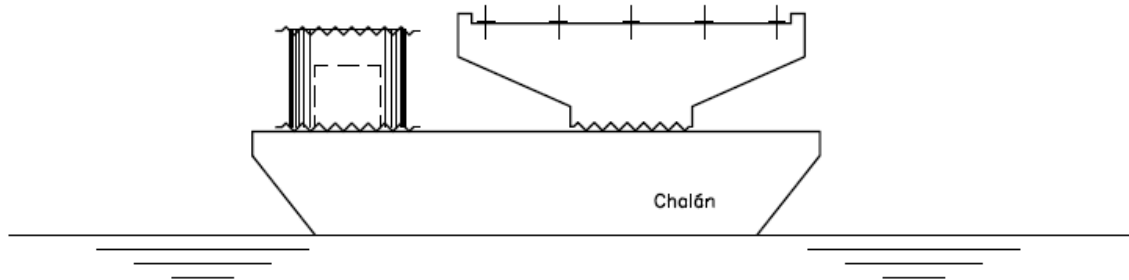
- Una vez retirada la superestructura se comenzará con la demolición de la Pila No. 2 y Pila No. 3. Se procederá a cortar la Pila, comenzando con el cabezal, se realizarán perforaciones que servirán de guía al hilo diamantado, una vez hechos se harán los cortes; se debe tener en cuenta que cuando se esté realizando el corte se debe tener suspendida la parte del cabezal, esto con el fin de su posterior izaje.



- Después se procederá a cortar el cilindro de cimentación en varias secciones para que la grúa realice su trabajo correctamente, se realizarán perforaciones para el izaje se debe tener en cuenta que cuando se esté realizando el corte se debe tener suspendido el bloque, esto con el fin de su izaje posterior.

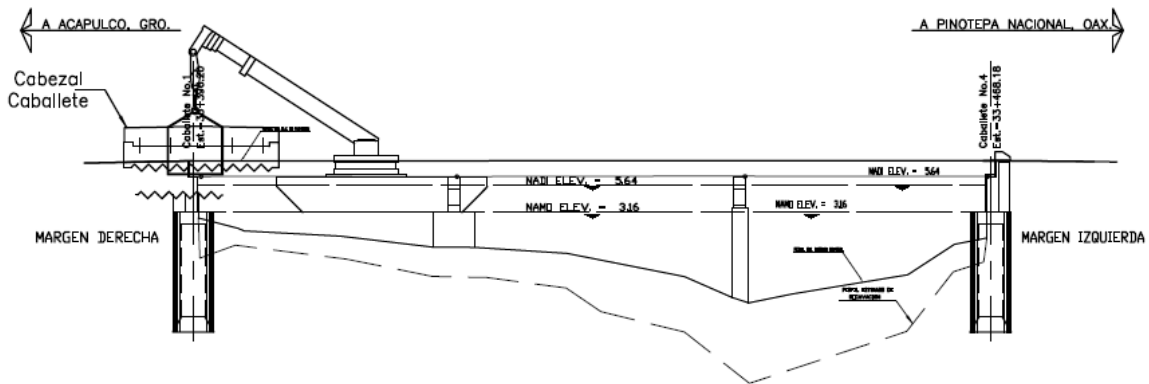


- Cargar el cabezal de la pila y las secciones del cilindro en chalán, el chalán debe transportar las partes de la pila a la orilla más cercana, esta debe estar acondicionada para el Almacén temporal de los elementos, posteriormente se llevarán al sitio de tiroteado aprobado por la SCT.

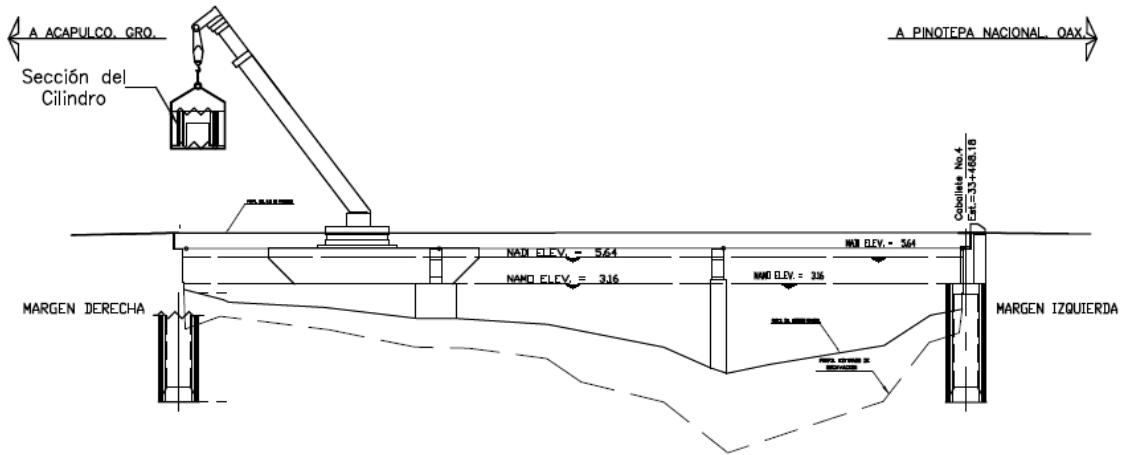


ETAPA 5

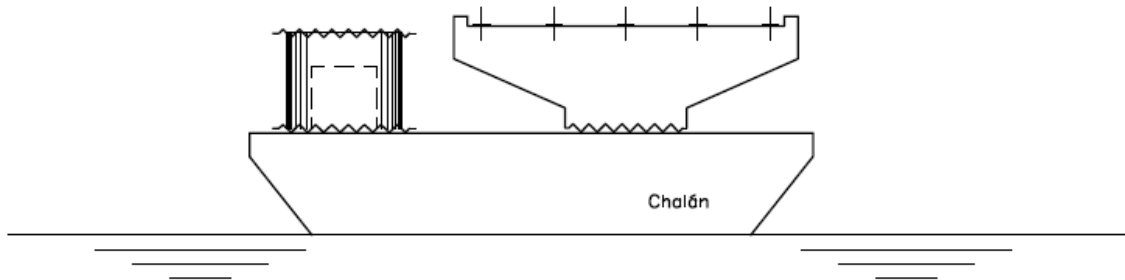
13. Se realizará con la demolición en el Caballete No. 1 y el Caballete No. 4, se procederá a cortar el Caballete, comenzando con el cabezal, se realizarán perforaciones que servirán de guía al hilo diamantado, una vez hechos se harán los cortes; se debe tener en cuenta que cuando se esté realizando el corte se debe tener suspendida la parte del cabezal, esto con el fin de su posterior izaje.



14. Después se procederá a cortar el muro del Caballete y el cilindro de cimentación en varias secciones para que la grúa realice su trabajo correctamente, se realizarán perforaciones para el izaje se debe tener en cuenta que cuando se esté realizando el corte se debe tener suspendido el bloque, esto con el fin de su posterior izaje.



15. Cargar el cabezal del caballete y las secciones del cilindro en chalán, el chalón debe transportar las partes de la pila a la orilla más cercana, esta debe estar acondicionada para el Almacén temporal de los elementos, posteriormente se llevarán al sitio de tiroteo aprobado por la SCT.



Los residuos de obra que se estiman en esta etapa son los siguientes:

Tabla II. 6. Residuos de obra

DEMOLICIONES (PUENTE EXISTENTE)	
Demolición de concreto en superestructura _____	236.5 m ³
Demolición de concreto en subestructura _____	616.7 m ³
Demolición de carpeta asfáltica _____	68.7 m ³
Retiro de traves (Traves Cajón) _____	15 Pzas.
Retiro de terraplenes en zona de puente nuevo _____	6330.8 m ³
DEMOLICIONES (PUENTE EXISTENTE)	
Señalamiento _____	2 Lote

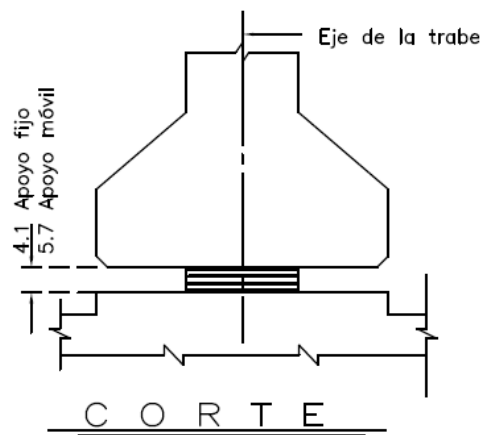
II.2.3 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

- **Construcción de caminos de acceso:** no se requieren caminos de acceso, adicionales a la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, por lo que no se necesita la apertura de caminos de accesos.
- **Almacenes, bodegas y talleres:** Se establecerá un almacén provisional para el resguardo de materiales, en terrenos desprovistos de vegetación. Sus dimensiones serán de aproximadamente 11 m² y su estructura será hecha a base de madera, cartón y lamina. No será necesario el retiro de vegetación para su instalación, se prohibirá almacenar materiales inflamables, grasas, aceites y/o combustibles, por lo que únicamente se guardarán herramientas básicas y materiales para la construcción, la localización de este será en los terrenos aledaños al Puente Barra Vieja, los cuales se encuentran desprovistos de vegetación.
- **Campamentos y dormitorios:** Los trabajadores serán originarios principalmente de la localidad de Acapulco y Barra Vieja, por lo que no será necesaria la construcción de campamentos o dormitorios; al término de cada jornada laboral los trabajadores regresarán a sus hogares, para el caso de empleados que no seas de la localidad, en la misma será fácil encuentren donde hospedarse.
- **Instalaciones sanitarias:** Únicamente durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se instalarán sanitarios móviles en una proporción de 1 por cada 20 trabajadores por medio de una empresa que ofrezca este servicio; la misma empresa, se encargará de ofrecer el mantenimiento de los sanitarios y de la recolección y tratamiento del agua residual que se genere.
- **Bancos de material:** Para el abastecimiento de materiales, el proyecto utilizará los bancos de préstamo de materiales antes descritos.
- **Planta de tratamiento de aguas residuales:** Debido a las características del proyecto, no será necesaria la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- **Sitios para la disposición de residuos:** Los residuos que se prevé que se generarán durante las actividades de preparación del sitio, son los que se derivarán de las actividades de despalme, así como algunos residuos domésticos (bolsas y envases de plástico, latas, papel, basura orgánica, etc.) que generarán las cuadrillas de trabajadores. En las actividades de despalme, no se contempla la generación de residuos peligrosos, sin embargo durante la etapa de construcción de la obra se prevé la generación de envases de lubricantes, aditivos y aceite de dos tiempos, residuos diversos de la obra (metales, varilla, cimbras, alambre), así como desechos domésticos en general, los cuales serán depositados en contenedores apropiados que estarán señalados en el programa integral de manejo de residuos, indicando el tipo de residuo que se deberá depositar en los mismos, clasificándola en basura orgánica e inorgánica, para que posteriormente se recolecten al final de cada jornada laboral y se dispongan en el relleno sanitario municipal
- **Residuos de obra:** El total de los residuos de obra, serán dispuestos por una empresa recolectora que cuente con el registro para dicho tipo de residuos, es importante señalar que en Acapulco existen empresas que prestan tales servicios, por lo que será responsabilidad de dicha empresa la disposición final, la empresa constructora solo habilitará un espacio temporal que será empleado solo como sitio de transferencia.

- **Basura:** Se generará este tipo de residuos los cuales serán recolectados por el constructor y llevados al relleno sanitario municipal o donde lo dispongan las autoridades pertinentes; los residuos de refacciones y demás materiales producto de servicios y mantenimiento al equipo deberá ser manejado de acuerdo con el programa integral de manejo de residuos y retirado de la obra conforme a lo establecido en la normatividad vigente.
- **Residuos peligrosos:** En lo que respecta a los aceites usados, filtros, grasas, estopas, pinturas y todo residuo tipificado como residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, dichos residuos serán clasificados, separados y contenidos por tipo de residuo y recolectados semanalmente por una empresa autorizada para tales fines. Las bitácoras de dicho servicio serán guardadas y reportadas a la SEMARNAT para la verificación de dicho cumplimiento.
- **Patios de maquinaria:** Únicamente será necesario un patio de maquinaria el cual se ubicará en un terreno arrendado cercano a obra, estrictamente deberá cumplir con estos criterios: sin vegetación forestal ni influencia a cuerpos de agua. En caso de requerir una superficie como patio o taller provisional, se ubicará dentro de terrenos de algún asentamiento rural cercano a la vialidad y que presenta áreas aptas para dicho fin.
- **Planta de asfalto:** Se pretende utilizar la planta de asfalto más cercana, la cual dará abastecimiento durante la duración de la etapa de construcción del puente, por lo que no será necesario instalar una planta de asfalto en el lugar del proyecto, los materiales serán adquiridos y transportados de esta última al frente de trabajo respectivo del proyecto.
- **Aguas residuales:** El proyecto no contempla la generación de aguas residuales, a excepción de las generadas por el uso de los sanitarios móviles; estas aguas residuales serán recolectadas por la misma compañía que se contrató para otorgar el dicho servicio.

II.2.4 Etapa de construcción.

- 1) Antes del inicio de los trabajos para la construcción del puente "Barra Vieja" se colocará el señalamiento necesario cerrando al tránsito el acceso al camino en ambas direcciones. La circulación vehicular se hará por el camino existente que rodea la Laguna de Tres Palos. Se recomienda que la construcción del puente sea en época de estiaje.
- 2) Simultáneamente a la actividad anterior se podrán mandar construir las traveses presfuerzo pretensadas empleadas en el puente; siguiendo las recomendaciones de construcción marcadas en los planos correspondientes así mismo los apoyos integrales de neopreno y todo lo necesario para el buen funcionamiento del puente.



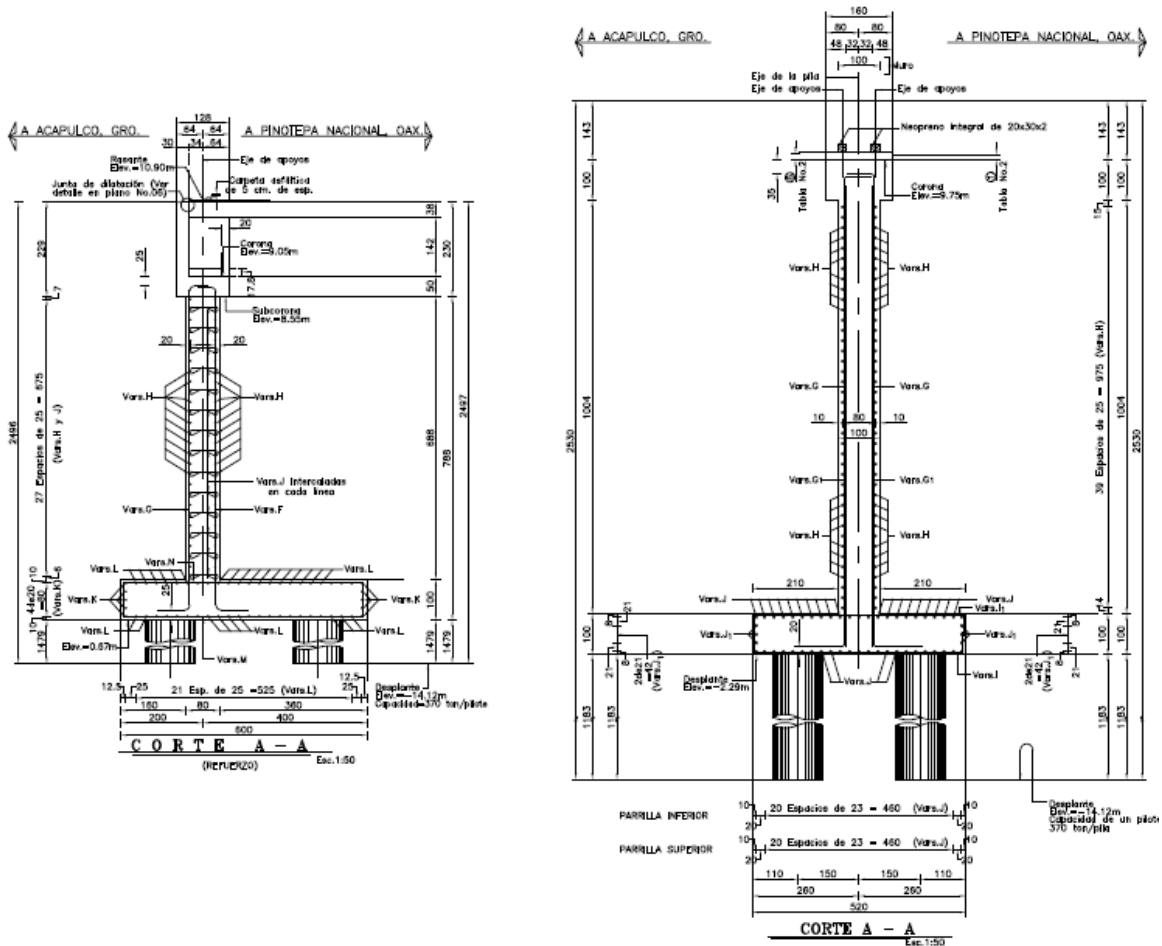
- 3) Una vez que se hallan cerrado los accesos se procederá a la demolición del puente actual como se indica en el plano correspondiente. El material producto de las excavaciones y demoliciones deberá depositarse en el lugar y forma indicado por la SCT.
- 4) Se harán las nivelaciones hasta nivel de desplante de zapata en estribos y en el desplante de las zapatas de pilas en la zona en donde se harán las perforaciones de los pilastrones de 1.20(2); ya que se harán desde estos niveles.
- 5) Se realizarán las maniobras necesarias para realizar las perforaciones de los pilastrones de 1.20 que alojarán a los pilotes de cimentación; utilizando el material y equipo necesarios para su correcta ejecución. El desplante de los pilotes de cimentación se deberá hacer a las elevaciones indicadas en los planos correspondientes. Para estabilizar las paredes de las excavaciones que se realicen para alojar los pilotes, se utilizará lodo bentonítico que reúna las siguientes características.

Para la estabilización de las paredes se empleará ademe metálico recuperable 6 lodo bentonítico, mezclado en la planta, que se irá vaciando a la perforación conforme esta se profundice, manteniéndolo al mismo nivel que el del tirante de agua que rodea el tubo. La mezcla tendrá un proporcionamiento en volumen de 0.13:1 (bentonita: agua), es decir, 130 Kg de bentonita por 1 m³ de agua o darle más viscosidad, de ser

necesario y como alternativa, se utilizarán polímeros. La mezcla tendrá un proporcionamiento en volumen de 1:1000 (polímeros: agua), es decir, 1 litro de polímero por 1000 Lts de agua.

El material producto de las excavaciones y perforaciones deberá depositarse en el lugar y forma fijado por la Secretaría.

- 6) Una vez que el pilote haya alcanzado la resistencia de proyecto requerida se procederá a la construcción de las zapatas, muros y corona de Estribos y Pilas en cada una de las etapas marcadas en los planos correspondientes, siguiendo las recomendaciones de construcción en dichos planos.

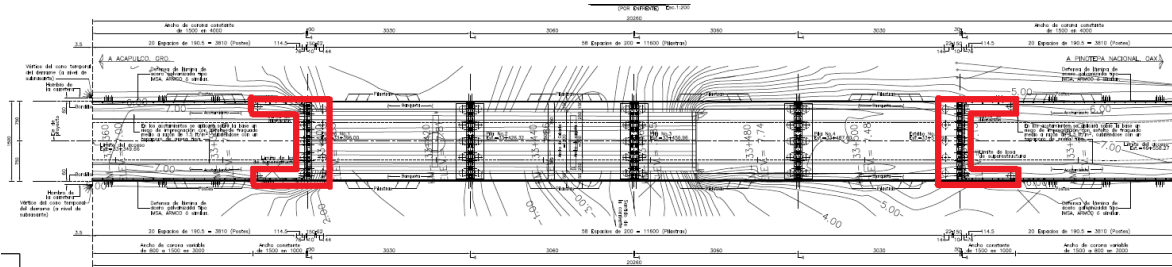


- 7) Acto seguido se construirán los muros de entrada y salida del acceso al puente; tal como se indica en los planos correspondientes.

Se deberán dejar las preparaciones para la construcción del parapeto sobre terraplén sobre muros. El material producto de la excavación se retirará depositándolo en el lugar y forma indicada por la Secretaría.

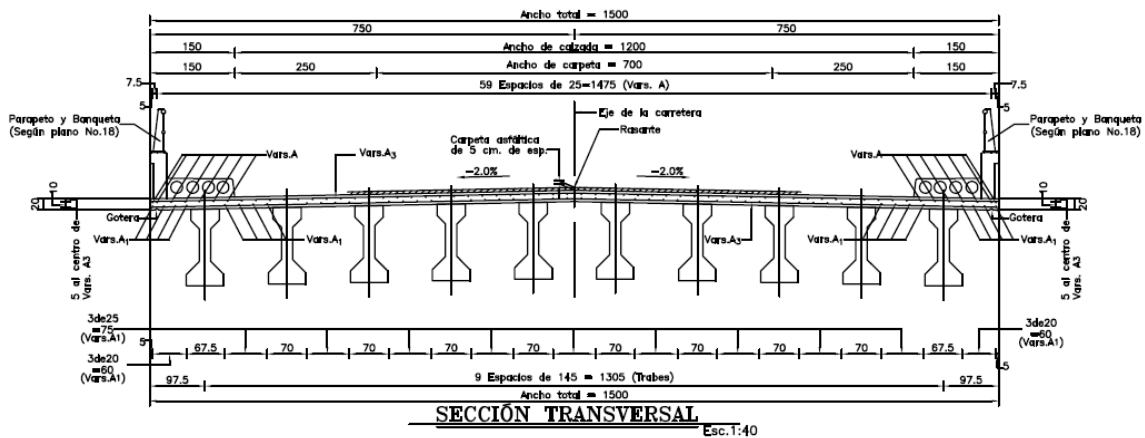
- 8) Una vez que los muros de entrada y salida; hayan alcanzado la resistencia de proyecto se podrán construir los terraplenes en los lugares indicados en el proyecto, el grado de compactación será de 95% de su peso

volumétrico seco máximo según pruebas Proctor S.C.T. Es importante señalar que en busca de que el proyecto afecte la menor cantidad de áreas adicionales, en lugar de que la estructura tenga cabezotes para sostener la misma, se optara por la construcción de estribos en forma de “U”, para de esta manera generar una menor afectación, como se muestra en la siguiente imagen:



- 9) Una vez que las coronas de los estribos hayan alcanzado la resistencia de proyecto, se procederá a terminar la construcción de los terraplenes de acuerdo a las especificaciones correspondientes.
- 10) La superestructura podrá apoyarse en los estribos y pilas a los 28 días del último colado o a los 14 días si se usó cemento de fraguado rápido; pero en ningún caso antes de que el concreto de los elementos haya alcanzado una resistencia de 0.8 f'c como mínimo.

Antes de colocar la superestructura se deberán de colocar los apoyos integrales de neopreno, el cartón asfaltado, el neopreno de 2 de espesor y todo lo necesario para el buen funcionamiento de la superestructura.

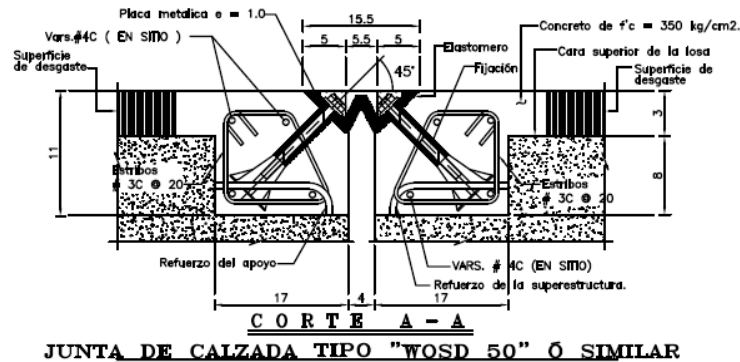
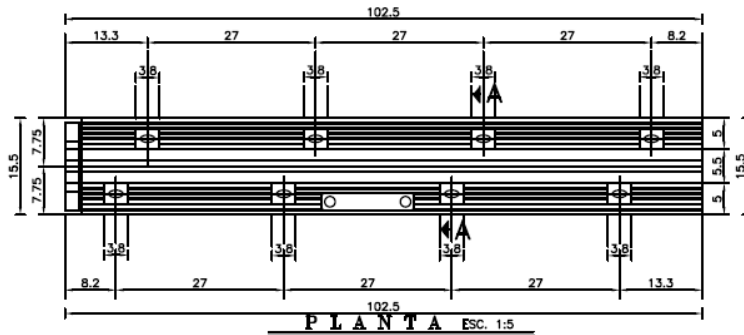


- 11) Una vez que se hayan colocado las trabes se procederá al colado de la losa siguiendo lo especificado en los planos correspondientes.

Se deberán dejar las preparaciones necesarias para la construcción posterior de la junta de dilatación, guarnición, parapeto y banquetta tal y como se indica en los planos correspondientes.

- 12) Una vez que la losa haya alcanzado la resistencia de proyecto se procederá a la construcción de la guarnición, parapeto y banquetas, además se colocará la carpeta asfáltica y la junta de dilatación Asfáltica.

En toda la longitud, desde el acceso de entrada hasta el de salida.

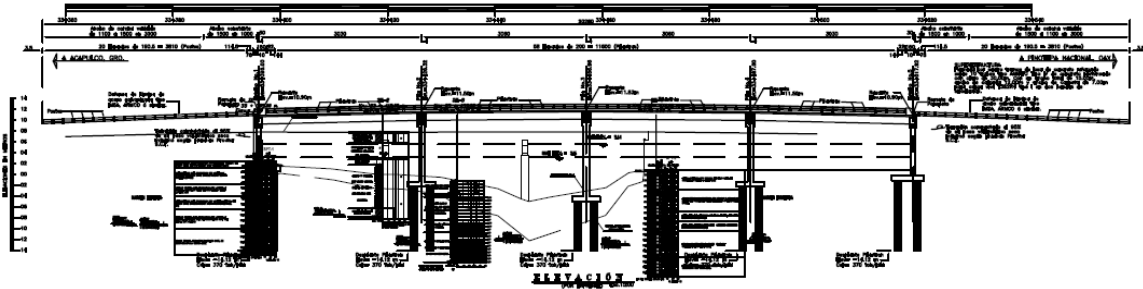


JUNTA DE CALZADA TIPO "WOSD 50" Ó SIMILAR

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA JUNTA WOSD 50.

1. Se dejarán las preparaciones necesarias en los diafragmas de los estribos y se adecuará la superestructura existente para realizar las reservaciones necesarias para la colocación de la junta WOSD 50 de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
2. Antes de tender la carpeta se rellenarán las reservaciones (colocar una duela de madera y rellenar de grava).
3. Corte de carpeta asfáltica con disco.
4. Limpieza de las reservaciones.
5. Colocación, alineación y nivelación de soportes metálicos de la junta WOSD 50 y armado de reservaciones.
6. Colado de reservación (se deberá cimbrar colocando poliestireno en la junta de dilatación entre las dos reservaciones).
7. Colocación e inyectado del perfil de elastomero, quedando así la junta WOS 50 totalmente instalada para dar servicio.

- 13) Se pintarán las rayas de carretera, así como, se colocarán las violetas, botones y se pintarán todos los elementos del puente de acuerdo con lo especificado en el plano correspondiente.
- 14) Se realizará limpieza general a toda la estructura y se abrirá la circulación cuando todos sus elementos hayan alcanzado su resistencia final.



NOTAS:

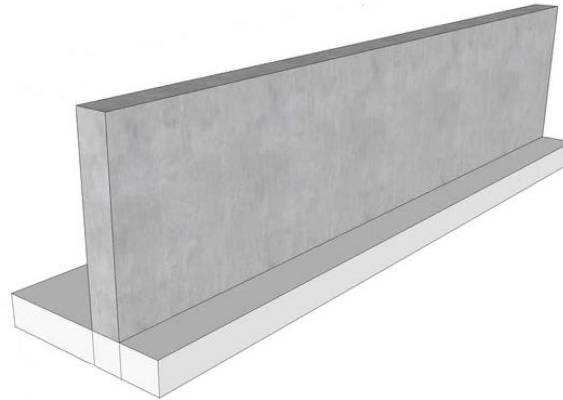
1. No iniciar ninguna demolición o construcción sin disponer de las señales necesarias.
2. Situar y conservar adecuadamente las señales.
3. No obstruir la visibilidad de las señales.
4. El color del fondo del tablero de las señales preventivas, así como del tablero adicional, será naranja en acabado reflejante; y para los símbolos, leyendas, caracteres y filete será en negro según el patrón aprobado en el Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, de la S.C.T.
5. Las personas encargadas de operar los dispositivos manuales (bandereros), deberán estar equipados con camisa blanca, chaleco y casco de color naranja reflejante, para que sean visibles a los conductores.
6. Se debe prevenir que el señalamiento en la zona de trabajo cuente con iluminación nocturna.
7. Retirar inmediatamente los dispositivos empleados, tan pronto hayan terminado los trabajos.

Accesos a la estructura

Como se describió anteriormente, el proyecto requiere adecuar los accesos a la nueva estructura, principalmente para alcanzar el ancho de calzada, así como el nivel de la rasante, considerando que el galibo de la nueva estructura es mayor, conforme al estudio hidráulico. Es por tal motivo que se requiere aumentar el nivel de la rasante.


El proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, fue diseñado y proyectado con la encomienda de la menor afectación posible el ecosistema, así como a la población aledaña al puente, por tal motivo es que para la construcción de los Accesos se diseñaron muros de concreto armado para la estabilidad del terreno (en lugar de terraplenes, que comúnmente se utilizarían), en la siguiente imagen se muestra un esquema del muro propuesto.

Imagen II. 17 Esquema del muro de concreto armado



En las siguientes imágenes se muestra la localización y características de dichos muros:

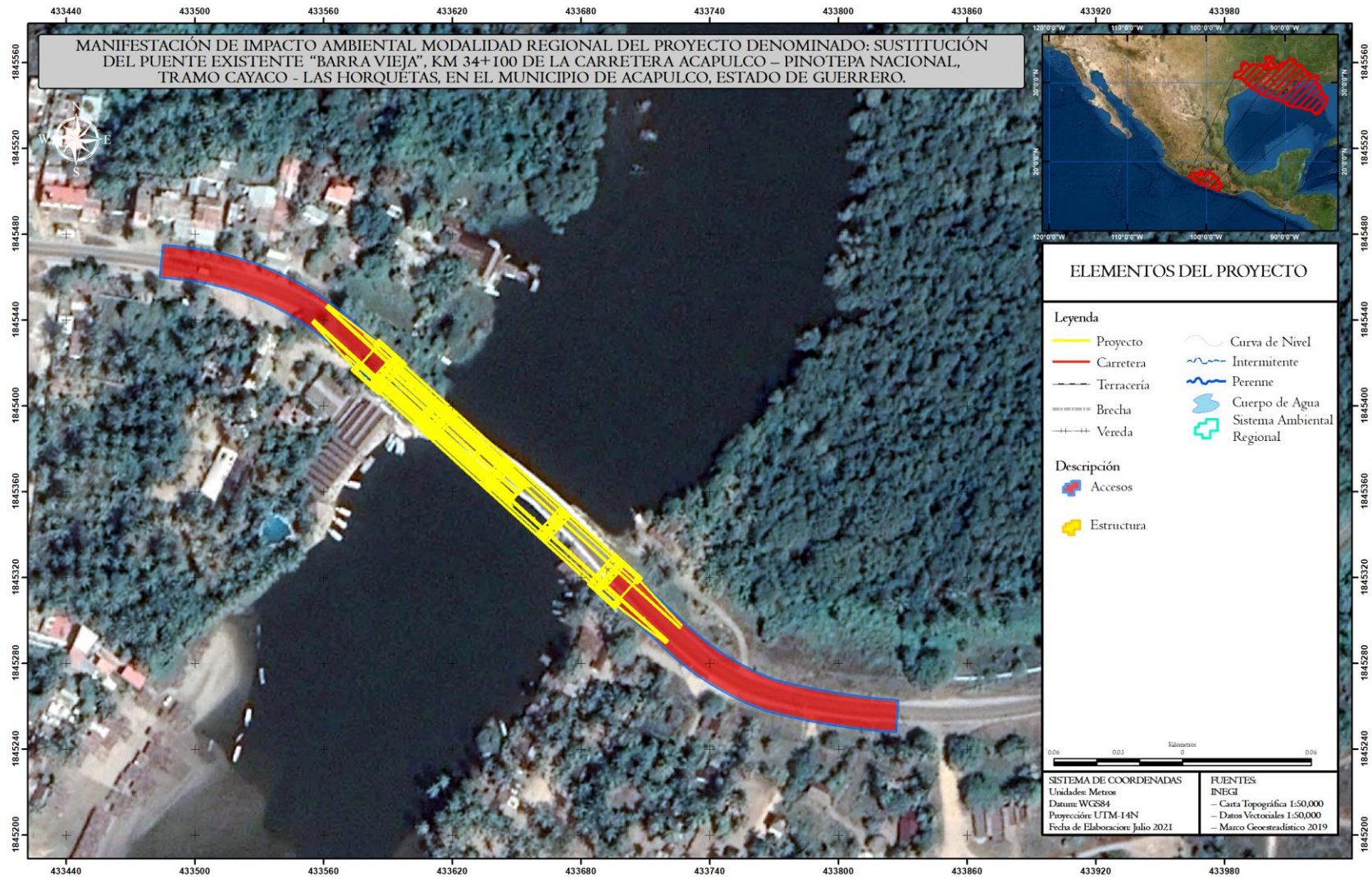
Imagen II. 18 Accesos a la estructura

	
	
<p>Vista del Acceso izquierdo Dirección Pinotepa Nacional Longitud = 142.52 m Área = 2,137.80 m²</p>	<p>Vista del Acceso derecho Dirección Acapulco Longitud = 150.75 m Área = 2,255.48 m²</p>

Como se puede ver en las imágenes anteriores, colindante a la carretera existente están los comercios, hoteles y palapas, los cuales resultarán afectados por los pateos de los terraplenes en caso de optar por dicha solución para los accesos, para evitar conflictos sociales y ambientales se construirán los muros de contención, de esta manera la afectación se desarrollará exclusivamente sobre el derecho de vía, con afectación adicionales mínimas.

Dentro de los trabajos para los accesos se contempla la eliminación de la carpeta asfáltica existente y la colocación de una nueva carpeta, el ancho de corona también se ampliará para alcanzar la sección de la estructura, actualmente la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, tiene un ancho de 11.0 metros y se ampliará a los 15 metros, para compartir el mismo ancho de calzada que la nueva estructura. En la siguiente imagen se muestra la ubicación de los accesos y muros de concreto armado respecto a la estructura.

Imagen II. 19 Localización de los accesos



II.2.5 Etapa de operación y mantenimiento.

La naturaleza propia de las obras requiere un mantenimiento continuo debido al deterioro constante originado por el tránsito de vehículos, para lo cual la Dirección General de Conservación de Carreteras de la S.C.T. contempla programas permanentes de mantenimiento.

La operación del puente, por ser una vía de comunicación, es de 24 horas al día durante todos los días del año. Este puente será utilizado por los habitantes de las localidades cercanas. Se espera que el tránsito en el puente sea de automóviles, pero sobre todo de camionetas y vehículos de carga. De igual importancia para este puente será el tránsito de personas, ya que se utilizará como una vialidad urbana por los habitantes de la población antes mencionada.

Los trabajos de conservación y mantenimiento de un puente se dividen en: La conservación rutinaria se realiza en forma anual y corresponde a la conservación normal de un puente, que consiste en limpieza de las diferentes estructuras del puente, pintura de parapetos en la calzada y calafateo de juntas de dilatación, así como reparación de baches en los accesos. La conservación periódica se considera en un rango de 3 a 5 años y consiste en pintura de parapetos, calafateo de juntas de dilatación, bacheo mediante el sistema de cajeo a nivel de sub-base, reposición de losas dañadas, reencarpetado en frío, así como riego de sello en los accesos al puente. Asimismo, se incluyen las preparaciones como el alineamiento vertical y horizontal de tableros de la superestructura, cambio de apoyos, cambio de juntas de dilatación, rehabilitación del concreto degradado, tratamiento de armados expuestos, inyección de grietas en subestructura y superestructura.

A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SCT que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos y obras.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la SCT.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro SCT y a la DGPSCT.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar las obras de drenaje y subdrenaje que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
4. Identificar terraplenes y cortes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, movimientos inaceptables, derrumbes, deslizamientos de material y procesos erosivos, entre otros. Para su estudio se debe proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
5. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras que presenten problemas. Para la evaluación de las estructuras proceder como se indica en Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
6. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el Programa de Conservación Preventiva de la SCT.
7. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada a la DGPSCT y al centro SCT correspondiente.
8. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección

General del Centro SCT correspondiente.

9. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria.

1. Realizar inspecciones diarias en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
 - Cercado e invasión del derecho de vía.
 - Mantenimiento de vegetación incorporada y reforestación, en caso de ser necesario.
 - Retiro de derrumbes, residuos domésticos y limpieza de la superficie de rodamiento.
 - Carencia de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
 - Rehabilitación de destrozos y daños en jardinería y áreas verdes o muerte de arbolado introducido.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
 - Defensas y señales de tipo normal.
 - Atención a los baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
 - Colocación de propaganda o anuncios espectaculares no autorizada.
 - Limpieza de cunetas y derecho de vía.
 - Daños en el camino, derivados de accidentes vehiculares.
 - Contracunetas y subdrenajes.
 - Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje.
 - Deslave en terraplenes.
 - Fallas locales de cortes.
 - Postes y fantasmas.
 - Deshierbe y poda de vegetación.
 - Terraplenes de acceso a estructuras, principalmente en el área de juntas.
 - Apoyo y juntas de estructura.
 - Pintura en general.

Se tendrán los señalamientos necesarios de acuerdo con el Manual de Dispositivos para el Control de Tránsito de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en las que se incluyen:

- Señales preventivas
- Señales restrictivas
- Señales informativas de destino
- Señales informativas de recomendación
- Marcas en el pavimento o superficies de rodamiento (continuas y discontinuas)

La normativa que se respetará para la construcción del puente está acotada bajo los siguientes:

- SCT, 2016. Normas de servicios técnicos.
- SCT, 1987. Normas para muestreo y pruebas de materiales, equipos y sistemas. Puentes.
- SCT, 1998. Normas para construcción e instalaciones. Puentes.
- Además de considerar la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la S.C.T., vigente.

II.2.6 Otros insumos.

Tabla II. 7. Materiales requeridos por etapas.

CONCEPTO	UNIDAD	EQUIPO REQUERIDO
TERRAPLENES.		
Material producto de los cortes	m ³	Tractor D-8
Agua	L	Camión pipa
OBRAS DE DRENAJE.		
Cemento	Ton.	Adquisición
Grava	m ³	Adquisición
Arena	m ³	Adquisición
Agua	L	Camión pipa
Varilla	Kg	Adquisición
PAVIMENTOS.		
Base (grava/ arena de banco)	m ³	Motoconformadora
Asfaltos (emulsiones asfálticas)	L	Pipas
Cemento asfáltico	Kg	Adquisición

Combustible.- Los combustibles a utilizar son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX localizada en el poblado de Concordia. Las cantidades de combustibles estimadas para la totalidad del proyecto se describen en la siguiente tabla:

Tabla II. 8. Requerimiento de combustible.

Combustible	Cantidad (L)
Diésel	2,500
Gasolina	1,400

Entre otros insumos diferentes a los planteados para la construcción se encuentran los siguientes:

Preparación del sitio.

- ✓ Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Solo en caso de requerirse para riego (mitigar polvos) se abastecerá mediante pipas.

Construcción.

- ✓ Campo Agua Potable: Se abastecerán diariamente para consumo del personal aproximadamente 5 garrafones de 20 L, los cuales serán adquiridos de las tiendas comerciales locales.
- ✓ Agua Cruda: Será adquirida mediante la contratación de pipas de la localidad y transportadas a los frentes de trabajo, su requerimiento es para riego de la base y súbbase, que se realiza directamente con la pipa,

sin ser necesaria su almacenamiento. Se mantendrá en la zona del proyecto para trabajos menores un tambo de 200 L. En la etapa de pavimentos se requiere agua cruda para el mezclado del concreto.

- ✓ Electricidad: En la etapa relativa a los trabajos de construcción del puente los requerimientos de energía eléctrica en el frente de trabajo del proyecto se abastecerán con planta de energía operada con gasolina.
- ✓ Combustible: Los combustibles a utilizar (gasolina y diésel, principalmente) son los necesarios para la operación de vehículos de transporte de materiales y maquinaria, los cuales serán adquiridos periódicamente en la estación de servicio PEMEX más cercana al sitio del proyecto.

II.2.7 Sustancias peligrosas.

Por el tipo de actividades que se llevarán a cabo, es común utilizar sustancias peligrosas como los combustibles y lubricantes de los vehículos, la maquinaria y el equipo involucrados en la obra; también se utilizarán pinturas y solventes, derivados tanto de las actividades de construcción y mantenimiento. Por tal motivo, se deberán cumplir con las disposiciones de las leyes en materia ambiental principalmente del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos y las normas que de ella se derivan.

La generación de residuos peligrosos, dentro de estos se encuentran principalmente los desechos del mantenimiento de las unidades automotoras, y consiste en los residuos peligrosos indicados en la siguiente tabla, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-052- SEMARNAT-2005, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

Tabla II. 9. Clasificación del CRETIB de acuerdo al tipo de residuos.

TIPO DE RESIDUO	CLAVE CRETIB	CLASIFICACIÓN	CANTIDADES APROXIMADAS
Baterías	C,T	RP14.1/07	Variable
Envases y tambos vacíos usados en el manejo de materiales y residuos peligrosos.	T	RPNE1.1/01	Variable
Restos de combustibles (diésel, gasolina y aceite).	T,E	S/C	40 l/mes
Materiales de limpieza (estopas y trapos impregnados de aceite).	T,E	S/C	5 kg/mes
Filtros usados.	T	S/C	20 pzas/mes
Metales (varillas, clavos y alambre).	-	S/C	-

El manejo de residuos será llevado a cabo por empresas previamente autorizadas por SEMARNAT, a través de trabajadores capacitados para el manejo y transporte de dichos residuos, quienes deberán cumplir con el equipo de seguridad acorde con el tipo de desechos que maneje y cumplir con la documentación necesaria para el registro de recolección, la cual quedará inscrita en la Bitácora de Generación de Residuos Peligrosos. Durante el intervalo de tiempo entre una y otra recolección se contará con un área de almacenamiento temporal, la cual estará destinada para la recepción de residuos peligrosos incompatibles y cumplirá con las siguientes indicaciones, de acuerdo a las NOM-053- SEMARNAT-1993 que establecen los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos y NOM-054- SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Las sustancias y los residuos peligrosos se dispondrán en un almacén que contará con señalamientos en donde se indique el tipo de desecho debido a que no se deberán juntar desechos incompatibles.

II.2.8 Descripción de obras asociadas al proyecto.

El proyecto no contempla ningún tipo de obra asociada, sin embargo, se pudieran asociar como obras asociadas al proyecto, la explotación de bancos de préstamo y la generación de emulsiones asfálticas.

- ✓ Los bancos de materiales que se utilizarán son de arenas y se extraerán conforme se vayan utilizando en los meandros que se tengan más cercanos y con mayor capacidad.
- ✓ Las emulsiones asfálticas serán traídas de los sitios más cercanos, no se tiene previsto (por la magnitud de la obra) se realicen fundiciones *in situ*.

II.2.9 Etapa de abandono del sitio.

Debido a que se trata de comunicación federal, no se tiene previsto un abandono del sitio. Esta obra contempla un programa de conservación y mantenimiento que hará que la obra extienda su vida útil de proyecto. Sólo se tendrá cuidado de retirar todos los materiales, instalaciones provisionales, maquinaria y equipo al término de las obras de construcción.

II.2.10 Utilización de explosivos.

No se utilizarán explosivos.

II.2.11 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

- ✓ **Residuos sólidos.** - A continuación, se indican los residuos que se presentarán en las etapas de construcción y operación, los cuales son muy similares para ambas etapas. Cabe mencionar que los residuos municipales tendrán una disposición, de acuerdo a lo establecido por la empresa constructora la cual tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como el de depositarla en algún confinamiento cercano a la zona. Entre los residuos generados se encuentran el suelo y residuos vegetales. El otro tipo de residuos que se van a generar serán el resultado de la estancia de los trabajadores en el área, los residuos serán papel, cartón, residuos orgánicos, latas y vidrio. Considerando el factor de generación de residuos de 0.150 kg/persona/día, los desechos domésticos totales que se generarán serán de aproximadamente 50 kg/persona en el lapso de tiempo que durará la construcción del proyecto. En cuanto a los residuos sólidos industrializados y residuos peligrosos, cabe mencionar que se prevé la generación de residuos sólidos industrializados como bolsas de papel, empaques de cartón, vidrio y plásticos, entre otros; así como latas vacías. Los residuos industrializados se generarán en los patios de maquinaria y talleres y se dispondrán en su interior de manera temporal. Por otra parte, dentro de los residuos considerados como peligrosos de acuerdo al Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las NOM-SEMARNAT-052-2005, NOM-SEMARNAT-053-1993, tales como recipientes vacíos con algún contenido de pinturas, solventes, aceite o lubricantes, aceites usados y estopa impregnada de grasas, serán almacenados temporalmente de manera adecuada y después entregados a empresa especializadas para su tratamiento y/o disposición final. Dentro de los patios de maquinaria se estabilizarán o almacenarán aquellos residuos peligrosos que

así lo requieran; posteriormente y de acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos, así como la NOM-003-SCT2-1994 y la NOM-011-SCT2-1994, se embalará y serán entregados a una empresa autorizada por SEMARNAT para la disposición final de estos materiales peligrosos. En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima, se tiene una estimación entre 15 y 20 Kg/mes durante la etapa de construcción, principalmente. Adicionalmente estos materiales serán residuos de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria lo que implica una condición de bajo riesgo para el suelo y agua, por lo mismo con el cumplimiento de las reglamentaciones en vigor se generará un impacto mínimo al ambiente.

- ✓ **Residuos líquidos.** - La principal fuente de líquidos no peligrosos, es el agua de consumo humano, esta tiene tres componentes, la utilizada para beber que debe ser potable (3 L/día/persona), y las requeridas para la higiene, más la que se genera como producto de los desechos orgánicos. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesidades utilizan fundamentalmente agua cruda. Respecto al agua de limpieza e higiene se anticipa que aun cuando su volumen puede ser importante (10 L/día-trabajador), esta puede ser expuesta a fosas de desecación para su manejo y control, respecto al agua de los desechos humanos, en los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles, la empresa que ofrezcan el servicio será la responsable de darle mantenimiento diario.

Los residuos industriales líquidos, para evitar el derrame de combustible y aceite en los talleres, se prevé la construcción de un firme de cemento con concreto para proteger el suelo de derrames accidentales, en las reparaciones se recogerán los productos en charolas que serán vaciadas en tambos y entregados a empresas especializadas en el manejo y disposición final, de acuerdo al programa de manejo de residuos peligrosos a implementar la empresa constructora.

En cuanto a las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre firmes de cemento y concreto para evitar el asfalto se derrame sobre el suelo.

- ✓ **Emisiones a la atmósfera.** - Durante la construcción, se van a generar polvos durante casi todas las actividades, que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. También se habrá de generar de manera intermitente gases de combustión hacia la atmósfera por parte de los equipos, maquinaria, vehículos de carga, automotores, pero estas serán en una cantidad insignificante, en comparación con las que se generen durante la operación del proyecto. Durante la operación de la carretera, la única actividad relevante será el tránsito vehicular. Se estima que el umbral máximo de circulación será de 3,600 unidades/día; con esta carga vehicular se prevé una carga de emisiones como se observa en la siguiente tabla.

Tabla II. 10. Estimación de emisiones durante la operación del proyecto.

CONTAMINANTE	KG/H
Hidrocarburos	15.71
CO	32.46
NOx	34.50
PM10	15.77

El tránsito vehicular en el Proyecto implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (magna sin o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado, asociado a los desperfectos mecánicos.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, son características que oscilan entre un vehículo y otro. Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes, al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.
- Condiciones de precipitación pluvial o presencia de neblina.
- Temperatura ambiental.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Por lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican al menos velocidades de vientos mayores a 5 m/s lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcancen rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema de calidad del aire no será importante. En conclusión, se prevé que en el SAR las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para absorber este tipo de afectación ambiental.

II.2.12 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos.

El proyecto se desarrollará cerca de la localidad de Barra Vieja y de Acapulco, en el cual existe rellenos sanitarios, plantas de tratamiento de aguas residuales, servicios de separación, tratamiento, reciclaje o confinamiento de residuos, por lo que el manejo de residuos se realizará por empresas especializadas y se contará con un plan de manejo integral de residuos. Adicionalmente la empresa constructora tendrá la obligación de contar con el equipo para el manejo, almacenamiento temporal y retiro de los residuos que la obra origine, así como las bitácoras de recolección de residuos y para el caso de los residuos peligrosos se contará con la cadena-custodia de dichos residuos.

Asimismo, la empresa constructora del proyecto deberá tener también, la obligación de reciclar los materiales de tipo orgánico e inorgánico que sean necesarios. Para el manejo, retiro y confinamiento de los residuos considerados como peligrosos, la empresa asignada para la construcción de la obra tendrá la obligación de contratar una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para dicho fin. Bajo las mismas condiciones, se contratarán los servicios de una empresa dedicada a la renta y mantenimiento de letrinas móviles para los servicios sanitarios de los trabajadores; lo anterior, con el fin de prevenir y evitar la contaminación por aguas residuales al suelo o al cuerpo de la presa; en el sitio del proyecto o en sus inmediaciones.

CAPÍTULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO. _____	3
III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES. _____	3
III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024 _____	3
III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE GUERRERO 2016 -2021. _____	6
III.1.3 PLAN MUNICIPAL DE ACAPULCO DE JUÁREZ 2018-2021 _____	8
III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU). _____	10
III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO. _____	10
III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA EL TERRITORIO QUE OCUPA EL ESTADO DE GUERRERO (POET) _____	18
III.2.3 PROYECTO DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ACAPULCO DE JUÁREZ, GUERRERO 2020 _____	18
III.2.3. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS _____	23
III.2.4 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO. _____	26
III.3 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO _____	35
III.3.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE. _____	35
III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. _____	37
III.3.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. _____	39
III.3.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE _____	44
III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. _____	45
III.3.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUS REGLAMENTOS. _____	46
III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES _____	48
III.3.9 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL. _____	51
III.3.10 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN. _____	52
III.3.12 NORMAS OFICIALES MEXICANAS. _____	53

INDICE DE TABLAS

Tabla III. 1. Vinculación con el plan nacional de desarrollo.....	5
Tabla III. 2 Estrategias aplicables para la UAB 139	10
Tabla III. 3 Descripción de la Región Ecológica: 18.34.....	11
Tabla III. 4 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 139 donde se ubica el proyecto.....	13
Tabla III. 5 Vinculación con los lineamientos del POEGT	16
Tabla III. 6 Vinculación con las NOM	53

INDICE DE IMÁGENES

Imagen III. 1. Plan Nacional de Desarrollo	3
Imagen III. 2 Esquema de integración del plan estatal de desarrollo.....	6
Imagen III. 3 Esquema del PMD Acapulco de Juárez 2018-2021	8
Imagen III. 4. Localización del proyecto con respecto al POEGT	12
Imagen III. 5. Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales	24
Imagen III. 6. Localización del proyecto con respecto a ANP's Estatales.....	25
Imagen III. 7. Localización del proyecto con respecto a las AICA.	26
Imagen III. 8. Localización del proyecto con respecto a las RTP	27
Imagen III. 9. Localización del proyecto con respecto a las RMP	28
Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las RHP	30
Imagen III. 11. Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR.....	34
Imagen III. 12 Distribución del manglar.	40
Imagen III. 13 Condiciones del flujo actual.....	42
Imagen III. 14 Área hidráulica recuperada.....	42
Imagen III. 15 Superficie en zona federal.....	50

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

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.

III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024

Con base en la situación a la que se enfrenta México, el objetivo del PND 2019-2024 será transformar la vida pública del país para lograr un mayor bienestar para todos y todas. Tal transformación requiere la articulación de políticas públicas integrales que se complementen y fortalezcan, y que en su conjunto construyan soluciones de fondo que atiendan la raíz de los problemas que enfrenta el país.

El documento está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

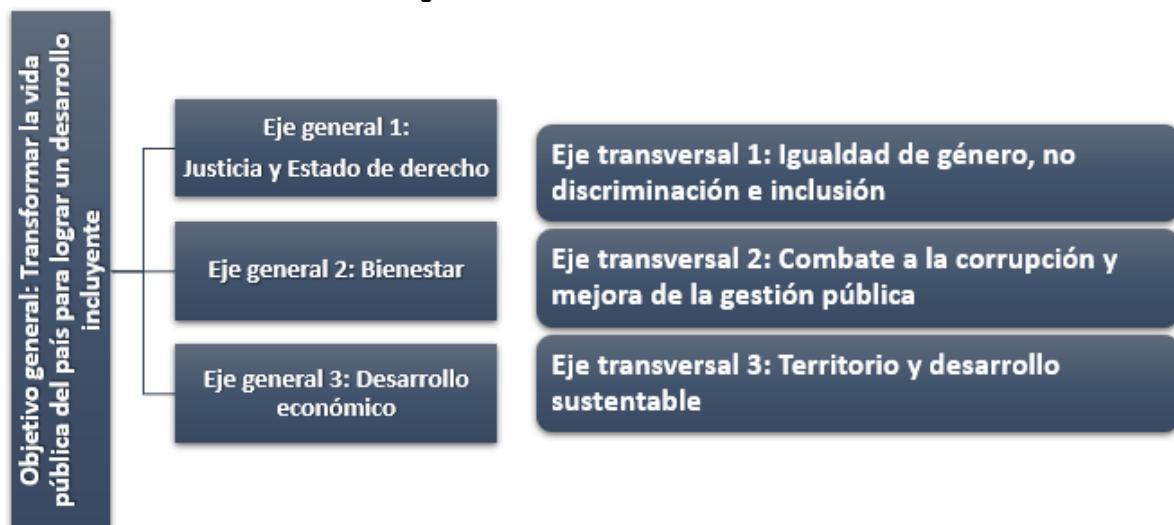
- 1) Justicia y Estado de Derecho;
- 2) Bienestar;
- 3) Desarrollo económico.

Asimismo, se detectaron tres temas comunes a los problemas públicos que fueron identificados, y se definieron tres ejes transversales:

1. Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
2. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública;
3. Territorio y desarrollo sostenible.

A continuación, se presenta el esquema general del PND 2019-2024.

Imagen III. 1. Plan Nacional de Desarrollo



Fuente: Propia con datos PND 2019-2024

De acuerdo con los objetivos de los ejes generales, el proyecto se relaciona directamente con el Eje General 3, el cual se desglosa a continuación.

3. El eje general de “Desarrollo económico” tiene como objetivo:

Incrementar la productividad y promover un uso eficiente y responsable de los recursos para contribuir a un crecimiento económico equilibrado que garantice un desarrollo igualitario, incluyente, sostenible y a lo largo de todo el territorio.

El desarrollo económico implica la construcción de un entorno que garantice el uso eficiente y sostenible financiera y ambientalmente de los recursos, así como la generación de los medios, bienes, servicios y capacidades humanas para garantizar la prosperidad.

Para impulsar este desarrollo es fundamental implementar acciones concertadas y sostenidas de política que estimulen el crecimiento de la economía y aseguren que los frutos de este crecimiento se distribuyan de manera justa en todas las regiones del país.

De este objetivo general (3) se desprende el objetivo específico 3.6 que dice:

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

La infraestructura pública es un elemento fundamental para detonar el potencial económico de un país. La infraestructura económica como carreteras, aeropuertos y puertos aumenta la capacidad productiva; reduce los costos de transacción; incrementa la actividad agropecuaria, industrial y de servicios; conecta a los pueblos y comunidades indígenas; y brinda a la sociedad más y mejores oportunidades, así como empleos mejor remunerados.

Para alcanzar el objetivo se proponen diversas estrategias, mismas con las que se vinculará el presente proyecto más adelante.

Vinculación

La ejecución del proyecto denominado “SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO”, pretende la sustitución del puente existente que libra el canal de la Boca Barra Vieja o denominado Río “De la Sabana”. El proyecto se encuentra asociado al Plan Nacional de Desarrollo y es congruente con el Objetivo 3.6, al pretender sustituir la estructura de un puente con daños severos, por una estructura moderna y segura que cumpla con los estándares de construcción actuales, así como con la capacidad de tránsito requerida, brindando así mejores condiciones de servicio, minimizando riesgos para la población y mejorando la conectividad de la zona turística con comunidades rurales cercanas.

Con respecto a las estrategias que se desprenden del objetivo 3.6, a continuación, se presenta la vinculación con cada una de ellas.

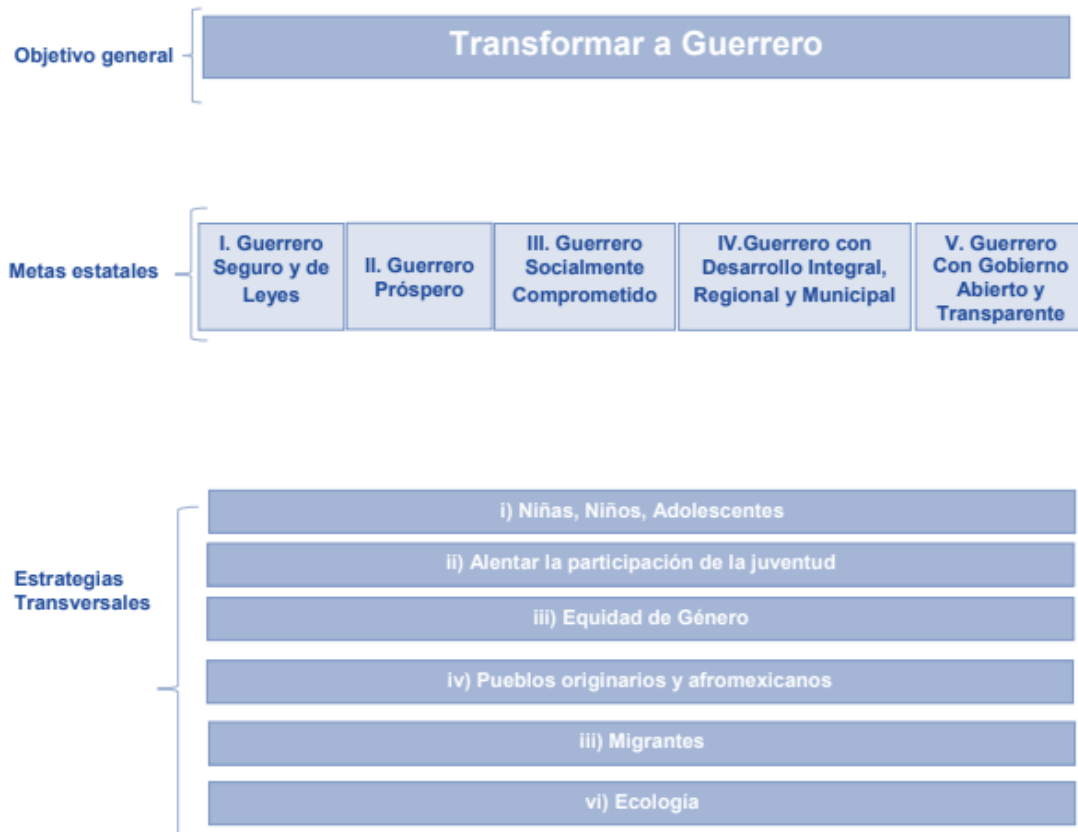
Tabla III. 1. Vinculación con el plan nacional de desarrollo

Estrategia	Vinculación
<p>3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.</p>	<p>La importancia de ejecutar el proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, radica en el diagnóstico de la red de carreteras y puentes, donde de acuerdo con la SCT (2018), la condición de los puentes de la Red Federal de Carreteras varía considerablemente. Muchas estructuras con más de cincuenta años de uso generalmente sufren daños por falta de un mantenimiento adecuado, más que por su antigüedad. Algunas de las estructuras presentan un estado crítico con respecto a su estabilidad estructural y capacidad de carga y, en esas condiciones, la seguridad del tránsito asume altos niveles de incertidumbre asociados a riesgos crecientes, como lo es el caso del mencionado proyecto.</p> <p>Por lo anterior el proyecto se enmarca en la necesidad de proveer a los usuarios una estructura segura y moderna la cual permitirá continuar con el servicio de transportes y prevé mejorará la conectividad de la zona turística con las comunidades rurales con alto grado de marginación y se podrán facilitar las actividades comerciales de una manera eficiente, beneficiando a la región en el aspecto, social, económico y ambiental.</p>
<p>3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.</p>	<p>De acuerdo con las estadísticas y reportes de la CONEVAL (2015) el municipio de Acapulco de Juárez tiene un grado de marginación de bajo, sin embargo, la mayoría de las localidades rurales aledañas a la ciudad de Acapulco y la zona de Barra Vieja presentan un grado de marginación alto, por lo anterior se considera prioritario mantener la conectividad de la población que se traslada a las zonas turísticas ya que ahí tienen su medio de vida.</p>
<p>3.6.3 Desarrollar una infraestructura de transporte accesible, con enfoque multimodal (ferroviario, aeroportuario, transporte marítimo, transporte masivo), sostenible, a costos competitivos y accesibles que amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.</p>	<p>La sustitución del puente existente “Barra Vieja”, contribuirá a que la red regional de carreteras se modernice y mejore, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.</p>
<p>3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.</p>	<p>El proyecto no contempla actividades relacionadas con infraestructura portuaria; no obstante, se considera de importancia para mantener la red que conecta la zona del puerto de Acapulco.</p>
<p>3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.</p>	<p>El sector del proyecto corresponde a vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.</p>
<p>3.6.6 Promover la competencia, transparencia, evaluación y rendición de cuentas de los programas, acciones, procesos y recursos orientados al desarrollo de obra pública y la mejora de la infraestructura del país.</p>	<p>La aplicación y ejecución de esta estrategia corresponde a los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, la promovente del proyecto garantiza la transparencia y total cumplimiento de las obligaciones que le competen.</p>

III.1.2 PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DEL ESTADO DE GUERRERO 2016 -2021.

El Plan Estatal de Desarrollo 2016-2021, es la hoja de ruta resultado de un amplio ejercicio democrático que permitirá orientar las políticas y programas del Gobierno del Estado durante los próximos años.

Imagen III. 2 Esquema de integración del plan estatal de desarrollo



II. GUERRERO PRÓSPERO

Infraestructura y conectividad: “Mejoramiento, Modernización y Ampliación de la Red Carretera del Estado”.

En Guerrero tenemos municipios y localidades que no cuentan con una comunicación adecuada, por lo que es indispensable fortalecer la infraestructura carretera estatal y rural, con el fin de favorecer la conectividad y los servicios locales y propiciar una mejor calidad de vida.

Cualquier estrategia para el desarrollo requiere una adecuada infraestructura de comunicaciones. Una carretera, un camino, un puente, significa integración y modernidad; de ahí la trascendencia de realizar las obras necesarias para que los guerrerenses puedan transitar por el Estado con mejores vías de comunicación y mayor seguridad.

A lo largo y ancho del Estado de Guerrero todavía hay localidades que no cuentan con un camino pavimentado o una brecha. Algunos que sí existen, dada su antigüedad, demandan grandes inversiones para mantener sus condiciones de transitabilidad, en especial en las localidades con una población menor a 500 habitantes. Este problema persiste, sobre todo, debido a la dispersión geográfica de las comunidades, principalmente en las regiones de La Montaña, de Tierra Caliente, de la Sierra.

Como resultado del crecimiento poblacional y de la demanda de bienes y servicios requeridos para ofrecer mayores oportunidades de desarrollo y mejorar la calidad de vida de los guerrerenses, es necesario conservar, rehabilitar y modernizar las principales carreteras federales y estatales, a efecto de contar con una red carretera completa y segura, que conecte a las regiones estratégicas del Estado.

De igual manera, es necesario modernizar y rehabilitar las carreteras y los caminos que conectan a las comunidades del medio rural, así como dotar de infraestructura a las más aisladas, facilitando así su integración al desarrollo económico y sustentable del Estado.

Vinculación

Para el Gobierno Estatal, la infraestructura de comunicaciones constituye el elemento fundamental para el desarrollo de las regiones. Con la modernización de infraestructura carretera, se sientan las bases para generar bienestar y desarrollo comunitario, mejorar el ingreso e incrementar el acceso a los servicios básicos en las diferentes localidades del estado. El puente existente “Barra Vieja”, se encuentra localizado en el km. 34+100 de la carretera Acapulco – Pinotepa Nacional en una zona urbana cerca de la localidad conocida como Barra Vieja, se construyó aproximadamente en el año 1954 para la carretera Acapulco – Pinotepa Nacional; a la fecha se encuentra en un estado avanzado de deterioro y resulta necesario su sustitución. El proyecto carretero forma parte de la estrategia para consolidar los circuitos regionales en beneficio de la actividad económica de cada región, garantizando la integridad y conectividad de localidades rurales y busca ser pieza clave para abatir la marginación en la que se encuentran diversas localidades. Por lo anterior se considera que el proyecto se alinea al Plan Estatal de Desarrollo del estado de Guerrero.

III.1.3 PLAN MUNICIPAL DE ACAPULCO DE JUÁREZ 2018-2021

El Plan Municipal de Desarrollo 2018–2021, establece los objetivos, programas y líneas de acción que servirán como base para la definición e implementación de las políticas públicas.

Es un instrumento que promueve prácticas eficaces y directas que incidirán positivamente en el desarrollo de nuestro municipio. Es un documento cualitativo y cuantitativo, pero no limitativo en su formulación. Define los propósitos, estrategias generales y líneas de acción específicas de todo el gobierno municipal y establece las principales políticas que se deberán tomar en cuenta para la elaboración de los programas operativos anuales. Su integración y planteamiento es el resultado de las consultas a la ciudadanía sobre sus necesidades y demandas; así como de la coordinación y esfuerzo de las distintas áreas de la administración municipal sobre una visión compartida.

El Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021, considera un modelo transversal de actuación, el cual involucra a todas las dependencias municipales en acciones dirigidas, en primer lugar, a lograr la transformación que el propio municipio demanda, atendiendo las necesidades prioritarias que hemos detectado; y en segundo lugar, al fortalecimiento de la gestión y el cumplimiento de los objetivos de los programas establecidos por los gobiernos estatal y federal.

Imagen III. 3 Esquema del PMD Acapulco de Juárez 2018-2021



Fuente: PMD Acapulco de Juárez 2018-2021

Objetivo general

Generar condiciones sólidas para la gobernabilidad y reconstrucción de la confianza social, con base en la legalidad y el empoderamiento ciudadano, a fin de atender de manera conjunta sociedad y gobierno los problemas que presenta el municipio en los órdenes político, social y económico.

El proyecto se encuentra directamente relacionado con el eje 3 MUNICIPIO CON DESARROLLO ECONÓMICO SOLIDARIO Y CRECIMIENTO SOSTENIBLE, específicamente con el plan de acción 18.

18. Planeación territorial y urbana

Objetivo. Promover un efectivo y estratégico ordenamiento territorial y urbano en armonía con el medio ambiente que permita el desarrollo social y económico del municipio a mediano y largo plazo. Dicha planeación es urgente que se retome ya que el crecimiento urbano de nuestro municipio se ha realizado en las últimas décadas de manera desordenada, dando pie a problemas comunitarios graves en materia de servicios municipales e inseguridad principalmente.

De este plan de acción se desprenden las siguientes líneas de acción aplicables.

- 18.1.2 Gestionar recursos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de los caminos rurales.
- 18.1.3 Plan de reordenamiento vial y de conservación de barrios históricos.
- 18.1.4 Rescate, mantenimiento y fortalecimiento de la infraestructura urbana.

Vinculación

En Acapulco de Juárez al igual que en otros municipios de la entidad, dadas las condiciones climáticas y su localización geográfica se presentan fenómenos naturales como huracanes que son factores de la naturaleza y afectan la condición de la Red Federal de Carreteras, causando fuertes precipitaciones e inundaciones que, frecuentemente, ocasionan grandes pérdidas económicas y sociales, que se traducen en daños en la infraestructura, en la producción y en la actividad económica general a nivel regional. Derivado de la necesidad de conservar y mejorar la condición del estado físico que guardan los puentes y estructuras similares de la red federal de carreteras, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través del Centro SCT Guerrero, tiene plena conciencia de los problemas aquí indicados, y ha considerado necesario, tomar medidas para mejorar la condición de los niveles de seguridad y de servicio de la Red Federal de Carreteras, incluyendo los puentes.

Dado que las condiciones del puente “Barra Vieja” presenta daños a nivel estructural y que el plan municipal de desarrollo propone la gestión de recursos para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de caminos, así como el rescate, mantenimiento y fortalecimiento de infraestructura urbana, se considera que el proyecto de sustitución del puente “Barra Vieja” es una obra acorde con el plan municipal de desarrollo y que además promueve e incentiva la coordinación entre los diversos órdenes de gobierno para mitigar riesgos y evitar daños para la población asociados a la seguridad vial y su capacidad de resiliencia ante cualquier evento climatológico extraordinario.

Por lo anterior se considera que el proyecto se enmarca en los objetivos y estrategias planteadas dentro del PMD ACAPULCO DE JUÁREZ 2018-2021.

III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVA A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.

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.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.


Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Conforme a lo que establece el POEGT se identificó que el proyecto Sustitución del puente existente “Barra Vieja”, se ubica en la UAB 139; denominada “Costas del Sur del Sureste de Guerrero” (Región 18.34). La UAB 139 tiene las siguientes características:

Tabla III. 2 Estrategias aplicables para la UAB 139

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias
18.34	139	Costas del Sur del Sureste de Guerrero	Forestal - Ganadería	Agricultura - Minería - Poblacional	CFE - SCT	-	Alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 36, 37, 38, 42, 43, 44

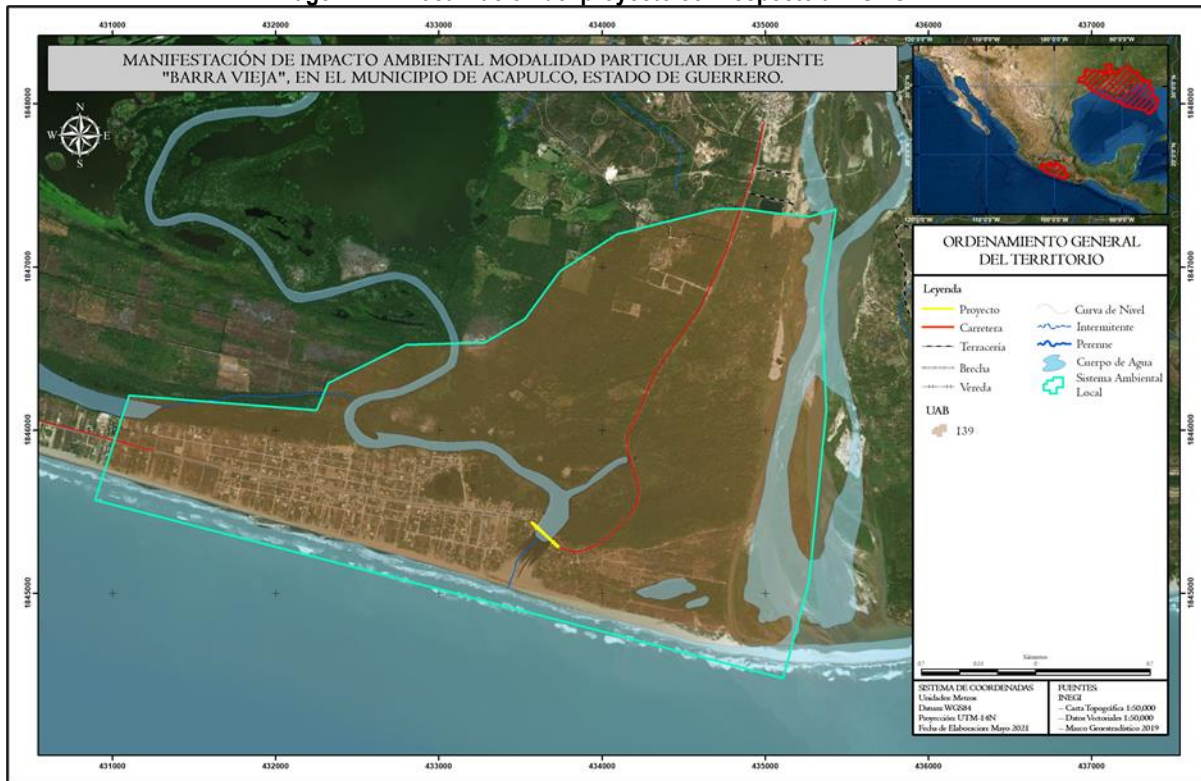
Tabla III. 3 Descripción de la Región Ecológica: 18.34

Región Ecológica: 18.34	
	<p>REGIÓN ECOLÓGICA: 18.34 Unidad Ambiental Biofísica que la compone: 139. Costas del Sur del Sureste de Guerrero</p>
	<p>Localización: Costa de Guerrero, al sur sureste del Puerto de Acapulco</p>
	<p>Estado Actual del Medio Ambiente 2008: UAB 139 Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Medio. No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a alta. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 9.4. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.</p>

Fuente: POEGT.

A continuación, se presenta la localización del proyecto con respecto a la delimitación establecida por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Imagen III. 4. Localización del proyecto con respecto al POEGT



Fuente: Elaboración propia con datos POEGT

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. Dichas estrategias se encuentran definidas en tres grupos: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

En la siguiente tabla se detallan las estrategias de aplicables para la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 139 en la que se ubica el proyecto.

Tabla III. 4 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) 139 donde se ubica el proyecto.

Estrategias UAB 139	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
B) Aprovechamiento sustentable.	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales
C) Protección de los recursos naturales.	12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración.	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región

Estrategias UAB 139	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.</p> <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas</p>
E) Desarrollo social.	<p>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.</p> <p>34. Integración de las zonas rurales de alta y muy alta marginación a la dinámica del desarrollo nacional. 3</p> <p>5. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>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.</p> <p>41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad</p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>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.</p>

Para el POEGT se formularon 10 Lineamientos Ecológicos, a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberá promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Vinculación

En cuanto a las estrategias del grupo I relacionadas con: B) Aprovechamiento sustentable, C) Protección de los recursos naturales, D) Dirigidas a la Restauración y E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios:

El proyecto pretende promover su cumplimiento mediante la aplicación y ejecución de diversas medidas de prevención, mitigación y en su caso compensación de impactos ambientales, dichas acciones se encuentran orientadas hacia la protección y restauración de los recursos naturales y se enmarcan en el cumplimiento de la normativa vigente.

La totalidad de las acciones propuestas se describen en el capítulo VI del presente documento, sin embargo, es importante mencionar que las medidas propuestas se encuentran principalmente encaminadas a la protección de recursos sensibles como el suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones propuestas es controlar la erosión, proteger la calidad de agua, la protección de ecosistemas sensibles y conservación de flora y fauna, así como mantener o en su caso incrementar los servicios ambientales que brindan los ecosistemas existentes en las zonas adyacentes al proyecto y dentro del SAR.

Con la aplicación de las medidas propuestas se busca asegurar la viabilidad ambiental del proyecto y de igual manera dar cumplimiento a las estrategias del grupo I.

Con respecto a las estrategias del grupo II, el proyecto pretende la sustitución de un puente existente y en operación, debido a los daños graves o deficiencias de operación, que afectan seriamente la estabilidad de la estructura o la seguridad vial; en una zona periurbana donde se busca promover e incentivar actividades turísticas sustentables

para la mejora en la dinámica económica y social, así como promover la seguridad vial y mitigar riesgos hacia la población usuaria de la red carretera existente, además de garantizar la continuidad de del servicio de comunicaciones y transportes en la zona la cual conecta a comunidades rurales con la zona turística y que en el día a día funge como la ruta principal de miles de trabajadores que obtienen el sustento de la zona costera, por lo anterior se considera que el proyecto se alinea con las estrategias relacionadas con E) Desarrollo Social.

Respecto a las estrategias del grupo III, con el presente proyecto se pretende ayudar en el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad con el fin de proveer una red carretera segura que impulse proyectos productivos y que facilite las actividades económicas de la región.

Referente a los lineamientos que plantea el POEGT, es importante mencionar que solamente son cuatro los que son directamente vinculables con el proyecto, mismos que se presentan a continuación:

Tabla III. 5 Vinculación con los lineamientos del POEGT

Lineamiento	Vinculación
<p>1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.</p>	<p>Tomando en cuenta las características del proyecto y que este se somete al proceso de evaluación en materia de Impacto Ambiental a través de la presentación de una MIA, la ejecución del proyecto no pone en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del área del proyecto y el SAR, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación para asegurar la viabilidad ambiental de este, dichas medidas son desglosadas y descritas en el capítulo VI y son propuestas tomando en cuenta el cumplimiento a la normatividad aplicable.</p> <p>Algunas de las medidas propuestas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación del método de demolición controlada a través del sistema de corte con hilo diamantado. • Programa de protección de la calidad de agua del Río “De La Sabana” y hábitat estuarino. • Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente • Desarrollar un Plan Integral de Manejo de Residuos sólidos comunes, de manejo especial y residuos peligrosos, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. • Instalación de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 15 trabajadores, garantizando el manejo adecuado de los residuos. • Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés ecológica y de

Lineamiento	Vinculación
	<p>organismos que permitan garantizar su sobrevivencia durante su movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prohibir la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. • Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica
<p>4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.</p>	<p>La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad del Gobierno del Estado de Guerrero.</p>
<p>5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.</p>	<p>Con el objetivo de preservar la flora y la fauna se proponen medidas de prevención y mitigación en el tales como el rescate de ejemplares de flora y fauna, reforestación y ahuyentamiento de fauna.</p> <p>El total de las medidas propuestas se describen en el capítulo VI del presente documento.</p>
<p>10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.</p>	<p>El proyecto plantea la sustitución de la estructura de un puente en una zona que se ha visto impactada a lo largo del tiempo debido a las actividades turísticas y de urbanización, se prevé que estos impactos no sean significativos y que se vean reducidos y compensados mediante la ejecución de las medidas de mitigación y la aplicación del plan de vigilancia ambiental.</p> <p>Además, en el tenor de reducir las tendencias de degradación se plantea que la sustitución se realice sobre la misma ruta y derecho de vía existentes. El puente nuevo mejorará en capacidad hidráulica para drenar los gastos máximos de desfogue y aumentará el galibo, en términos hidráulicos y ecológicos es positivo.</p>

III.2.2 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO PARA EL TERRITORIO QUE OCUPA EL ESTADO DE GUERRERO (POET)

A la fecha el estado de Guerrero NO cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico para el Territorio (POET) publicado, ni decretado, por lo que no existen políticas ecológicas y/o lineamientos aplicables que puedan ser vinculados con el proyecto.

III.2.3 PROYECTO DEL PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ACAPULCO DE JUÁREZ, GUERRERO 2020

H. Ayuntamiento Constitucional de Acapulco. Proyecto del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acapulco de Juárez 2020 (documento a nivel de proyecto).

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Acapulco de Juárez, Guerrero 2020 (PMDUA) es fruto de una imperante e inaplazable necesidad de actualizar el Plan anterior (Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco 2001), cuyos casi 20 años de obsolescencia han puesto de manifiesto la acumulación de problemas en los asentamientos humanos del Municipio.

Las Áreas de Actuación son el eje estructurador del Modelo de Planeación del Desarrollo Urbano de este instrumento de alcance municipal; que no sólo reconoce la compleja dinámica de la cabecera municipal, sino que, además, sus planteamientos y orientaciones de futuro consideran las relaciones funcionales y de dependencia existentes entre los distintos tipos de asentamientos que conforman el territorio de todo el Municipio y sus localidades urbanas y rurales.

El Nuevo Plan es realista y práctico, puesto que le asigna mayor importancia a la solución de las problemáticas actuales en materia de asentamientos humanos urbanos y rurales, sobre las nuevas áreas de crecimiento urbano. Como gran estrategia, establece las bases para densificar y compactar el Área Urbana Actual, que se vinculan con las políticas de abasto de agua para reconstruir la infraestructura obsoleta, mediante el reparto equitativo de cargas y beneficios del desarrollo urbano.

Además de considerar la complejidad y peligrosidad de los fenómenos hidrometeorológicos que han ocasionado importantes pérdidas por inundaciones y podrían ocasionar a futuro deslizamientos de laderas producto de los asentamientos en las zonas de montaña.

10.1. Modelo de Ordenamiento Territorial

El Modelo de Ordenamiento Territorial (MOT) responde a la estrategia para lograr la Visión en el territorio de Acapulco. Para ello, se establecen Áreas de Actuación, que son zonas con características y problemáticas homogéneas en donde se llevan a cabo intervenciones de política pública que se asocian al alcance de la misma Visión de Acapulco.

El MOT se integra por los siguientes componentes, mismos que se definen a continuación:

- Sectorización
- Límites de Consolidación
- Áreas de Actuación
- Condicionantes
- Zonificación Primaria

- Zonificación Secundaria
- Estrategias Sectoriales

Sectorización estratégica 2020

Sector	Subsector	Tipo	Relieve preponderante
Pie de La Cuesta		Urbano	Montaña y planicie costera
Anfiteatro	Península Las Playas	Urbano	Lomeríos
	Turístico Tradicional	Urbano	Planicie costera
	Turística Dorada	Urbano	Multirelieve
	Las Brisas	Urbano	Montaña
	Anfiteatro Montaña	Urbano	Montaña
Río de La Sabana	Llano Largo	Urbano	Planicie aluvial
	El Coloso	Urbano	Montaña
	Ciudad Renacimiento	Urbano	Multirelieve
	Zapata	Urbano	Multirelieve
	San Agustín	Urbano	Lomeríos y montaña
Diamante	Bld. de Las Naciones	Urbano	Planicie aluvial
	Aeropuerto	Urbano	Planicie aluvial
	Barra Vieja	Urbano	Planicie aluvial
Tres Palos - Papagayo		Rural	Multirelieve
Cerro El Veladero	Norte	Reserva Ecológica	Montaña
	Central	Reserva Ecológica	Montaña

Fuente: PMDUA 2020

Sector Diamante

Se integra desde la colonia El Glomar en la colindancia con el sector del Anfiteatro, pasando por la Bahía de Puerto Marqués hasta la Barra Vieja en la colindancia con el municipio de San Marcos en la desembocadura del Río Papagayo. Colinda al norte con el río de La Sabana y con la laguna de Tres Palos. Se conforma por los siguientes tres subsectores: Blvd. de Las Naciones, Aeropuerto y Barra Vieja.



10.4. Áreas de Actuación

Para la conformación del MOT se constituyen las Áreas de Actuación que son unidades mínimas territoriales con características homogéneas preponderantes, en donde se aplican tanto políticas como estrategias urbanas, de política territorial y sectorial, aunado con programas, proyectos y acciones estratégicas, orientados a un desarrollo que transite a la equidad, sustentabilidad y competitividad de los asentamientos humanos del municipio de Acapulco, Gro.

Áreas de actuación

Áreas Urbanas	Centralidades urbanas	Económicas
		Educativas
		Mixtas
	Áreas económicas de baja intensidad de uso del suelo	Industriales
		Turismo
		Comercio y Servicios
	Habitacionales	Conjuntos habitacionales
		Vivienda deshabitada
		Áreas de baja densidad de población
		Asentamientos Urbanos informales
Áreas Rurales	Impulso a centralidades urbanas	
	Áreas de integración metropolitana	
	Crecimiento urbano	Suelo Urbanizable
		Condicionado
	Corredores	Sistema Integral de Transporte
		Vehículos automotores
	Cauces urbanos	
	Vivienda rural	
	Agropecuaria - Restauración ambiental	
	Áreas de valor ambiental y paisajístico	

Las AA no representan una normatividad de uso del suelo, sino una política de intervención de política pública en el territorio. La normatividad urbana y el resto de las estrategias deben permitir que se instrumenten las políticas urbanas y territoriales de las Áreas de actuación. En todos los casos, las estrategias deben ser socializadas con la ciudadanía para su instrumentación en la operación del PMDIJR.

10.5. Áreas de Actuación en las Áreas Urbanas

A continuación, se describen cada uno de los tipos de Áreas de Actuación en las Áreas Urbanas, a través de las problemáticas preponderantes, la información fuente y metodología que las origina, y las políticas y estrategias principales que aplican en los territorios que las conforman.

- 10.5.1. Centralidades urbanas
- 10.5.2 Áreas económicas de baja intensidad de uso del suelo
- 10.5.3 Áreas habitacionales
- 10.5.4 Impulso a centralidades urbanas
- 10.5.5 Áreas de Integración Metropolitana.
- 10.5.6 Crecimiento urbano condicionado.
- 10.5.7 Corredores
- 10.5.8 Cauces urbanos

El proyecto se relaciona cercanamente con: 10.5.7. y 10.5.8

Corredores

Son las Áreas de Actuación que se conforman a partir de los ejes de las principales vías de comunicación en los asentamientos humanos, junto con las centralidades urbanas, conforman la estructura urbana. En ellos también tienden a concentrarse las actividades económicas y educativas y son la columna vertebral de la movilidad. Los corredores se conforman no solamente en la vialidad que los origina, sino en franjas de hasta 800 metros hacia ambos lados de su eje, ya que generan accesibilidad al peatón de forma directa.

En estas Áreas se deben privilegiar aquellas inversiones públicas y privadas que se vinculen con las políticas de movilidad sustentable, espacio público y de densificación.

Se constituyen dos tipos de corredores urbanos: los de la Red del Sistema Integral de Transporte y la Red de Corredores Urbanos de Vehículos Automotores.

Cauces urbanos

Son las Áreas de Actuación que se conforman por los cauces urbanos. Estos requieren diferentes estrategias para salvaguardar el drenaje pluvial y evitar riesgos hidrometeorológicos.

En función de la situación que guardan cada uno de ellos, las estrategias se orientan principalmente a lo siguiente:

- Evitar la ocupación de los cauces urbanos que todavía se encuentran libres de construcciones
- Recuperar los cauces que se consideren necesarios y desarrollar un sistema de parques lineales en los mismos
- Relocalizar las viviendas y edificaciones que se encuentran en las márgenes de los cauces

Vinculación

Como se menciona en los párrafos citados anteriormente la zonificación o delimitación de las áreas de actuación para el PMDUA no tiene implícita una regulación o criterio para el uso de suelo, es decir, que no emite actividades prohibidas o permitidas, sino que funcionan como una política de intervención de política pública en el territorio, por lo anterior se considera que el proyecto del puente “Barra Vieja” es congruente con las áreas de actuación formuladas en el Plan, ya que privilegia la inversión pública para la mejora de infraestructura de un corredor urbano prioritario para la dinámica del municipio.

Por otra parte, el proyecto busca mitigar los riesgos por colapso y por inundación que representa la estructura actual, además de proveer una estructura con la capacidad hidráulica adecuada ante cualquier evento ordinario y extraordinario. En conclusión y de acuerdo con lo establecido en PMDUA, se considera que el proyecto coadyuvará en el cumplimiento de este instrumento.

III.2.3. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Teniendo como conocimiento, que las Áreas Naturales Protegidas están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley, específicamente con las disposiciones del Título Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente (LGEEPA) sobre Biodiversidad y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas (ANP's), específicamente en lo que se establece en el artículo 44, en el que se dispone la zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce soberanía y jurisdicción, en los que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas, quedaran sujetas al régimen previsto en la Ley y los demás ordenamientos aplicables.

El Artículo 45° de la LGEEPA, señala que el establecimiento de las ANP's tiene por objeto preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos ecológicos; de acuerdo con el artículo 46 de la misma Ley que son competencia federal las áreas naturales protegidas comprendidas como:

- Reservas de la Biosfera
- Parques nacionales;
- Monumentos naturales
- Áreas de protección de recursos naturales
- Áreas de protección de flora y fauna;
- Santuarios
- Parques y reservas estatales; y
- Zona de preservación ecológica de los centros de población.

La clasificación y categorías de las Áreas Naturales Protegidas del Estado de Guerrero, de los Espacios Naturales Protegidos son:

Categorías de Áreas Naturales Protegidas:

- Reservas de la Biosfera
 - Sierra de Huautla
 - Parques Nacionales
 - El Veladero
 - Grutas de Cacahuamilpa
- Santuarios
 - Playa de Tierra Colorada
 - Playa de Piedra Tlacoyunque
 - Parques y reservas estatales

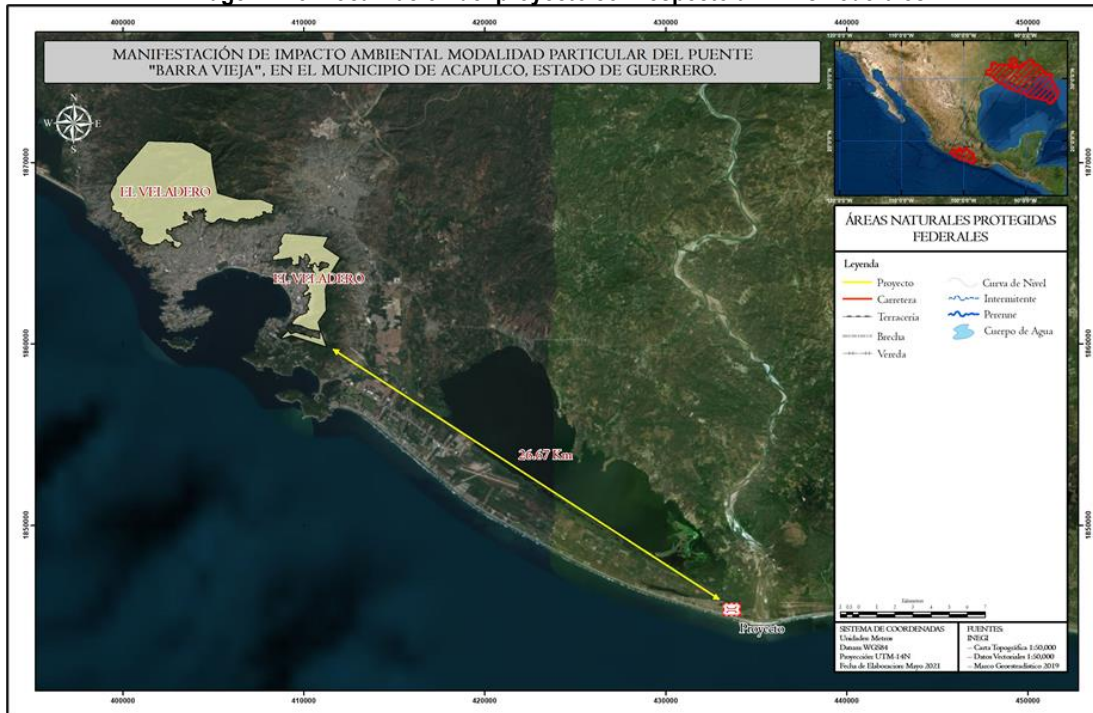
Áreas Naturales Protegidas Federales

Las Áreas Naturales Protegidas (ANPS) son superficies del territorio dedicadas a conservar los ecosistemas más relevantes y representativos en una región, proteger la flora y fauna, asegurar la continuidad de los procesos

ecológicos y mantener diversos servicios ambientales de los cuales depende el ser humano, tales como alimento, abasto de agua, captura de carbono, entre muchos otros beneficios.

Actualmente en el Estado de Guerrero existen 11 áreas decretadas, tanto federales como estatales, las cuales abarcan una superficie de 9,388.73 has, siendo esta menor al 1% de la superficie estatal. Esto sin considerar las áreas que se han certificado de manera voluntaria por las comunidades, particularmente en la Región de la Montaña.

Imagen III. 5. Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales



Fuente: Biota 2021

Vinculación

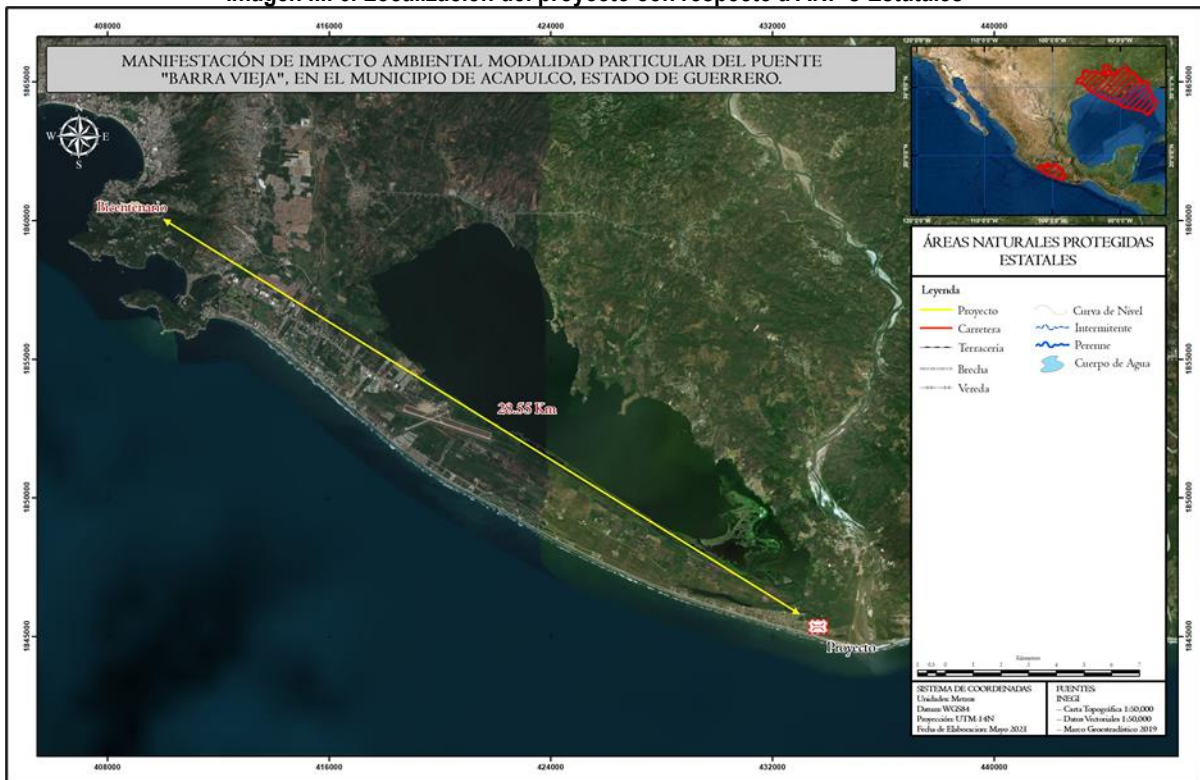
De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área del proyecto **no** se ubica en alguna Área Natural Protegida de carácter federal, la más cercana al sitio del proyecto es el área denominada "El Veladero" localizada al suroeste del sitio del proyecto a una distancia aproximada de 26.67 km en línea recta.

Áreas Naturales Protegidas estatales

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio estatal representativas de sus diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado por la actividad del ser humano o aquellas que, a pesar de haber sido afectadas, requieran ser sometidas a programas de preservación o de restauración por su relevancia particular para el Estado.

En las Áreas Naturales Protegidas de jurisdicción estatal, no podrá autorizarse la creación de nuevos centros de población, así como también queda prohibida la introducción de especies exóticas invasoras.

Imagen III. 6. Localización del proyecto con respecto a ANP's Estatales



Fuente: Biota 2021

Vinculación

Con respecto a ANP de carácter estatal, el proyecto **no** se ubica dentro de alguna superficie decretada como tal, la más cercana al sitio de proyecto es la ANP denominada "Bicentenario" localizada a una distancia aproximada de 28.55 km en línea recta.

III.2.4 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.

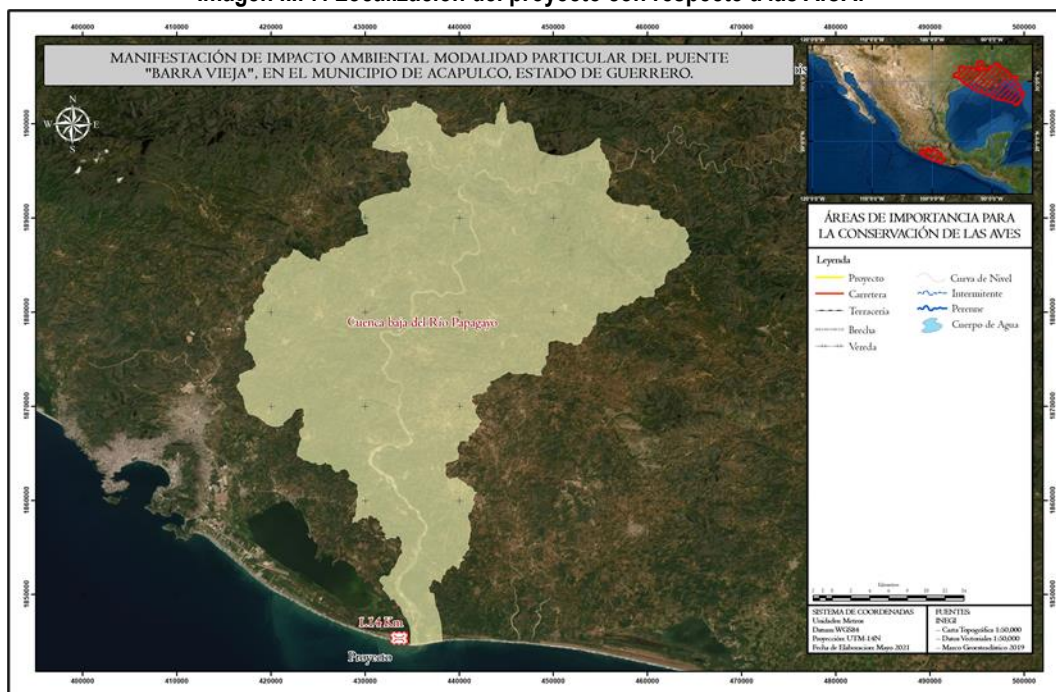
Con el fin de optimar los recursos financieros, institucionales y humanos en materia de conocimiento de la biodiversidad en México, la CONABIO ha impulsado un programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad, considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante sendos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquéllas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las AICA surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregarse en un solo sitio.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las AICA.

Imagen III. 7. Localización del proyecto con respecto a las AICA.



Fuente: Biota 2021

Vinculación

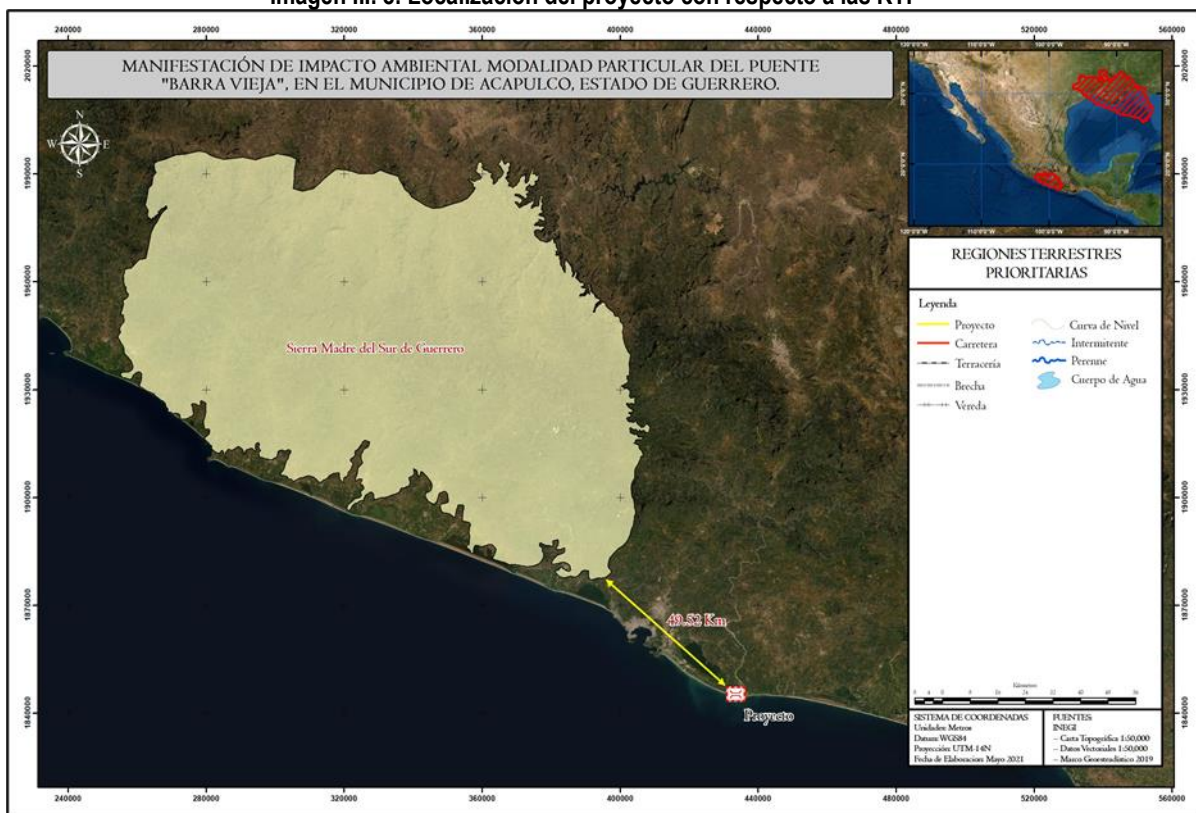
El proyecto **no** se localiza en alguna Área de Importancia para la Conservación de Aves (AICA), la más cercana al sitio del proyecto es la denominada “Cuenca Baja del Río Papagayo” y se encuentra a 1.14 Km de distancia en línea recta.

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

El Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), The Nature Conservancy (TNC) y el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) así como con la participación del Instituto Nacional de Ecología como autoridad normativa del gobierno federal.

Imagen III. 8. Localización del proyecto con respecto a las RTP



Fuente: Biota 2021

Vinculación

Con base en el análisis espacial realizado se determinó que el proyecto **no** presenta incidencias o interacción alguna con zonificaciones clasificadas como Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), la poligonal de este tipo más cercana con el área del proyecto es la denominada "Sierra Madre del Sur de Guerrero" y se encuentra a una distancia aproximadamente 49.52 km en línea con el proyecto.

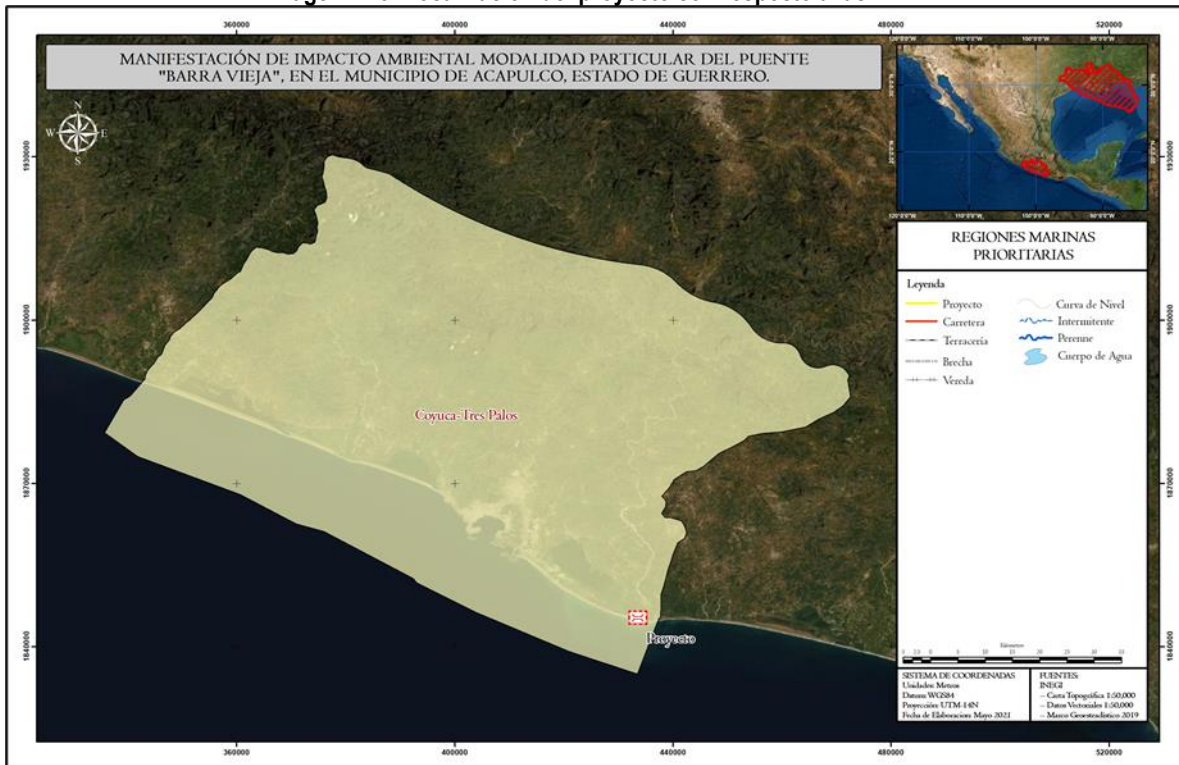
Regiones Marinas Prioritarias

La vastedad de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este Programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RMP.

Imagen III. 9. Localización del proyecto con respecto a las RMP



Fuente: Biota 2021

De acuerdo con el análisis espacial realizado se obtuvo que el proyecto de sustitución del puente existente "Barra Vieja", se ubica en la RMP número 32 denominada "Coyuca-Tres Palos". La RMP 32, tiene las siguientes características:

RMP 32 Coyuca-Tres Palos

Estado(s): Guerrero

Extensión: 829 km²

Polígono: Latitud. 16°35'24" a 17°28'12" Longitud. 99°25'12" a 100°33'

Descripción: costa, marisma, humedales, dunas, playas, lagunas.

Oceanografía: predomina la corriente Costanera de Costa Rica y Norecuatorial. Oleaje alto. Aporte de agua dulce por ríos. Ocurren marea roja y "El Niño". Hay procesos de turbulencia.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglar. Endemismo de peces (*Lile gracilis*). Zona importante para la alimentación de aves.

Aspectos económicos: pesca tipo cooperativas y artesanal, con explotación de robalo, lisa, mojarra, huachinango. Turismo de baja densidad (se encuentra cerca de Acapulco).

Problemática: Modificación del entorno: descargas de agua dulce, agroquímicos y fertilizantes, desechos ganaderos. Daño al ambiente por el transporte turístico.

Uso de recursos: especies de aves en riesgo.

Especies introducidas: de tilapia y palma cocotera.

Regulación: desconocimiento de la normatividad vigente para el aprovechamiento de los recursos (Tres Palos). Pesca ilegal.

Conservación: debe tomarse en cuenta la importancia que representa la zona para varios grupos zoológicos, especialmente aves y por su diversidad de hábitats. El impacto turístico es potencial. Falta conocimiento de la región.

Vinculación

La estructura existente no tiene la capacidad hidráulica para drenar los gastos máximos de desfogue, simplemente porque el puente "Barra Vieja", funciona como una obra auxiliar de drenaje de la Laguna de Tres Palos. Aunado a la acción continua de la variación del nivel de Pleamar y Bajamar (2 veces al día), sumado con la estrechez del puente, origina que se presenten incrementos de la velocidad entrada y salida del flujo de la corriente, consecuentemente, se origina una severa socavación en los apoyos y en los accesos del puente. La zona es de una importancia hidrológica, considerando que está inmersa una de las lagunas más grandes del país, pero es importante mencionar que la estructura ayudará a mejorar las condiciones actuales de drenaje, ya que se ampliará la sección hidráulica de la estructura y se aumentará el galibo, por tal motivo la obra ayudará a una mejor dinámica hidrológica en la zona. El proyecto no implicará descargas de aguas dulces, agroquímicos, fertilizantes ni desechos ganaderos. Respecto a la modificación del entorno, el puente "Barra Vieja", se construyó aproximadamente en el año 1954 para la carretera Acapulco – Pinotepa Nacional, forma parte del paisaje actual, por lo que su sustitución no implica la modificación del entorno ya existente.

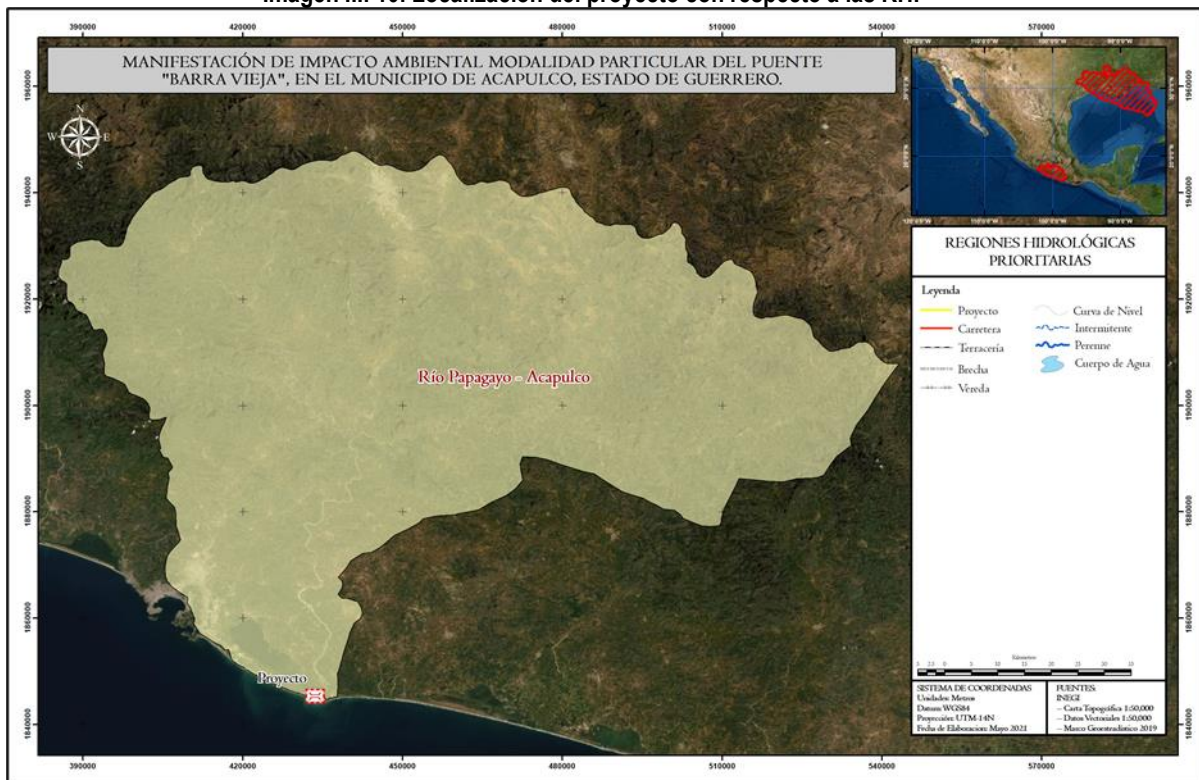
Regiones Hidrológicas Prioritarias

Las aguas epicontinentales incluyen una rica variedad de ecosistemas, muchos de los cuales están física y biológicamente conectados o articulados por el flujo del agua y el movimiento de las especies. Estas conexiones son fundamentales para el mantenimiento de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas, no sólo a niveles local y regional, sino nacional y global.

El hecho de que haya muchas especies en franca declinación o enfrentando la extinción en los pocos países en donde se cuenta con conocimiento de campo razonable, justifica la preocupación real por el estado de la biodiversidad de las aguas epicontinentales. Es así como surge la necesidad de revisar el estatus de la información sobre la diversidad y el valor biológico de las cuencas hidrológicas, además de evaluar las amenazas directas e indirectas sobre los recursos y el potencial para su conservación y manejo adecuado. Para esto, con la participación de especialistas y personal académico con la finalidad de desarrollar un marco de referencia para contribuir a la conservación y manejo sostenido de los ambientes acuáticos epicontinentales.

En la siguiente imagen se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la delimitación establecida por la CONABIO para las RHP.

Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las RHP



Fuente: Biota 2021

De acuerdo con el análisis espacial realizado se obtuvo que el área del proyecto se localiza sobre la superficie de la RHP número 29 denominada "Río Papagayo - Acapulco". A continuación, se presenta la descripción de esta RTP.

29. RÍO PAPAGAYO – ACAPULCO

Estado(s): Guerrero Extensión: 8,501.81 km²

Polígono: Latitud 17°36'36" - 16°41'24" N Longitud 100°04'48" - 98°35'54" W

Recursos hídricos principales

- Lénticos: Lagunas Negra, La Sabana y Tres Palos
- Lóticos: ríos Papagayo, La Sabana y Omiltán

Limnología básica: ND

Geología/Edafología: lomeríos y planicies aluviales en la boca de los ríos; rocas metamórficas. Suelos someros poco desarrollados, con predominio de Regosol, Cambisol y Feozem.

Características varias: climas cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual de 16-28oC. Precipitación total anual de 1000-2000 mm y evaporación del 80-90%.

Principales poblados: Acapulco, Tierra Colorada

Actividad económica principal: turismo, agricultura (copra), ganadería y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, bosques de pino-encino, de encino-pino, de encino, mesófilo de montaña y pastizal inducido. Moluscos característicos: *Anachis vexillum* (litoral rocoso), *Balcis falcata*, *Calyptrea spirata* (zona rocosa expuesta), *Calliostoma aequisculptum* (zona litoral rocosa), *Chiton articulatus* (zonas expuestas), *Crassinella skoglundae*, *Cyathodonta lucasana*, *Entodesma lucasanum* (zona litoral), *Fissurella (Cremides) decemcostata* (zonas rocosas), *Fissurella (Cremides) gemmata* (zona rocosa), *Lucina (Callucina) lampra*, *Lucina lingualis*, *Nassarina (Zanassarina) atella*, *Opalia mexicana*, *Pilsbryspira amathea* (zona rocosa de marea), *P. garciacubasi* (fondos rocosos de litoral), *Pseudochama inermis* (zona litoral), *Semele* (Amphidesma) *verrucosa pacifica*, *Serpulorbis oryzata*, *Tegula globulus* (litoral), *Tripsychna (Eualetes) centiquadra* (litoral rocoso). Endemismo de anfibios *Rana omiltemana*, *R. sierramadrensis* y *R. zweifeli*; de aves *Amazilia viridifrons*, *Aulacorhynchus wagleri*, *Cyanolyca mirabilis*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Dendrocolaptes certhia shefferi*, *Dendrortyx macroura*, *Eupherusa poliocerca*, *Lepidocolaptes leucogaster*, *Nyctiphrynus mcleodii*, *Piculus auricularis*, *Pipilo ocai guerrerensis*, *Piranga erythrocephala*, *Rhodinocichla rosea*, *Ridgwayia pinicola*, *Streptoprocne semicollaris*, *Vireo nelsoni*. Especies amenazadas: de aves *Accipiter gentilis*, *Amazona oratrix*, *Eupherusa poliocerca*, *Vireo atricapillus*, *V. nelsoni*.

Aspectos económicos: turismo, ganadería, agricultura y pesca. Pesca de crustáceos *Macrobrachium acanthochirus*, *M. americanum*, *M. occidentale* y *M. tenellum*.

Problemática:

- *Modificación del entorno:* alta modificación en la parte baja de la cuenca por desforestación, desecación, sobreexplotación de pozos, contaminación; transformación de muchas zonas en pastizales. Hábitat muy deteriorado por influencia de la zona turística.
- *Contaminación:* por sedimentos en suspensión, materia orgánica, basura y descargas de la zona hotelera. Laguna Tres Palos: hipertrófica; Laguna La Sabana: **O₂D** =cero, sobrecarga de materia orgánica y basura.
- *Uso de recursos:* no hay control sobre la pesca ni tratamiento adecuado de las aguas residuales. Uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.

Conservación: la cuenca alta está relativamente bien conservada; Chilpancingo se encuentra en la cuenca alta, sin embargo, un crecimiento urbano grande puede generar serios problemas hacia la cuenca baja. Se necesitan restaurar las corrientes superficiales, las lagunas costeras y su biodiversidad. Comprende el Parque Ecológico Estatal Omiltemi.

Grupos e instituciones: Universidad Autónoma de Guerrero (Acapulco y Chilpancingo); Instituto Mexicano de Tecnología del Agua; Fac. Ciencias, UNAM; Instituto Tecnológico de Chilpancingo; Universidad Autónoma del Estado de México.

Vinculación

Con respecto a la ubicación del proyecto en las áreas de importancia para la conservación emitidas por la CONABIO, este se localiza en la RMP 32 “Coyuca-Tres Palos”, y la RHP 29. “Río Papagayo – Acapulco”, por lo que una vez conocidas sus características generales a través de la presentación de las fichas informativas publicadas por CONABIO se realiza la vinculación pertinente con dichas zonificaciones.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se establece que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Regiones Marinas Prioritarias, es una herramienta de apoyo a las actividades de conservación, sin embargo, dichas zonificaciones carecen del desarrollo y aplicación de instrumentos regulatorios como planes de manejo, políticas de conservación, criterios y lineamientos específicos para cada regionalización propuesta; no obstante, fungen como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno. Se hace énfasis en la importancia que tienen estas áreas como coadyuvantes y marco de referencia para la conservación de los ecosistemas.

Como se mencionó la RMP 32 y la RHP 29, señalan las problemáticas ambientales que presentan cada una de las zonificaciones, para orientar la ejecución y la disminución de los efectos negativos. Por lo anterior y tomando en cuenta las problemáticas señaladas para estas zonificaciones; se proponen medidas de prevención, mitigación y compensación durante todas las etapas del proyecto, con el objeto de evitar o en su caso minimizar los impactos ambientales que se puedan generar en la sustitución del puente.

El proyecto contempla la sustitución de un puente que libra el canal de la Boca Barra Vieja o denominado Río “De la Sabana” y se considera una medida para la reducción de riesgos e impactos, al ser una zona adaptada y previamente impactada por la existencia del puente actual se reducen los impactos adversos y la capacidad de acogida será mayor, por otra parte, el proyecto se considera prioritario ya que el puente presenta daños estructurales que representan un riesgo para la seguridad vial.

Respecto a la problemática de la RHP 29, la ejecución del proyecto no implica la modificación del entorno, porque el puente ya existe en paisaje actual, no implica deforestación, desecación o sobreexplotación de pozos ni contaminación agrícola (pastizales). De igual forma, la sustitución del puente no implica un aumento para la actividad turística, ya que el objetivo del proyecto es adecuar la capacidad hidráulica del puente y mejorar la seguridad vial del tránsito que ya circula por la zona.

Respecto a la contaminación del cuerpo de agua (Laguna Tres Palos), la causa principal es la zona hotelera y sus descargas (sedimentos en suspensión, materia orgánica y basura). No obstante, la SCT prevé todas las medidas específicas que reducirán la contaminación y/o afectación durante el proceso constructivo; entre otras:

- Proceso de demolición especial: el proceso de demolición del puente será mediante una demolición controlada a través del sistema de corte con hilo diamantado, lo cual representa la gran ventaja ambiental de reducir considerablemente residuos, polvos, gases y ruido.
- En cuanto a las ventajas de la demolición controlada con respecto a la eliminación de residuos considerados reutilizables y reciclables, se ha documentado que no se requieren segregación de concreto y acero, se puede comercializar con los residuos, fácil transporte de residuos no es tóxico y no requieren disposición final en rellenos de seguridad¹.

Adicionalmente, y para garantizar la viabilidad ambiental y social del proyecto es vital que durante la ejecución de las obras se implementen diversas medidas de prevención y mitigación que coadyuvarán para contribuir a asegurar la conservación del área y a la reducción de las problemáticas que enfrentan cada una de las zonificaciones como son las RHP y RMP.

Entre las medidas principales se encuentran:

- Programa de protección de la calidad de agua del Río “De la Sabana” y hábitat estuarino.
- Ejecutar previo al inicio de obras un programa de rescate y reubicación de flora.
- Reforestación con vegetación en márgenes del cuerpo de agua y al interior del manglar.
- Remover la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaria o sustancias químicas.
- Reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación que se encuentra dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, de interés comercial o ecológico para los pobladores o dueños de los predios.
- Queda prohibida la quema de restos y estratos vegetales.
- Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.
- Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.
- Trabajar únicamente en zonas delimitadas.
- Evitar la caída de materiales al cuerpo de agua, mediante un distanciamiento o una barrera de protección en el área de trabajo.
- La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna y flora.
- Programa integral permanente de capacitación y concientización ambiental; entre otras.

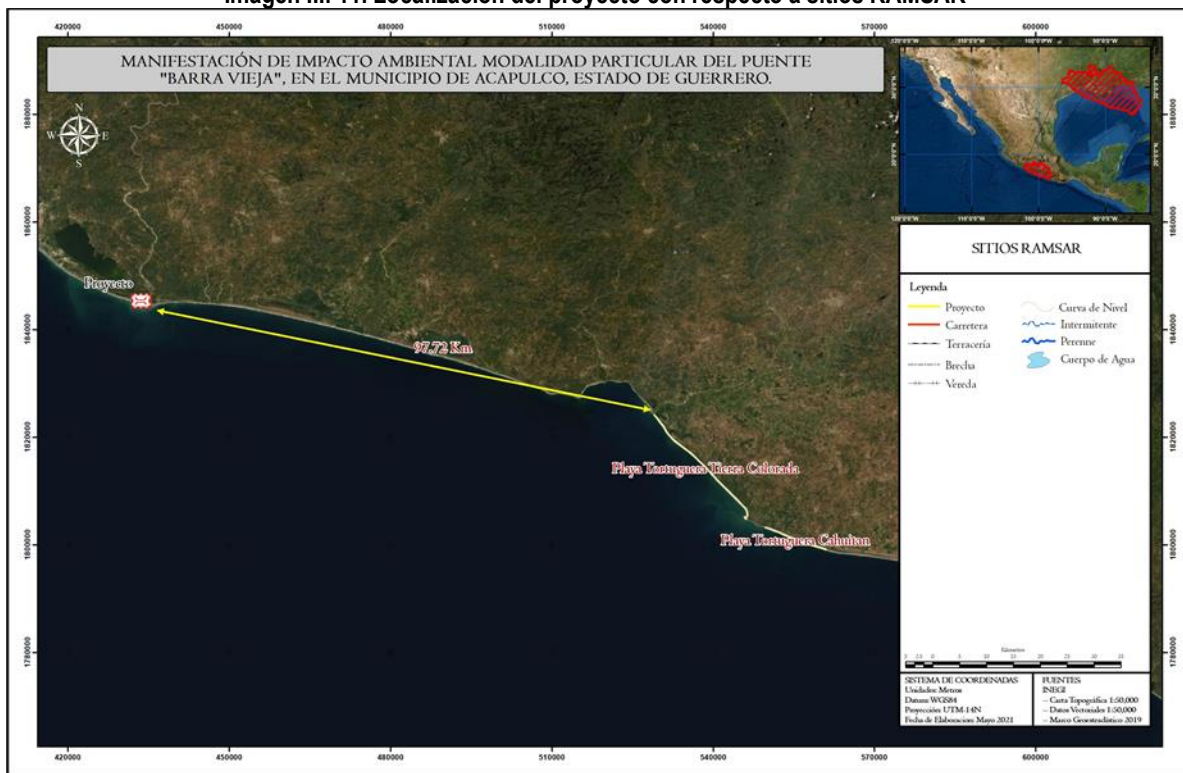
¹https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625972/GRANADOS_FA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sitios RAMSAR

Por su parte los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.

En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.200 sitios Ramsar que abarcan más de 2,1 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 169 Partes Contratantes de Ramsar en todo el mundo.

Imagen III. 11. Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR



Fuente: Bioti 2021

Vinculación

El proyecto **no** se ubica en algún sitio RAMSAR, el más cercano al proyecto es el denominado "Playa Tortuguera Tierra Colorada" y se ubica a 97.72 km de distancia en línea recta.

III.3 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO

III.3.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Los siguientes artículos se vinculan con el proyecto:

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

El Reglamento de la presente Ley determinará las obras o actividades a que se refiere este artículo, que por su ubicación, dimensiones, características o alcances no produzcan impactos ambientales significativos, no causen o puedan causar desequilibrios ecológicos, ni rebasen los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas referidas a la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, y que por lo tanto no deban sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental previsto en este ordenamiento.

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.

Vinculación

El proyecto denominado: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de una vía general de comunicación, asimismo por encontrarse en los supuestos de las fracciones I y X.

Con respecto al artículo 30, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, la cual contempla la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el citado artículo de la LGEEPA.

Artículo 64. En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo.

Vinculación

El proyecto no se ubica en alguna zona decretada como Área Natural Protegida (ANP), ni pretende realizar actividades de exploración, explotación o aprovechamiento de recursos, aun así, es importante resaltar que las actividades relacionadas con el proyecto siempre se realizarán con apego a los lineamientos y criterios de la normativa aplicable vigente.

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

- I.- La preservación y conservación de la biodiversidad y del hábitat natural de las especies de flora y fauna que se encuentran en el territorio nacional y en las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción
- III.- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;

Vinculación

El promovente contempla presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de programas ambientales. De igual manera el promovente se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto.

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Vinculación

Las emisiones a la atmósfera que generará el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria en operación; y estarán sujetas a monitoreos periódicos para dar cumplimiento con los niveles mínimos y máximos permitidos que establezcan las normas aplicables.

III.3.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA.

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 aguas 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

El proyecto de sustitución del puente existente “Barra Vieja” pertenece a una vía general de comunicación, que requiere realizar obras civiles en un cuerpo de agua y su zona federal; el presente proyecto requiere la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental, por lo cual se somete a dicho procedimiento de evaluación mediante la presentación de una MIA R.

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

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto...

Vinculación

Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

- I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;
- II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
- IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

Artículo 13.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

- I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;
- II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;
- III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;
- IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;
- V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;
- VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y
- VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Vinculación

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional debido a que el proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, porque el escurrimiento del Río de la Sabana es regulado por la Laguna de Tres Palos, por el efecto del flujo y reflujos de las mareas cercano a la costa del pacífico, que pudiera ocasionar impactos ambientales acumulativos, si no se mitigan de manera adecuada.

III.3.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

La presente Ley es de orden público y de interés social, su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestales y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo. Se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.

Vinculación

El proyecto contempla acciones prioritarias para aplicar medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales generados por la construcción del proyecto, las cuales tienen la finalidad de reducir al mínimo la afectación sobre el entorno, la vida silvestre y su hábitat. La promovente contempla previamente presentar ante la autoridad ambiental aplicable (DGIRA), las acciones de protección y conservación de flora y fauna, a través de los programas ambientales, además de dar cumplimiento a las condicionantes que establezca en el caso de que se autorice el proyecto.

Artículo 29. Los municipios y entidades federativas y la federación adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiera ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio.

Vinculación

El proyecto contempla acciones de protección y en su caso el rescate y reubicación de fauna silvestre, presente en la zona del proyecto al momento de la preparación del sitio y construcción, las cuales se harán respetando lo establecido por este precepto y demás legislación aplicable, evitando la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor sobre los organismos.

En caso de que durante las actividades de preparación y construcción se identifique la presencia de cualquier tipo de fauna, se utilizarán medidas de ahuyentamiento para prevenir cualquier impacto negativo hacia este recurso. Dentro de los reglamentos internos para las cuadrillas de trabajo quedará estrictamente prohibido cualquier afectación o maltrato a la fauna que se pueda encontrar en la zona del proyecto.

Artículo 30. El aprovechamiento de la fauna silvestre se llevará a cabo de manera que se eviten o disminuyan los daños a la fauna silvestre, mencionados en el artículo anterior. Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta Ley y las normas que de ella deriven.

Artículo 31. Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan a tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.

Vinculación

No se pretende el aprovechamiento de fauna silvestre, no obstante, en caso de requerir la manipulación de fauna y particularmente su reubicación, que pudiera considerarse como medida de mitigación, se evitará cualquier acto de crueldad, de la misma manera se solicitará al personal especialista en fauna que labore en la preparación, construcción y mantenimiento del proyecto tomar esta medida, cumpliendo así con lo establecido por los artículos 30 y 31 de la LGVS.

Artículo 60 TER. Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.

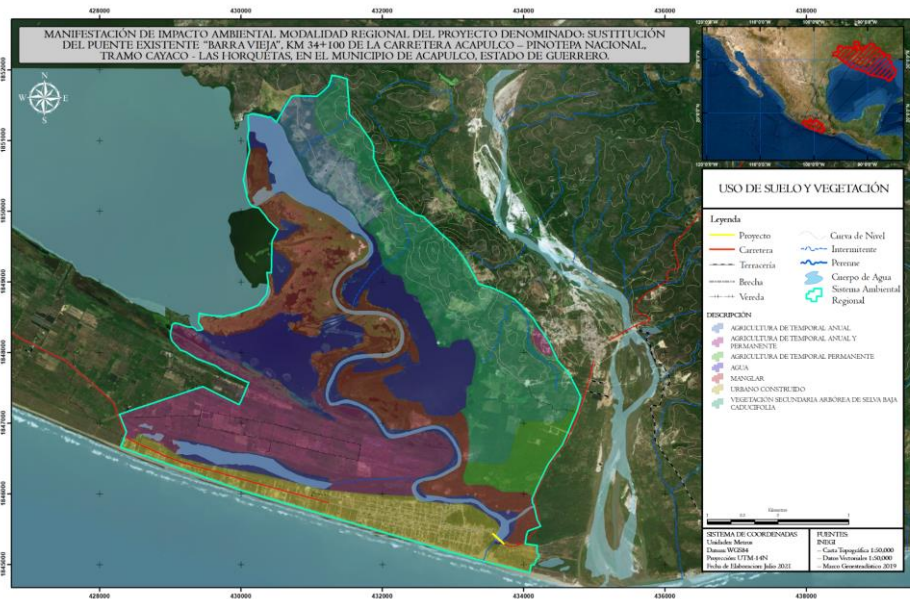
Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.

Vinculación

El presente proyecto de sustitución del puente existente "Barra Vieja", **no** pretende la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia.

En la zona de cruce, la vegetación se puede clasificar como Selva baja Caducifolia, con vegetación secundaria originada por el desmonte de la zona la topografía es sensiblemente plana.

Imagen III. 12 Distribución del manglar.



El proyecto se ubica en cuerpo de agua y urbano construido.

El puente cruza en forma normal el canal natural con el que se comunica al mar la laguna de Tres Palos y desemboca en la localidad de Barra Vieja, que conecta dicho sistema con el mar, por lo anterior se considera que el proyecto forma parte de un sistema ecológico complejo en el que confluyen zonas y especies de alta importancia para la conservación, así como actividades productivas y turísticas que sostienen a las comunidades asentadas cercanas a los humedales que lo conforman, desde su construcción (1954) el puente funge como estructura fundamental para el funcionamiento económico y social de la zona costera de Barra Vieja en el municipio de Acapulco.

Considerando que el puente "Barra Vieja" funciona como una obra auxiliar de drenaje de la Laguna Tres Palos y que derivado de la inspección realizada al puente existente se elaboró un levantamiento geométrico y un levantamiento de daños; de los cuales los más importantes son:

- 1.- Acero expuesto en lecho inferior de traveses, con bastante oxidación.
- 2.- Existe una gran pérdida de material en el terraplén por la socavación que forma una especie de caverna en la parte trasera del caballete número 1.
- 3.- Junta de dilatación completamente dañada.
- 4.- Los apoyos están en mal estado presenta aplastamiento.
- 5.- Asentamiento de los terraplenes de entrada y de salida.
- 6.- Fisuras en muro de respaldo, cabezal y pantallas laterales del caballete número 4 por asentamientos.
- 7.- Lavaderos destruidos.
- 8.- Nivelación de la superficie de rodamiento.
- 9.- Otros daños menores.

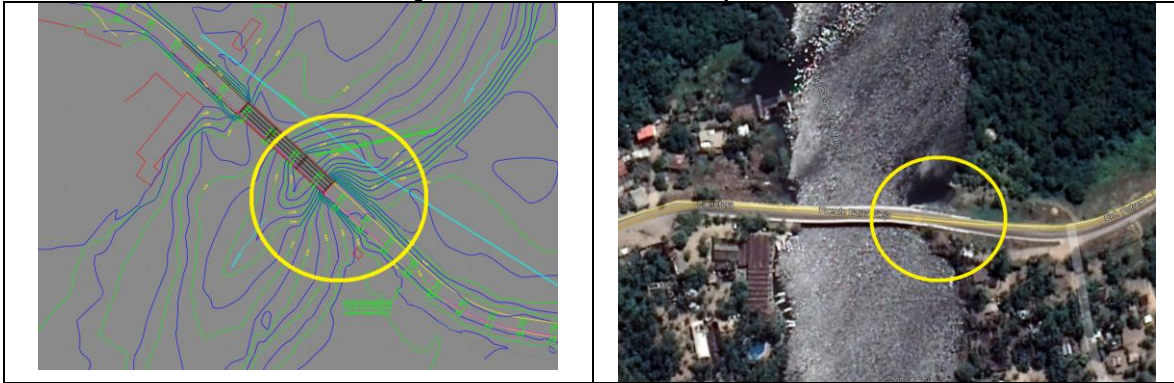
De acuerdo con los daños detectados y cálculos realizados se concluyó que, es necesario ampliar el puente en la margen izquierda. Además, se determinó que se tendrán problemas de estabilidad de los terraplenes de acceso por la falta de longitud del puente y sus asentamientos serán de orden despreciable. Del estudio de socavación se concluye que la socavación más fuerte es de 7.25 m, muy cerca a la pila número 3, actualmente solo está empotrada la pila 2.42 m. Existe el riesgo de que en una avenida máxima el agua se lleve a la pila 3 y por consiguiente el puente podría colapsar. Lo que implicaría también un daño al ecosistema por obras de emergencia.



Pedraplén existente.

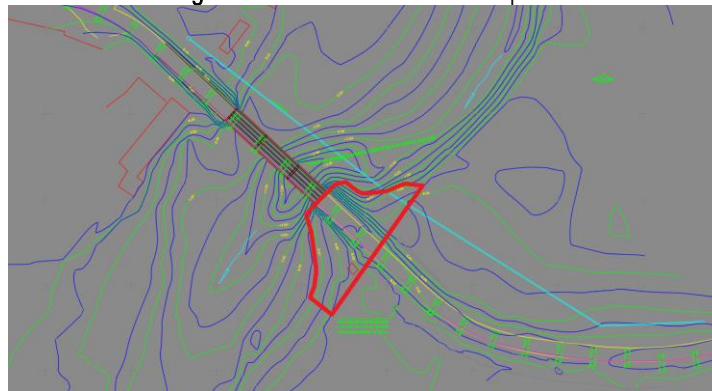
Una vez que el pedraplén antes señalado sea retirado, provocará que la boca regrese a su cauce original, aumentando el caudal hidrológico de la zona, permitiendo un mejor flujo en la zona del puente, en la siguiente imagen se muestra el mapa toponográfico y la imagen satelital con las condiciones actuales del flujo en el Puente de Barra Vieja.

Imagen III. 13 Condiciones del flujo actual



Con la construcción del pedraplén existente se originó una modificación en el área libre del cauce, es por tal motivo que la estructura proyectada amplía el área hidráulica y permitirá que el área libre aumente y las condiciones ambientales sean recuperadas, en la siguiente imagen se muestra de color rojo el área hidráulica recuperada con la inclusión de la nueva estructura:

Imagen III. 14 Área hidráulica recuperada



Es por lo antes señalado, que el proyecto se considera viable para el área de influencia de este, ya que permitirá que las condiciones ambientales de la zona y el flujo hidráulico tengan mejores condiciones ecológicas e hidráulicas, lo cual en una segunda instancia favorecerá a la vegetación colindante con el cuerpo de agua.

En cuanto a la protección del ecosistema, para este proyecto y previo al inicio de obras se delimitará la zona con cinta donde inician los primeros individuos de manglar que, se deberán aplicar todas las medidas de protección al alcance. Se mantendrá una supervisión permanente de todas las obras y actividades del proyecto durante las etapas de preparación y construcción para garantizar el cumplimiento a la legislación sobre ecosistemas sensibles. Asimismo, se consideran las siguientes acciones:

1. El aumento en la capacidad hidráulica del puente permitirá un mejor flujo de agua hacia las márgenes de la Laguna Tres Palos, lo cual contribuye a mejorar la integralidad del flujo hidrológico del manglar, su ecosistema y su área de influencia.
2. Las acciones de reforestación con mangle (especies nativas dominantes) se podrían considerar como una restauración puntual, ya que están destinadas a áreas cuyo origen era el mangle y actualmente están desprovistas de esa vegetación en la zona.
3. Incremento en el costo total de la inversión regular para la sustitución del puente mediante la demolición controlada a través del sistema de corte con hilo diamantado para minimizar efectos ambientales adversos en la zona (residuos).

Si bien el objetivo del proyecto es la sustitución un elemento de las vías de comunicación y no tiene por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar, las acciones en conjunto permitirán contribuir con dicho objeto y dar cumplimiento a este supuesto.

III.3.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE

Artículo 1. La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos así como distribuir competencias que en materia forestal correspondan a La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios.

Artículo 2. Sus objetivos generales de esta Ley:

I.- Contribuir al desarrollo, social, económico, ecológico y ambiental del país mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos;

III.- Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales;

V.- Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

Artículo 58. Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones:

I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales. . .

Vinculación

Los accesos del puente “Barra Vieja” se localizan sobre una zona urbana, por otra parte, la estructura del puente se localiza sobre un cuerpo de agua sustituyendo al existente, por lo que **no** se requerirá la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

III.3.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.

Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá...

Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo.

Vinculación

El proyecto no afectará vegetación forestal y no se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

III.3.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUS REGLAMENTOS.

La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.

Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Artículo 18. Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

Vinculación

Se desarrollará e implementará un plan integral para el manejo, almacenamiento y disposición de residuos. Los residuos sólidos urbanos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo. La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final de estos. De ser necesario se realizará un convenio con las autoridades municipales para dar el adecuado manejo y disposición de estos.

Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

Vinculación

Se llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, así como restos del proceso de pavimentación, el manejo de estos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM aplicables. La recolección se llevará a cabo por una empresa autorizada por SEMARNAT y se guardará evidencia documental del manejo dado a este tipo de residuos.

Artículo 31. Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

- I. Aceites lubricantes usados;
- II. Disolventes orgánicos usados
- III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
- IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;

Vinculación

Se llevará a cabo el Plan Integral de Manejo de Residuos, dichos procedimientos estarán apegados a un Plan de manejo para los Residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan serán generados durante el desarrollo del proyecto.

Artículo 40. Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

Artículo 41. Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 45. Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

Vinculación

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos 40, 41 y 45.

III.3.7 LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o del subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

Artículo 7. Se declara de utilidad pública:

I.- La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.

Artículo 85. Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de ley.

Vinculación

No se pretende realizar aprovechamiento de recursos hídricos de la zona. Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118; se deberán realizar los trámites correspondientes ante la delegación de la CNA correspondiente. Por otro lado, el proyecto considera la aplicación de diferentes prácticas de preservación del ecosistema, como lo son: proteger la calidad de agua y reducir la acumulación de sedimentos en los escurrimientos de agua, minimizar los impactos al terreno y al cuerpo de agua que busca librar el puente.

Algunas de las medidas preventivas son:

- Demolición controlada con tecnología hilo diamantado
- Para evitar la alteración de la calidad del agua, se utilizarán mallas de sedimento.
- Mantenimiento oportuno de equipos, maquinaria y vehículos según normas.
- Evitar que los residuos en la construcción de estas obras caigan en cuerpos de agua superficiales usando lonas y mallas.

Es importante mencionar que la totalidad de las medidas propuestas se presentan en el capítulo VI del presente documento, en este sentido es importante resaltar que con la ejecución de las medidas propuestas se pretende garantizar la protección de los cuerpos hídricos y así el dar cumplimiento cabal a este precepto.

Así mismo la LAN define lo siguiente:

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 los ríos, estas fajas se delimitarán a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los cauces con anchura no mayor de cinco metros, el nivel de aguas máximas ordinarias se calculará a partir de la media de los gastos máximos anuales producidos durante diez años consecutivos. Estas fajas se delimitarán en los ríos a partir de cien metros río arriba, contados desde la desembocadura de éstos en el mar. En los orígenes de cualquier corriente, se considera como cauce propiamente definido, el escurrimiento que se concentre hacia una depresión topográfica y forme una cárcava o canal, como resultado de la acción del agua fluyendo sobre el terreno. La magnitud de la cárcava o cauce incipiente deberá ser de cuando menos de 2.0 metros de ancho por 0.75 metros de profundidad.

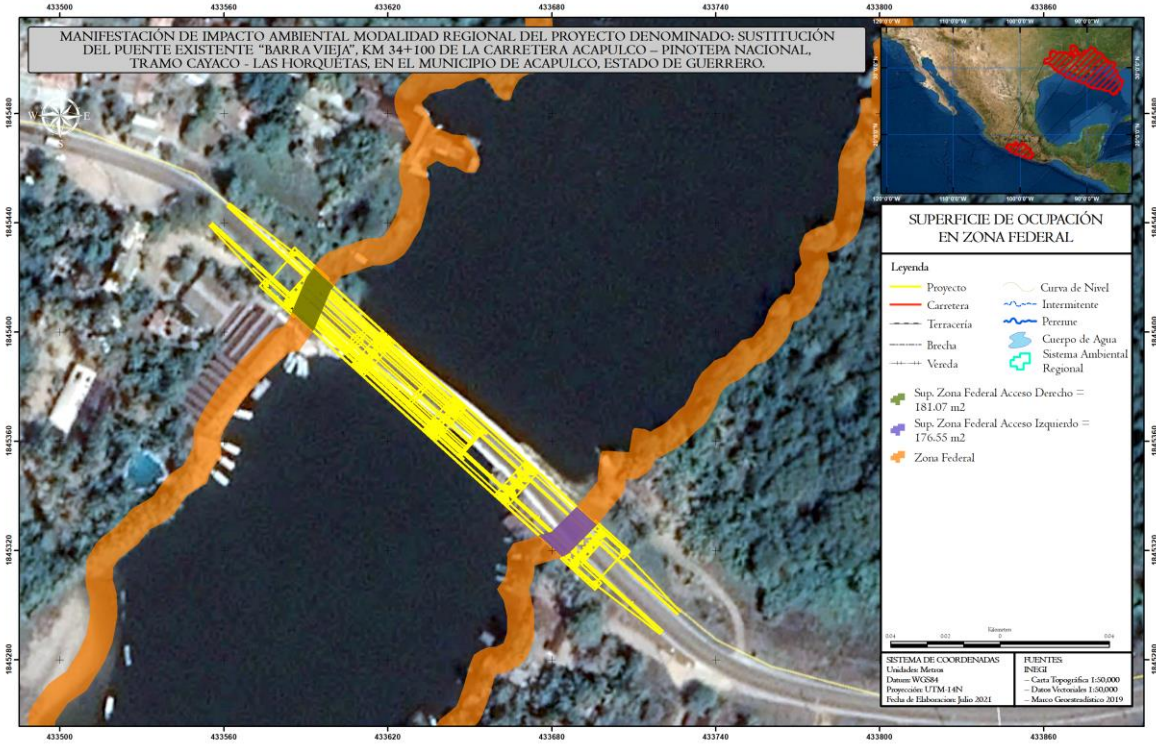
Vinculación

Conforme a la definición y dado que la estructura del puente será sustituida, se establece que el proyecto ocupará superficies adicionales de la Zona Federal ocupada en la actualidad, considerando que el ancho de corona de la estructura existente es de 11.0 metros y el puente a construir considera una corona de 15 metros, la ocupación estimada adicional por margen es de 40 m², es decir 80m² aprox., adicionales de ocupación de zona federal.

La superficie de ocupación total del proyecto estimada en la zona federal es de 357.62 m².

Zona Federal (fajas de diez metros de anchura contiguas al cauce)	Superficie estimada m ²
Superficie de ocupación ZF margen derecha (hacia Acapulco)	181.07
Superficie de ocupación ZF margen izquierda (hacia Pinotepa Nacional)	176.55
Superficie total del proyecto en zona federal	357.62

Imagen III. 15 Superficie en zona federal.



Fuente: Biota 2021.

III.3.9 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación, así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan y sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.

Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

Vinculación

El presente proyecto corresponde a la sustitución de la estructura de un puente perteneciente a una vía general de comunicación y se relaciona de manera directa con la presente Ley, por lo que estará regulado por esta durante todas sus etapas.

Artículo 5. Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de autotransporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Corresponden a la Secretaría, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal las siguientes atribuciones:

- II.- Construir y conservar directamente caminos y puentes;
- III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;
- V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;

Vinculación

En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de estos. Dado que el proyecto se refiere a la sustitución de un puente y la promovente es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

III.3.10 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.

Esta ley específica que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas quedan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. Ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Artículo 10. El Gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.

Artículo 41. No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.

Vinculación

El presente proyecto promueve la sustitución de un puente, que permitirá tener una vía más segura y eficiente para los usuarios a nivel regional. El presente proyecto será ejecutado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través del Centro SCT Guerrero, la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.

III.3.12 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

El sistema jurídico mexicano está conformado por la Constitución Política, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de Normas Oficiales Mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas mexicanas mediante las cuales determinan métodos.

Vinculación

Tabla III. 6 Vinculación con las NOM

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p>	<p>Para el caso del proyecto de la sustitución del puente NO se verterá ningún tipo de agua residual que derivada de la operación del proyecto pueda generar la concentración de contaminantes básicos, metales pesados y cianuros en aguas y bienes nacionales.</p> <p>Por lo anterior no se podrá exceder el valor indicado como límite máximo permisible en los parámetros establecidos para ríos específicamente en el apartado de protección a la vida acuática que establece la NORMA.</p>	<p>Se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 12 trabajadores.</p> <p>Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo, tratamiento y disposición adecuada de las aguas residuales. generadas por el uso de sanitarios portátiles.</p>
<p>NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</p>	<p>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan gasolina dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM.</p> <p>Para el cumplimiento de los límites establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, los Gobiernos, Federal, estatales, municipales y del Distrito Federal operarán y, en su caso, autorizarán la operación de los Centros de Verificación o bien de las Unidades de Verificación Vehicular.</p>	<p>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que:</p> <p>La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.</p> <p>Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.</p> <p>La empresa constructora y/o propietario, de los vehículos automotores, para el cumplimiento de los límites máximos permisibles, materia de la presente Norma Oficial Mexicana, deberá presentar a evaluación de sus emisiones</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
		<p>contaminantes en los Centros de Verificación y en su caso en las Unidades de Verificación Vehicular acreditadas y aprobadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda y que para tal efecto emita cada autoridad ambiental.</p> <p>Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma.</p>
<p>NORMA Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.</p>	<p>Debido a la circulación de vehículos automotores que usan Diesel dentro de los frentes de trabajo durante las diversas etapas del proyecto, se deberá contemplar el cumplimiento de los numerales aplicables de esta NOM.</p>	<p>La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, el Gobierno de la Ciudad de México y los gobiernos de los estados, establecerán en el ámbito de su competencia, los Programas de Verificación Vehicular Obligatorios en donde se definirán las características de operación de estos.</p> <p>Se considera que un vehículo cumple con la presente Norma Oficial Mexicana, cuando sus valores de emisión no rebasan ninguno de los límites permisibles establecidos en las TABLAS 1 y 2 según corresponda, por lo que:</p> <p>La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos.</p> <p>Cada vehículo deberá contar con los registros de los mantenimientos correctivos y preventivos realizados.</p> <p>Los propietarios o conductores de los automotores, materia de la presente Norma Oficial Mexicana deberán presentar éstos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación Vehicular autorizados y Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas de acuerdo con el</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
		<p>calendario y con los documentos que establezca el Programa de Verificación Vehicular que le corresponda. Se mantendrá registro documental de los resultados de la verificación para comprobar el cumplimiento de esta norma</p>
<p>NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p>	<p>Existirá generación de ruido proveniente de los vehículos automotores, que se utilizarán durante las diversas etapas del proyecto</p>	<p>Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se exceda los límites máximos permisibles que establece la norma respectiva.</p>
<p>NOM-086-SEMARNAT-1994. Especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.</p>	<p>Debido a que durante la etapa de preparación y construcción se usarán vehículos automotores que usan combustóleo, gasóleo industrial, diésel sin, desulfurado e industrial, gas natural, gas licuado de petróleo, gasolinas con y sin plomo, se deberán acatar los numerales aplicables esta NOM.</p>	<p>Se deberá inspeccionar con el proveedor el volumen, distribución y contenido de compuestos aromáticos, naftaleno, azufre, entre otros. En su defecto adquirir los combustibles en sitios autorizados (Estaciones de servicio).</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que se generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipo (latas vacías, con algún contenido de pinturas, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran como residuos peligrosos conforme la norma.</p>	<p>El contratista deberá contar con un Plan Integral de Manejo de Residuos sólidos comunes, de manejo especial y residuos peligrosos, asegurando su separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes deberá de exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición final realizada, así como la copia del contrato celebrado, cuando la autoridad ambiental así lo solicite.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<p>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.</p>	<p>La maquinaria pesada (excavadoras, aplanadoras, etc.) que se va a utilizar durante las etapas de preparación y operación, podría presentar pequeños derrames de combustible, en especial cuando se encuentran estacionada, así que será probable que se produzca contaminación del suelo.</p>	<p>La empresa constructora deberá contar con un programa de mantenimiento de equipos, maquinaria y vehículos.</p> <p>Se deberá de contar con la impermeabilización de los sitios de estacionamientos y responsabilizarse de los derrames de hidrocarburos y residuos peligrosos generados durante la obra.</p> <p>Se deberá desarrollar un procedimiento (plan) de actuación en caso de derrames.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<p>NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.</p>	<p>Para el caso del proyecto: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, no se identificaron especies dentro de la NOM-059-2010, en el área directa de afectación, catalogadas en algún estatus, de igual modo, se consideran actividades de monitoreo, control y reubicación de especies de fauna.</p>	<p>Para el caso de las especies de flora que serán afectadas en el proyecto, en los recorridos de campo no se identificaron especies en algún estatus de protección, por lo que las medidas son la reubicación y reforestación de especies nativas. Para el caso de fauna se contará con un programa constante de rescate y reubicación de especies, el cual consiste en el ahuyentamiento al iniciar las jornadas de trabajo y especialistas buscarán fauna de lento desplazamiento para capturar y reubicar dichas especies en sitios que compartan las mismas características ambientales de donde fueron capturados, se realizarán bitácoras en donde se registren las especies capturadas y el sitio de liberación, tomando evidencia fotográfica y las coordenadas de dichos sitios.</p>

<p>NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.</p>	<p>La sustitución del puente utilizará la ruta del puente existente (no se trazará una vía de comunicación nueva). Los residuos de materiales y su depósito prevén un manejo adecuado y se utilizará el procedimiento de demolición controlada con hilo diamantado.</p> <p>El diseño del puente se realizará con pilotes que permitirán y mejorarán el libre flujo hidráulico en la zona y garantizan el libre paso de fauna acuática. La estructura proyectada mejorará la capacidad hidráulica (con un claro adicional de 30.30 m) y con ello el flujo hacia el humedal. El puente existente solo cuenta con un espacio libre vertical de 0.80 metros, mismo que es insuficiente para permitir el paso de cuerpos flotantes y la velocidad máxima bajo la obra, se estima sea de 2.66 m/s. El proyecto proyectado tendrá un espacio libre vertical de 3.50 metros (galibo).</p> <p>Ninguna obra o actividad del proyecto bloqueará el flujo natural del agua hacia el humedal costero.</p> <p>El material de residuos será dispuesto fuera las áreas dentro del manglar y alejado de los flujos hidrológicos, en sitios aprobados por autoridad competente.</p>	<p>El proyecto geométrico y el proceso constructivo del proyecto no requieren canalizar, interrumpir ni desviar el agua. No se pondrá en riesgo la dinámica ni la integridad ecológica del humedal.</p> <p>El programa de medidas en su conjunto evitará afectaciones al humedal y el programa de vigilancia ambiental lo supervisará.</p> <p>Se colocarán mallas para la protección del cuerpo de agua No se depositará a cielo abierto material de desecho evitando el azolve de las corrientes superficiales. Se prohibirá que cualquier descarga sea directamente a la corriente natural.</p> <p>Se delimitará, protegerá y supervisará que no se afecte ningún individuo de manglar.</p> <p>Se monitoreará la calidad del agua (sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, metales pesados, grasas y aceites), y otros.</p> <p>Vigilancia y seguimiento del <i>Reglamento de servicio de limpia, transporte y disposición final de residuos sólidos para el municipio de Acapulco de Juárez.</i></p>
---	---	---

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.....	6
IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.....	6
IV.1.1. Delimitación Preliminar.....	6
IV.1.2. Delimitación definitiva.....	9
IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	14
IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SAR.....	14
IV.2.1.1 Medio Abiótico.....	14
IV.2.1.1.1 Clima y Fenómenos Meteorológicos.....	14
IV.2.1.1.2. Geología y Geomorfología.....	28
IV.2.1.1.3 Suelo.....	48
IV.2.1.1.4 Hidrología.....	58
IV.2.1.1.5 Aire.....	85
IV.2.1.2 Medio Biótico.....	88
IV.2.1.2.1 Flora.....	88
IV.2.1.2.2. Fauna.....	136
Metodología para la caracterización de la fauna.....	137
Resultados.....	160
IV.2.1.2.3 Composición de Poblaciones y Comunidades.....	185
IV.2.1.2.4 Biodiversidad.....	186
IV.2.1.2.5 Ecosistemas.....	187
IV.2.1.2.6 Ecosistemas Ambientales Sensibles.....	188
IV.2.1.3 Medio Socioeconómico.....	189
IV.2.1.4 Paisaje.....	192
IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	205

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla IV. 1. Características del Municipio de Acapulco.....	8
Tabla IV. 2 Coordenadas del Sistema Ambiental Regional.....	10
Tabla IV. 3. Tipos de Climas del Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.....	15
Tabla IV. 4. Tipos de Climas presentes en el SAR.....	15
Tabla IV. 5. Normales Climatológicas de la estación El Porvenir.....	21
Tabla IV. 6. Fisiografía del Sistema Ambiental Regional.....	30
Tabla IV. 7. Geología del Municipio de Acapulco de Juárez.....	38
Tabla IV. 8. Geología del Sistema Ambiental Regional.....	38
Tabla IV. 9. Fallas y/o fracturas del área de estudio.....	43
Tabla IV. 10. Edafología presente en el Municipio de Acapulco de Juárez.....	48
Tabla IV. 11. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.....	50
Tabla IV. 12. Asociaciones de suelo en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.....	51
Tabla IV. 13. Índices morfométricos del cauce.....	65
Tabla IV. 14. Índices morfométricos del cauce.....	82
Tabla IV. 15. Listado de los sitios de muestreo.....	88

Tabla IV. 16. Coordenadas de los sitios de muestreo.....	89
Tabla IV. 17. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR.....	94
Tabla IV. 18. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.....	99
Tabla IV. 19. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1.....	100
Tabla IV. 20. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2.....	100
Tabla IV. 21. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3.....	100
Tabla IV. 22. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4.....	100
Tabla IV. 23. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5.....	101
Tabla IV. 24. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 6.....	101
Tabla IV. 25. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 7.....	101
Tabla IV. 26. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 8.....	101
Tabla IV. 27. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 9.....	102
Tabla IV. 28. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 10.....	102
Tabla IV. 29. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 11.....	102
Tabla IV. 30. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 12.....	103
Tabla IV. 31. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 13.....	103
Tabla IV. 32. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 14.....	104
Tabla IV. 33. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.....	107
Tabla IV. 34. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.....	108
Tabla IV. 35. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.....	109
Tabla IV. 36. Estimación del Valor de Importancia de Manglar.....	114
Tabla IV. 37. Relación de índices de Manglar.....	114
Tabla IV. 38. Estructura vertical de Manglar.....	115
Tabla IV. 39. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.....	118
Tabla IV. 40. Relación de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.....	120
Tabla IV. 41. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.....	120
Tabla IV. 42. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción.....	128
Tabla IV. 43. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.....	131
Tabla IV. 44. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.....	131
Tabla IV. 45. Listado de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto.....	134
Tabla IV. 46. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SAR.....	134
Tabla IV. 47. Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna.....	153
Tabla IV. 48. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna.....	161
Tabla IV. 49. Especies registradas en la zona del proyecto y SAR del proyecto.....	163
Tabla IV. 50. Abundancia relativa y diversidad de las especies registradas.....	174
Tabla IV. 51. Abundancia relativa y diversidad para las aves.....	177
Tabla IV. 52. Índices de riqueza, diversidad y equidad para las aves.....	179
Tabla IV. 53. Índices de riqueza, diversidad y equidad para el SAR y ZP.....	179
Tabla IV. 54. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.....	193
Tabla IV. 55. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.....	200
Tabla IV. 56. Valoración del paisaje del Proyecto.....	201
Tabla IV. 57. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.....	202
Tabla IV. 58. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica.....	202
Tabla IV. 59. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.....	203
Tabla IV. 60. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.....	203
Tabla IV. 61. Ponderación del aire.....	205
Tabla IV. 62. Ponderación del suelo.....	208

Tabla IV. 63. Ponderación de la hidrología.	210
Tabla IV. 64. Ponderación de la geomorfología.	212
Tabla IV. 65. Ponderación de la vegetación.	214
Tabla IV. 66. Ponderación de la fauna.	216
Tabla IV. 67. Ponderación de la presencia antrópica.	218
Tabla IV. 68. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.	220
Tabla IV. 69. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.	220

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen IV. 1. Esquema para delimitación del SAR.	7
Imagen IV. 2 Vista Satelital de SAR.	12
Imagen IV. 3. Vías de Acceso del SAR.	13
Imagen IV. 4. Climas del Estado de Guerrero y del Proyecto.	16
Imagen IV. 5. Dirección del viento.	18
Imagen IV. 6. Distancia y ubicación de la Estación Meteorológica respecto al Proyecto.	20
Imagen IV. 7. Isotermas del Estado de Guerrero y del Proyecto.	23
Imagen IV. 8. Isoyetas del Estado de Guerrero y del Proyecto.	24
Imagen IV. 9. Isotermas del trazo del Proyecto.	25
Imagen IV. 10. Isoyetas del trazo del Proyecto.	26
Imagen IV. 11. Climas del Proyecto.	27
Imagen IV. 12. Provincias fisiográficas del Proyecto.	31
Imagen IV. 13. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.	32
Imagen IV. 14. Topoformas presentes en el Proyecto.	34
Imagen IV. 15. Topografía presente en el área del Proyecto.	35
Imagen IV. 16. Modelo Digital de Elevaciones del área del Proyecto.	36
Imagen IV. 17. Geología de Guerrero y del Sistema Ambiental.	40
Imagen IV. 18. Geología del Estado de Guerrero.	44
Imagen IV. 19. Geología del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	45
Imagen IV. 20. Atlas Nacional de Riesgos.	47
Imagen IV. 21. Edafología del Estado de Guerrero y del Proyecto.	56
Imagen IV. 22. Asociaciones de suelo en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.	57
Imagen IV. 23. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.	60
Imagen IV. 24. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.	61
Imagen IV. 25. Simulador de flujos de agua de Cuencas Hidrográficas.	62
Imagen IV. 26. Cuenca para el canal meándrico de la Laguna Tres Palos.	63
Imagen IV. 27. Modelado en tercera dimensión para la cuenca para el canal meándrico de la Laguna Tres Palos.	64
Imagen IV. 28. Modelación de lluvia para cuenca.	64
Imagen IV. 29. Estatus actual del canal meándrico de la Laguna Tres Palos.	77
Imagen IV. 30. Cuenca para el Río “De la Sabana”.	81
Imagen IV. 31. Modelado en tercera dimensión para la cuenca para el Río La Sabana.	81
Imagen IV. 32. Modelación de lluvia.	82
Imagen IV. 33. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.	89
Imagen IV. 34. Sitios de Muestreo.	93
Imagen IV. 35. Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional.	95
Imagen IV. 36. Localización del área de afectación por el proyecto.	130
Imagen IV. 37. Distancia del proyecto y manglar.	133
Imagen IV. 38 Fauna registrada y estimada en México.	138

Imagen IV. 39 Principales rutas migratorias de aves en la República Mexicana	139
Imagen IV. 40 Esquema captura a mano de anfibios	151
Imagen IV. 41 Esquema trampa de foso flotante para tortugas dulceacuícolas	152
Imagen IV. 42 Forma de manipulación de reptiles.....	152
Imagen IV. 43 Algunos instrumentos y trampas para capturar anfibios y reptiles: redes, ganchos herpetológicos, lazos y nasas.....	153
Imagen IV. 44 Observación directa para Aves.....	154
Imagen IV. 45 Ejemplificación del muestreo de Aves	155
Imagen IV. 46 Ejemplificación de colocación de trampas cámara	156
Imagen IV. 47 Unidad de muestreo para mamíferos.....	157
Imagen IV. 48 Ejemplificación de montaje de trampas huella.....	157
Imagen IV. 49 Ejemplos tipos de red utilizadas para el muestreo	159
Imagen IV. 50 Localización de sitios de muestreo de Ictiofauna	160
Imagen IV. 51 Localización de trampas cámara	161
Imagen IV. 52 Especies registradas en la zona del proyecto y su SAR	164
Imagen IV. 53 Condiciones ambientales del proyecto y el SA	168
Imagen IV. 54 Análisis comparativo de diversidad, riqueza y equidad entre el SAR y la ZP.....	180
Imagen IV. 55 Número de individuos observados por grupo faunístico	181
Imagen IV. 56. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (aire).....	207
Imagen IV. 57. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (suelo).	209
Imagen IV. 58. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (hidrología).....	211
Imagen IV. 59. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (geomorfología).	213
Imagen IV. 60. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).	215
Imagen IV. 61. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).....	217
Imagen IV. 62. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).	219
Imagen IV. 63. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.	222
Imagen IV. 64. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.....	223

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica El Porvenir.	19
Gráfica IV. 2. Perfil de Elevaciones del Cauce para la cuenca.	65
Gráfica IV. 3. Perfil de Elevaciones de Elevaciones del Río “De la Sabana”.....	83
Gráfica IV. 4. Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.....	111
Gráfica IV. 5. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.....	112
Gráfica IV. 6. Estructura Vertical de Manglar.....	115
Gráfica IV. 7. Índice de Valor de Importancia de Manglar.....	116
Gráfica IV. 8. Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.	122
Gráfica IV. 9. índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.	123
Gráfica IV. 10. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.	221

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía IV. 1. Complejidad de topoformas presentes en el Trazo del Proyecto.....	33
Fotografía IV. 2. Complejidad geológica presente en la zona del Proyecto.....	41
Fotografía IV. 3. Tipos de suelos presentes en el Trazo del Proyecto.	54
Fotografía IV. 4. Fotografías del Puente Barra Vieja.....	59
Fotografía IV. 5. Canal meándrico de la Laguna Tres Palos.	66
Fotografía IV. 6. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.	90
Fotografía IV. 7. Muestreo realizado para el proyecto.....	91

Fotografía IV. 8. Utilización del Dron en prospección de campo.	92
Fotografía IV. 9. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.	97
Fotografía IV. 10. Manglar.	98
Fotografía IV. 11. Condiciones ambientales “Florísticas” en las que se encuentra la zona del proyecto.	124
Fotografía IV. 12. Especies de flora que serán sujetos a remoción.	128
Fotografía IV. 13. Especies con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	132
Fotografía IV. 14. Fotografía aérea Urbano Construido.....	195
Fotografía IV. 15. Fotografía aérea de Corriente de agua perenne	196
Fotografía IV. 16. Fotografía aérea de Agricultura de temporal anual y permanente.....	197
Fotografía IV. 17. Fotografía aérea de Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia.....	198
Fotografía IV. 18. Fotografía aérea de Manglar	199

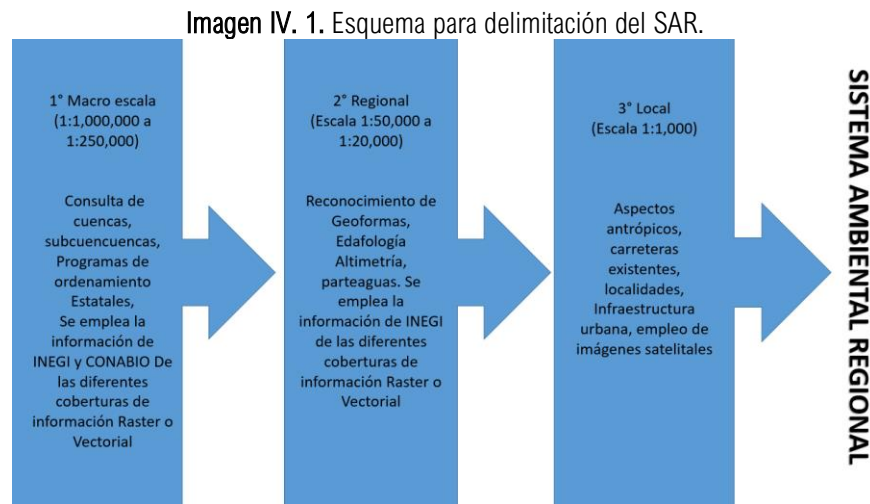
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIA DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1 DELIMITACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO.

IV.1.1. Delimitación Preliminar.

FUNDAMENTO JURÍDICO.

Este apartado se desarrolla de acuerdo con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de evaluación de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una “*Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región*”. En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, se presenta el SAR donde se ubica el proyecto, cuyo objetivo principal será la delimitación de este sistema, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, finalmente, las tendencias del desarrollo y deterioro de la región, traducido en un diagnóstico objetivo para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso. La delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Lo anterior implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a concretar la necesidad de delimitar un sistema ambiental regional, éste se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental. Es por lo tanto a través de esta noción de sistema ambiental que es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del o los ecosistemas y efectuar previsiones respecto de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. Son muy diversas las afectaciones o impactos que ocasiona una carretera, ya sea nueva o modernizada, por ello la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) es un tema muy significativo que debe hacerse utilizando de forma jerárquica criterios y componentes, por ejemplo hidrológicos, geomorfológicos, florísticos, distribución de fauna, ANP’s, UGA’s, aspectos sociales (límites políticos, poblados, carreteras, etc.), aspectos jurídicos, como ordenamientos ecológicos, estatales, municipales, planes de desarrollo municipales, entre otros, cuya intención sea identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como en su función. Los criterios técnicos, normativos y de planificación utilizados para establecer el SAR donde se encuentra inserto el proyecto que nos ocupa, en la siguiente imagen se muestra el modelo metodológico para la delimitación del SAR.



Fuente: BIOTA, 2021.

NIVELES CONSIDERADOS PARA DELIMITAR EL SAR.

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SAR.

- 1er. Nivel Macro escala: Fisiografía, Cuencas hidrológicas, Subcuencas, Regionalización y POET (UGA´s), Sitios importantes para la conservación, ANP (nivel federal, estatal o municipal, en su caso), Sitios RAMSAR, AICAS, RHP y RTP.
- 2do. Nivel: Geo sistemas (Unidades de relieve o geoformas), Tipos de suelo (cartografía INEGI), Geología (cartografía INEGI), Hidrología cartografía INEGI),
- 3er. Nivel: Aspectos sociales (poblados, comunidades, ejidos, predios o parcelas). Infraestructura: caminos, carreteras, terracerías, canales de riego etc.).

PROCEDIMIENTO DE REGIONALIZACIÓN, SOBREPOSICIÓN DE MAPAS MEDIANTE EL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG).

Para delimitar preliminarmente el SAR fue importante la realización de un procedimiento de regionalización, sobreponiendo mapas en un SIG y considerando en orden decreciente en cuanto a tamaño las cuencas, subcuencas, microcuencas, las Unidades de Gestión Ambiental (UGA´s) precisadas en un ordenamiento ecológico vigente, así mismo, las principales geoformas, distribución de los diferentes tipos de suelo, vegetación y área de distribución de especies de particular importancia, entre otros. Cada uno de los componentes tiene distinta escala de representatividad espacial, ya que la escala a la que ocurren los cambios principales en componentes como el clima, la hidrología (cuencas y subcuencas) o la geología de una región, ocurren a escalas de reconocimiento (1:1'000,000, 1:500,000 o 1:250,000); se organizaron a partir de los aspectos funcionales, siguiendo un orden jerárquico de geo sistemas. El análisis de un sistema considerando como límites físicos los parteaguas de las cuencas o subcuencas hidrológicas, incluyéndose todos sus cuerpos de agua y escorrentías, resulta en primera instancia, un buen límite para establecer el SAR ya que muchos de los procesos dentro del sistema están fuertemente relacionados con el factor agua. Este límite puede ser adecuado para un proyecto de grandes dimensiones y que impactará diversos recursos dentro de la cuenca, no obstante, puede ser que el tamaño de las cuencas o subcuencas resulten desproporcionadamente grandes con respecto al proyecto o a los demás componentes ambientales; por lo que, se corre el riesgo de sobrevaluar componentes dentro de un sistema y analizar componentes que se expresan a escalas de menor resolución como la vegetación, haciendo descripciones muy extensas de tipos de vegetación que no tendrán ninguna relación con el proyecto, pero que se encuentran dentro de la cuenca. Por otro lado, si el sistema ambiental se define a partir de límites de componentes con representatividad a nivel detallado, como puede ser la distribución de determinados tipos de vegetación, el área así

determinada no permitirá evaluar la variabilidad en componentes de mayor escala de representación como la geología o efectos en corredores de desplazamiento de fauna y rutas migratorias. Para entender el Contexto del Sistema Ambiental Regional, a continuación, se presentan las generalidades del Municipio de Acapulco, en el cual se desarrolla el proyecto:

Tabla IV. 1. Características del Municipio de Acapulco.

ATRIBUTO	
LOCALIZACIÓN	<p>Se localiza al sur de la capital del estado, a 133 km de distancia de Chilpancingo, se ubica entre los paralelos 16°41´ y 17°13´ de latitud norte, los 99°32´ y 99°58´ de longitud oeste.</p> <p>Limita al norte con los municipios de Chilpancingo y Juan R. Escudero (Tierra Colorada), al sur con el Océano Pacífico, al oriente con el municipio de San Marcos y al poniente con el municipio de Coyuca de Benítez.</p>
EXTENSIÓN	<p>Cuenta con una extensión territorial de 1,724.64 km² lo que representa el 2.95% de la superficie estatal.</p>
OROGRAFÍA	<p>El municipio en su aspecto orográfico presenta 3 formas de relieve: Accidentados que comprenden el 40%; semiplano también el 40% y plano el 20%.</p> <p>La altitud varía desde el nivel del mar en la zona costera hasta 1,699 metros, las alturas máximas están representadas principalmente por los cerros: Potrero, San Nicolás y Alto Camarón.</p>
HIDROGRAFÍA	<p>Los recursos hidrográficos lo componen los ríos Papagayo y la Sabana que cruza el municipio, asimismo los arroyos Xaltianguis, Potrerillo, la Provincia y Moyoapa; las lagunas de Tres Palos y Coyuca; existen también manantiales de aguas termales en dos arroyos, la Concepción y Aguas Calientes.</p>
CLIMA	<p>El clima en el municipio es predominantemente subhúmedo cálido, sin embargo presenta ciertas variaciones: Caliente y húmedo en las partes bajas y templadas en las tierras altas, en esta última la temperatura media anual es de 28°C y la mínima de 22°C la precipitación pluvial varía de 1,500 a 2,000mm.</p>
PRINCIPALES ECOSISTEMAS	<p>Flora La vegetación predominante es la conocida como selva caducifolia, integrada por diferentes especies de los géneros bursera emulatos, liay loma (tepehuaje), jucartia mexicana (bonete), impone (casahuate), bombax (pochote), en la serranía de la provincia se localizan áreas de bosque de pino y encino, al norte del poblado Alto del Camarón.</p> <p>Fauna En relación a la fauna existe: Conejo, iguana, tejón, zorrillo, mapache, venado, zopilote, sanate, tortolita, paloma, gavián, pelicano, perico, gaviota, garza, tortuga marina.</p>
RECURSOS NATURALES	<p>Sus principales recursos naturales son su flora y su fauna que es muy variada, así como sus recursos hidrológicos entre los que se encuentran sus ríos, arroyos y lagos, y principalmente los recursos provenientes de sus playas y de su mar abierto; asimismo los suelos del municipio son muy aptos para el desarrollo de la agricultura y la ganadería.</p>
CARACTERÍSTICAS Y USO DE SUELO	<p>Presentan en su constitución dos tipos: hemozemo negro y los estepas praire o pradera con descalcificación, los primeros caracterizados por ser aptos para la agricultura y cultivo de diversas especies vegetales y los segundos son propicios para la actividad ganadera.</p>

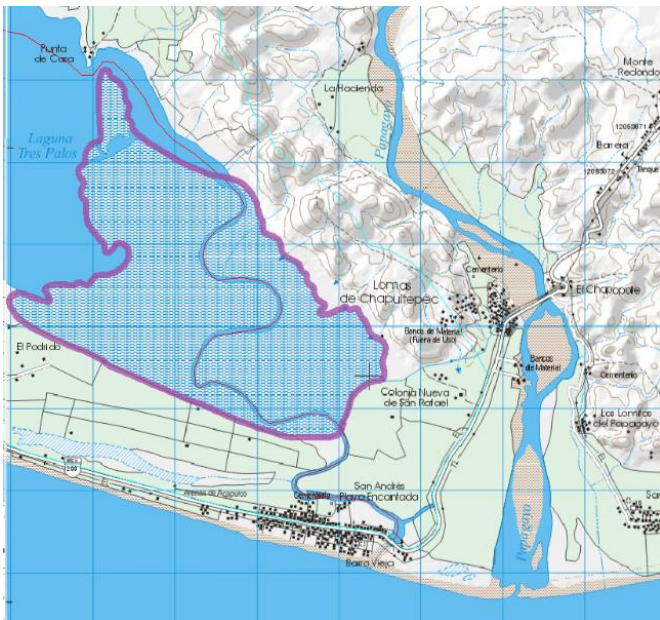
Fuente: INEGI.

IV.1.2. Delimitación definitiva.

La zona de estudio del puente existente “Barra Vieja”, presenta una gran diversidad de ecotonos, los cuales van desde la zona de playa, el área de manglares, sitios de cultivos, zona urbana y turística, así como la Laguna Tres Palos, por lo que el Sistema Ambiental Regional (SAR), será un espacio geográfico que considere todos esos atributos, de esta manera integrar una unidad ambiental que represente todas las características antes señaladas. Para la delimitación del SAR se emplearon los siguientes elementos:

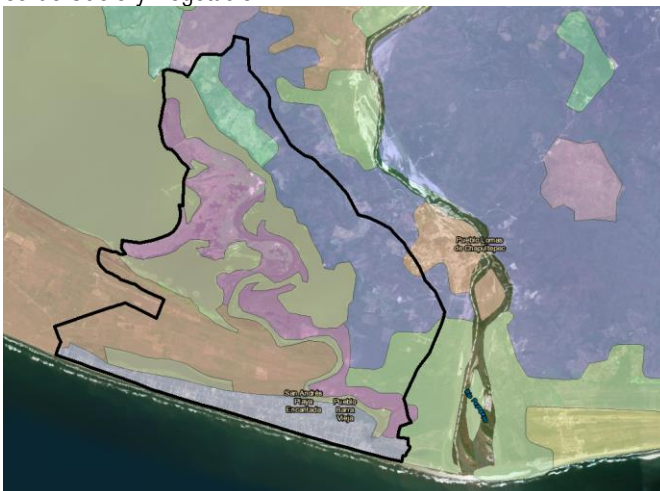
1. Hidrología
2. Uso de Suelo y Vegetación
3. Topografía

Zona Estuarina de la Cuenca



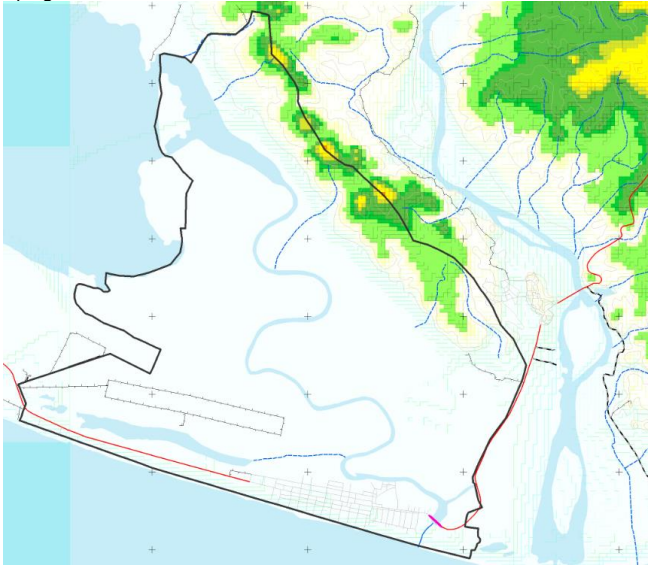
Considerando que el proyecto se localiza en la boca de salida de la Laguna Tres Palos. Este ecotono es un ecosistema costero cuya fisiografía es semicerrada con conexión al mar abierto y cuya característica es la dilución de agua marina con aporte de agua dulce proveniente de un escurrimiento continental. Para la delimitación del SAR se consideró todo el sistema estuarino, así como la cuenca del Río de La Sabana.

Uso de Suelo y Vegetación:



Para corregir y ampliar algunos vértices del SAR se utilizó la capa de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VI escala 1 250 000; principalmente la porción Oeste, se trata de una zona lacustre, la cual en ciertas temporadas es empleada para agricultura, pero en época de lluvias se vuelve una zona inundada. En la porción Sur del SAR, se encuentra la Localidad Barra Vieja; al Sur y Este, la Carretera Acapulco – Pinotepa Nacional.

Topografía



El SAR presenta una topografía plana, solo en la porción Norte se presentan ciertas estribaciones como lo muestra la imagen, lo cual da origen a un parteaguas, el cual podrá es empleado para delimitar la porción Norte.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto: **SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**, es un polígono de forma irregular el cual presenta las unidades paisajísticas y vegetales principales de la zona de estudio, tiene una superficie de 2.293 Ha, las coordenadas calculadas con el Datum WGS 84 de la zona 14N se presentan en la siguiente tabla, así mismo se presenta la imagen satelital del SAR:

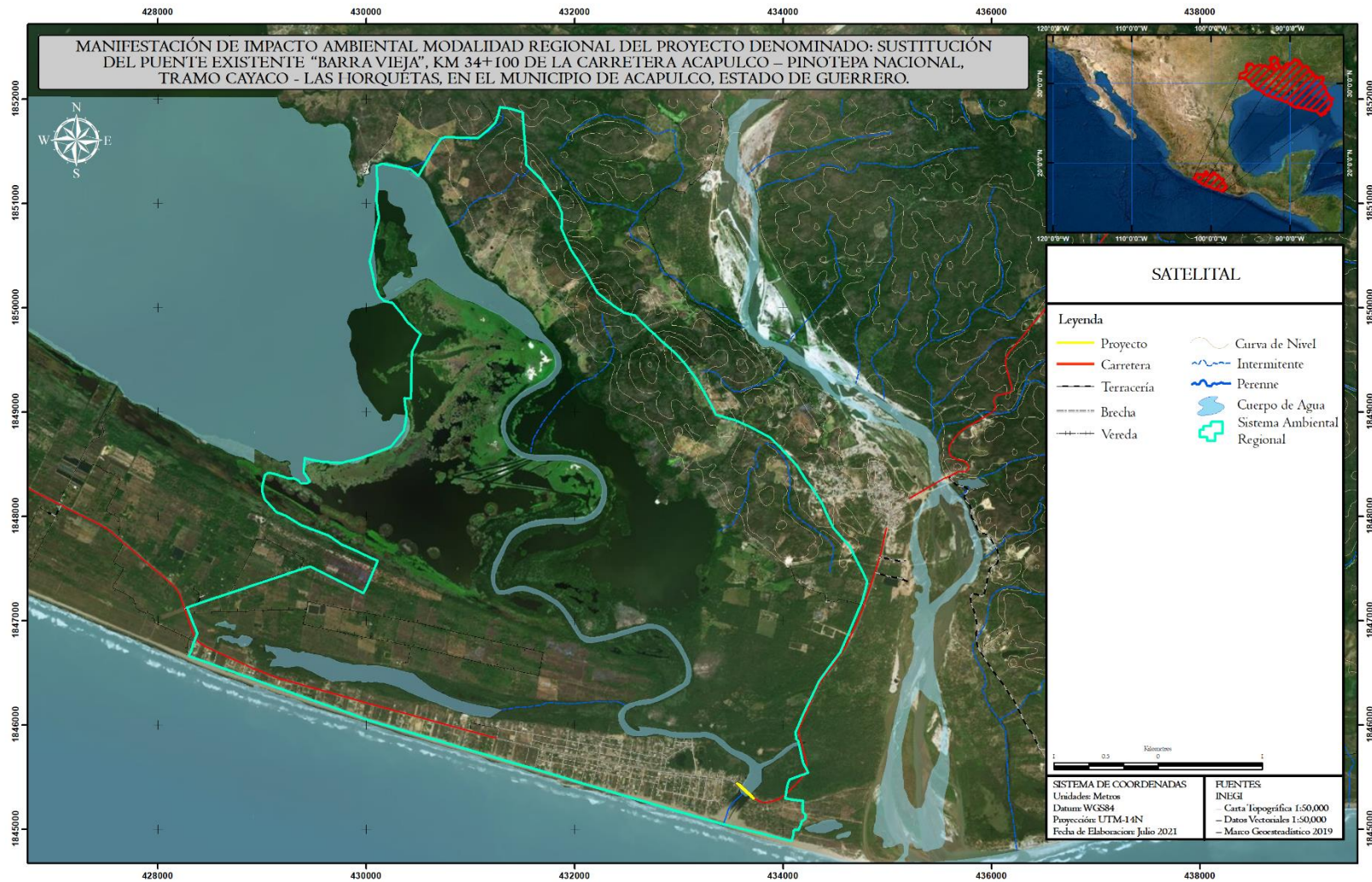
Tabla IV. 2 Coordenadas del Sistema Ambiental Regional

FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
1	431504	1851875	35	428759	1846498
2	431284	1851927	36	429259	1846319
3	431238	1851773	37	429867	1846102
4	431075	1851629	38	430599	1845877
5	430742	1851632	39	431461	1845624
6	430481	1851286	40	432582	1845293
7	430156	1851385	41	433333	1845075
8	430101	1851362	42	434083	1844888
9	430098	1851041	43	434146	1844993
10	430123	1850862	44	434211	1845097
11	430035	1850445	45	434194	1845274
12	430102	1850170	46	434023	1845298
13	430252	1850049	47	434049	1845446
14	430523	1849744	48	434242	1845543
15	430441	1849583	49	434149	1845842
16	430430	1849132	50	434120	1845933
17	430367	1849136	51	434342	1846411

FID	UTM		FID	UTM	
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE
18	430360	1848819	52	434527	1846667
19	430253	1848687	53	434712	1847072
20	429760	1848514	54	434811	1847373
21	429411	1848560	55	434643	1847710
22	429453	1848332	56	434442	1847979
23	429092	1848416	57	434127	1848499
24	429064	1848125	58	433885	1848754
25	429279	1847977	59	433355	1848980
26	429635	1847821	60	433172	1849317
27	430113	1847575	61	432794	1849724
28	429976	1847264	62	432584	1849925
29	429462	1847522	63	432217	1850149
30	429082	1847395	64	431988	1850525
31	428643	1847249	65	431875	1850758
32	428280	1847129	66	431872	1850928
33	428380	1846878	67	431690	1851217
34	428296	1846663	68	431539	1851375

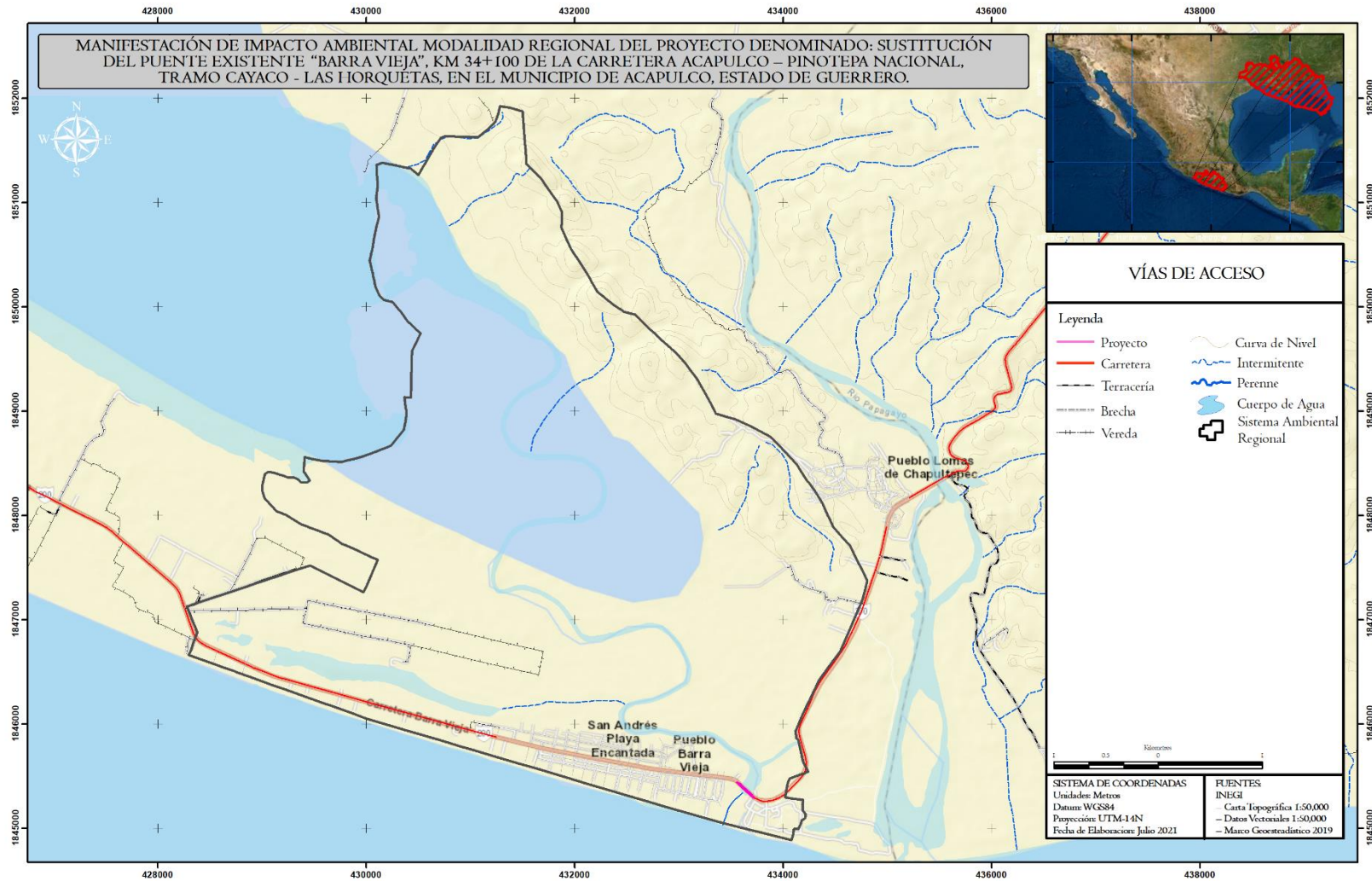
Fuente: Biota 2021

Imagen IV. 2 Vista Satelital de SAR



Fuente: Biota 2021

Imagen IV. 3. Vías de Acceso del SAR



Fuente: Biota 2021

IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

IV.2.1 Caracterización y Análisis Retrospectivo de la Calidad Ambiental del SAR.

IV.2.1.1 Medio Abiótico.

IV.2.1.1.1 Clima y Fenómenos Meteorológicos.

Para el siguiente trabajo se ha tomado en cuenta el sistema de clasificación climática de Köppen, adecuado por Enriqueta García (en modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones particulares de la República Mexicana, México Offset Larios). En nuestro país se encuentran cuatro grupos climáticos, los cuales a su vez se dividen en varios subgrupos, tipos y subtipos. En tal sentido tendríamos:

- Grupo de climas cálidos húmedos, definidos por temperatura media del mes más frío en 18 °C.
- Grupo de climas templados húmedos, definido por temperatura media del mes más frío entre -3° y 18 °C y la del más caliente en 6.5 °C.
- Grupo de climas secos, en este caso los límites para determinar los climas secos y los húmedos se establece por medio de fórmulas que relacionan la participación anual con la temperatura y con el régimen de lluvias. Grupo de climas fríos, definido por temperatura media del mes más caliente en 6.5 °C.

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmosfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como temperatura, humedad, presión, vientos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante periodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los vientos, también determinan el clima de una región (INEGI; 2013).

México presenta una gran variedad de climas; áridos en el norte del territorio, cálidos húmedos y subhúmedos en el sur, sureste y climas fríos o templados en las regiones geográficas elevadas. Útil para comprender la dinámica del clima a nivel global y regional, caracterizar regiones hidrológicas, delimitación de zonas de riesgo hidrometeorológico y planeación agrícola, entre otras aplicaciones.

El Estado de Guerrero presenta una variada gama en su territorio, así tiene climas cálidos, semicálidos, templados, semisecos y secos. El clima que predomina para esta zona del país es el cálido subhúmedo, aunque con variaciones que llegan a climas templados subhúmedos, de acuerdo en su mayor parte con altitudes que van desde los 500 m a los 2,000 msnm. Los semicálidos se distribuyen a lo ancho de la entidad paralelos a la línea de costa, pero entre los 1,000 y 2,000 msnm; particularmente los semicálidos subhúmedos se extienden además hacia la región Este del estado y en menor proporción al Norte. Las zonas más elevadas de la entidad se presentan con altitudes de 2,000 y 3,000 msnm y tienen climas templados subhúmedos principalmente y templado húmedo.

Como se ha descrito oportunamente con antelación el puente se localiza sobre el municipio de **Acapulco de Juárez**. De acuerdo con el compendio de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, sobre el municipio de **Acapulco de Juárez** se tiene un rango de temperaturas que oscilan entre los 20 a los 28°C y un rango de precipitación entre los 1,000 y los 2,000, esto obedece a la gran complejidad geomorfológica, propia de la Sierra Madre del Sur, además se presentan cuatro tipos de climas, prevaleciendo el clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media en un 61.24%, le sigue el clima designado como Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad con el 26.26%, en tercer sitio se ubica el Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de

mayor humedad con el 11.88%, siendo el Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano el de menor representatividad con el 0.62%.

Tabla IV. 3. Tipos de Climas del Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero.

Clima	Porcentaje (%)
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	61.24%
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad	26.26%
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	11.88%
Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano	0.62%
Total	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional del proyecto, se presenta el clima Awo, es decir el clima cálido subhúmedo en altitudes que oscilan entre los 1 msnm a los 15 msnm, en este clima se han desarrollado distintos tipos de suelo, específicamente feozems, luvisoles, solonchaks y regosoles que a su vez han permitido el desarrollo del mangle y de la selva baja caducifolia.

Estos datos se pueden corroborar en la siguiente tabla y el siguiente mapa:

Tabla IV. 4. Tipos de Climas presentes en el SAR.

Clima tipo	Descripción Temperatura	Descripción precipitación	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
Awo	Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C.	Precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	2,293.95	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

A continuación, se presenta una descripción más detallada de los tipos de clima del SAR:

Aw0, A, Cálido, N/A, subhúmedo, 0, el menos húmedo, w, de verano, N/A, entre 5 y 10.2, < 60, > 22

A. Corresponde al cálido.

Cálido. Temperatura media anual mayor de 22 °C.

W(w). Corresponde al subhúmedo

Subhúmedo. Son aquellos cuyo régimen de lluvias es de verano y presentan sequía en invierno.

0. Corresponde al menos húmedo.

Menos húmedo. Con cociente menor de 43.2.

w. corresponde al de verano.

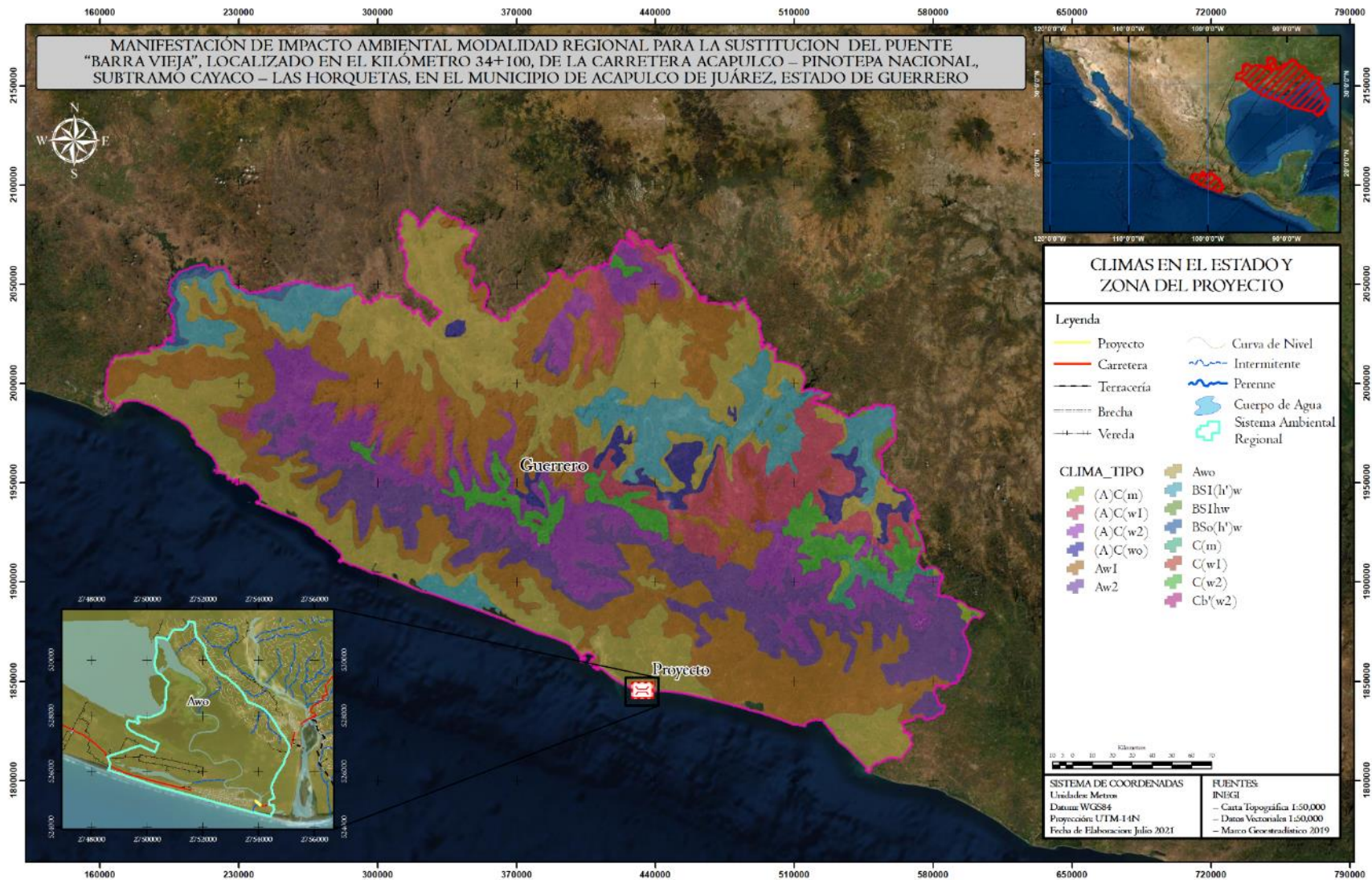
De verano. Cuando el mes de máxima precipitación se presenta dentro del período mayo-octubre, y este mes recibe por lo menos diez veces mayor cantidad de precipitación que el mes más seco del año.

Porcentaje de lluvia invernal está entre 5 y 10.2.

<60. Precipitación del mes más seco que corresponde al promedio aritmético calculado a partir del total de precipitación del más seco, a lo largo de un período determinado de años.

>22. Temperatura media anual correspondiente con el promedio aritmético calculado a partir de la suma de las temperaturas medias mensuales, a lo largo de un período determinado de años.

Imagen IV. 4. Climas del Estado de Guerrero y del Proyecto.



De manera complementaria se muestra el climograma en el que se representa el comportamiento mensual de los parámetros temperatura y precipitación registrados por la Estación Meteorológica El Porvenir, el cual cuentan con los registros estadísticos más completos, del año 1951 al 2010. De igual forma, en la gráfica señalada se puede apreciar una importante temporada de lluvias durante los meses de verano.

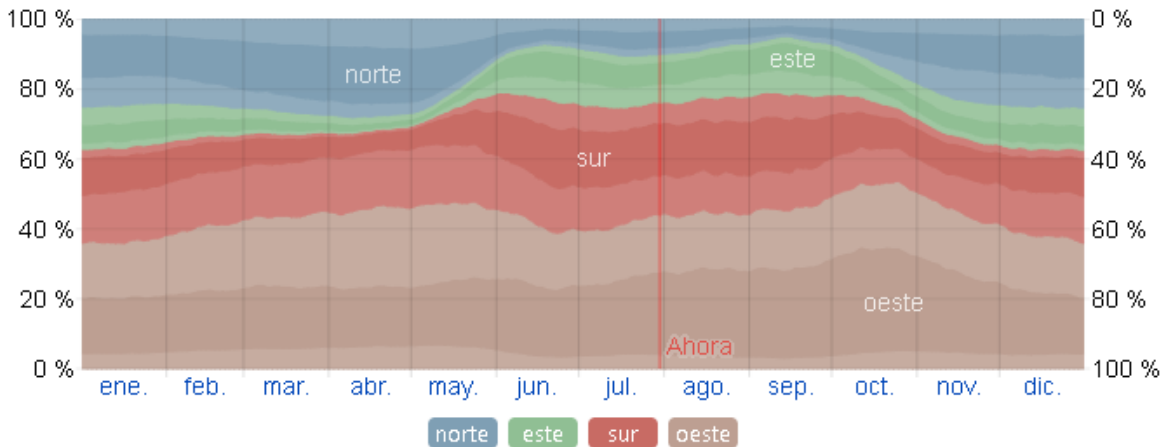
Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica **El Porvenir**, cuyas coordenadas geográficas son: 16°49'21" Latitud Norte y los 099°28'42" de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia al trazo del proyecto, es decir a 21.23 kilómetros en línea recta al noreste (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del proyecto, además de que en ambos lugares se presenta el mismo tipo de clima **cálido subhúmedo Awo**.

- **TEMPERATURA.** En las siguientes tablas se pueden apreciar las temperaturas máximas mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son febrero y enero, con 29.9°C y con 30.0°C, respectivamente que corresponden con la temporada de invierno, mientras que los meses más cálidos corresponden a mayo y agosto con 30.8°C y 30.7°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 30.4°C. En este caso la oscilación térmica es de 0.9°C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son febrero y enero con 23.0°C y 23.1°C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a junio y julio con 25.3°C y con 25.4°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 24.3°C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 2.4°C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son febrero con 16.1°C y enero con 16.3°C, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a julio y junio, con 20.1°C y 20.0°C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 18.3°C. Mientras que la oscilación térmica es de 4.0°C.
- **PRECIPITACIÓN.** El promedio precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica El Porvenir indica que en la zona se tiene una media anual de 938.3 mm con 50.7 días en promedio de lluvia. Los meses con mayor precipitación corresponden con septiembre y junio con 261.0 mm y 188.9 mm, respectivamente, mientras los meses con menor precipitación son marzo y abril con 16.4 mm y 17.7 mm, respectivamente.
- **VIENTOS.** La velocidad promedio del viento por hora en Acapulco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 2.1 meses, del 8 de agosto al 11 de octubre, con velocidades promedio del viento de más de 9.9 kilómetros por hora. El día más ventoso del año en el 14 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 11.2 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 9.9 meses, del 11 de octubre al 8 de agosto. El día más calmado del año es el 30 de noviembre, con una velocidad promedio del viento de 8.6 kilómetros por hora. La dirección del viento promedio por hora predominante en Acapulco es del *oeste* durante el año.

VIENTOS DOMINANTES.

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora. La velocidad promedio del viento por hora en Acapulco tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 2.1 meses, del 8 de agosto al 11 de octubre, con velocidades promedio del viento de más de 9.9 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 14 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 11.2 kilómetros por hora.

Imagen IV. 5. Dirección del viento.
Dirección del viento

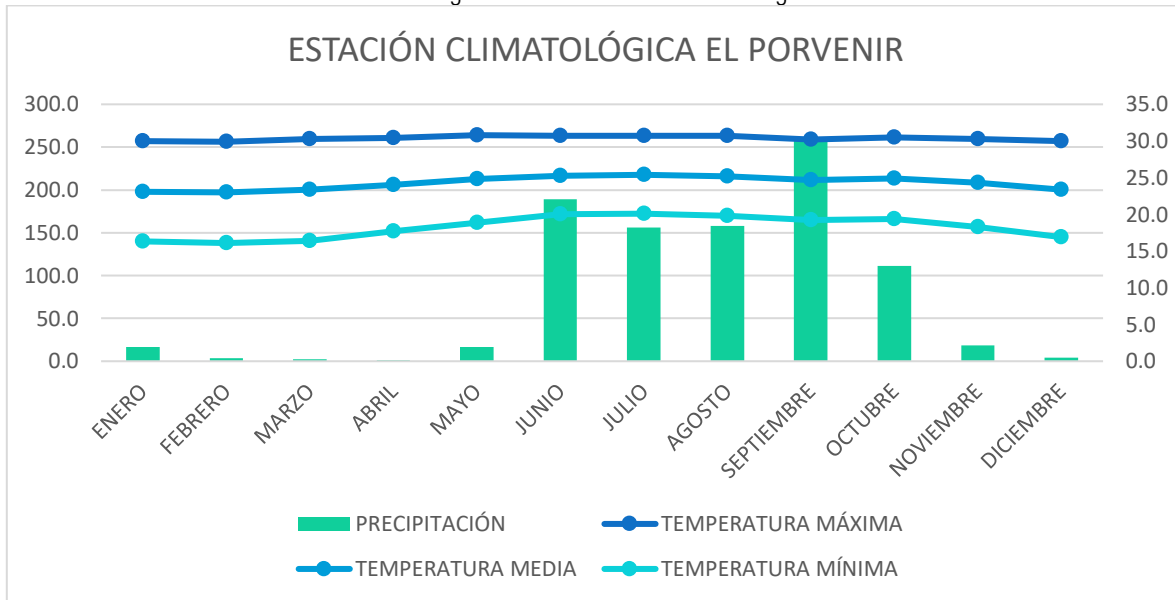


Fuente: INEGI, 2010.

El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales, excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 1,6 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

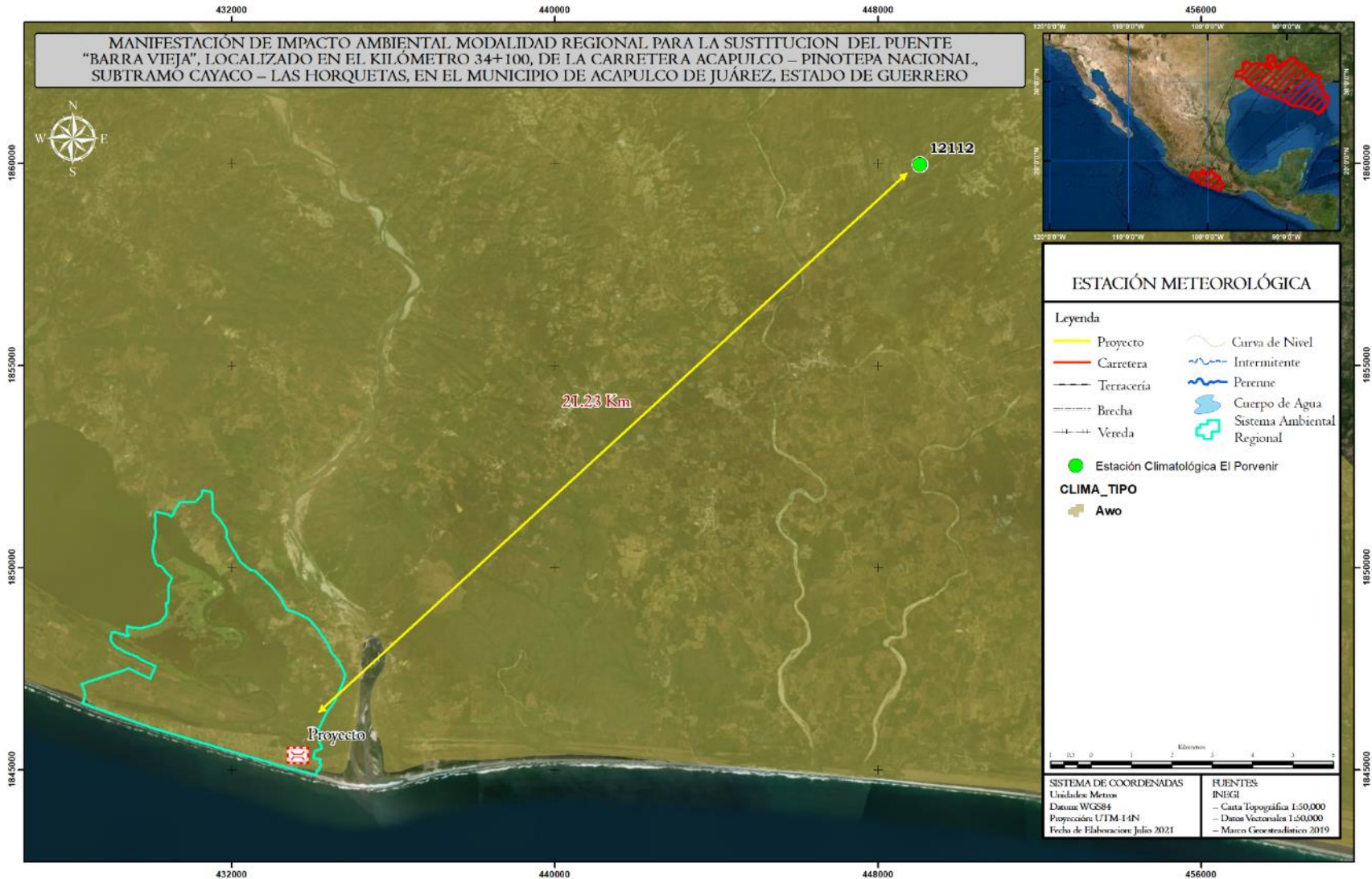
- HUMEDAD RELATIVA.** Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda. En Acapulco la humedad percibida varía levemente. El período más húmedo del año dura 8.9 meses, del 5 de abril al 3 de enero, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 81 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 6 de septiembre, con humedad el 100 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 9 de marzo, con condiciones húmedas el 75 % del tiempo. En Ozuluama la humedad percibida varía extremadamente. El período más húmedo del año dura 9,4 meses, del 26 de febrero al 6 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 41 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 20 de agosto, con humedad el 100 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 25 de enero, con condiciones húmedas el 22 % del tiempo.

Gráfica IV. 1. Climograma de la Estación Meteorológica El Porvenir.



Fuente: CONAGUA, 2021.

Imagen IV. 6. Distancia y ubicación de la Estación Meteorológica respecto al Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

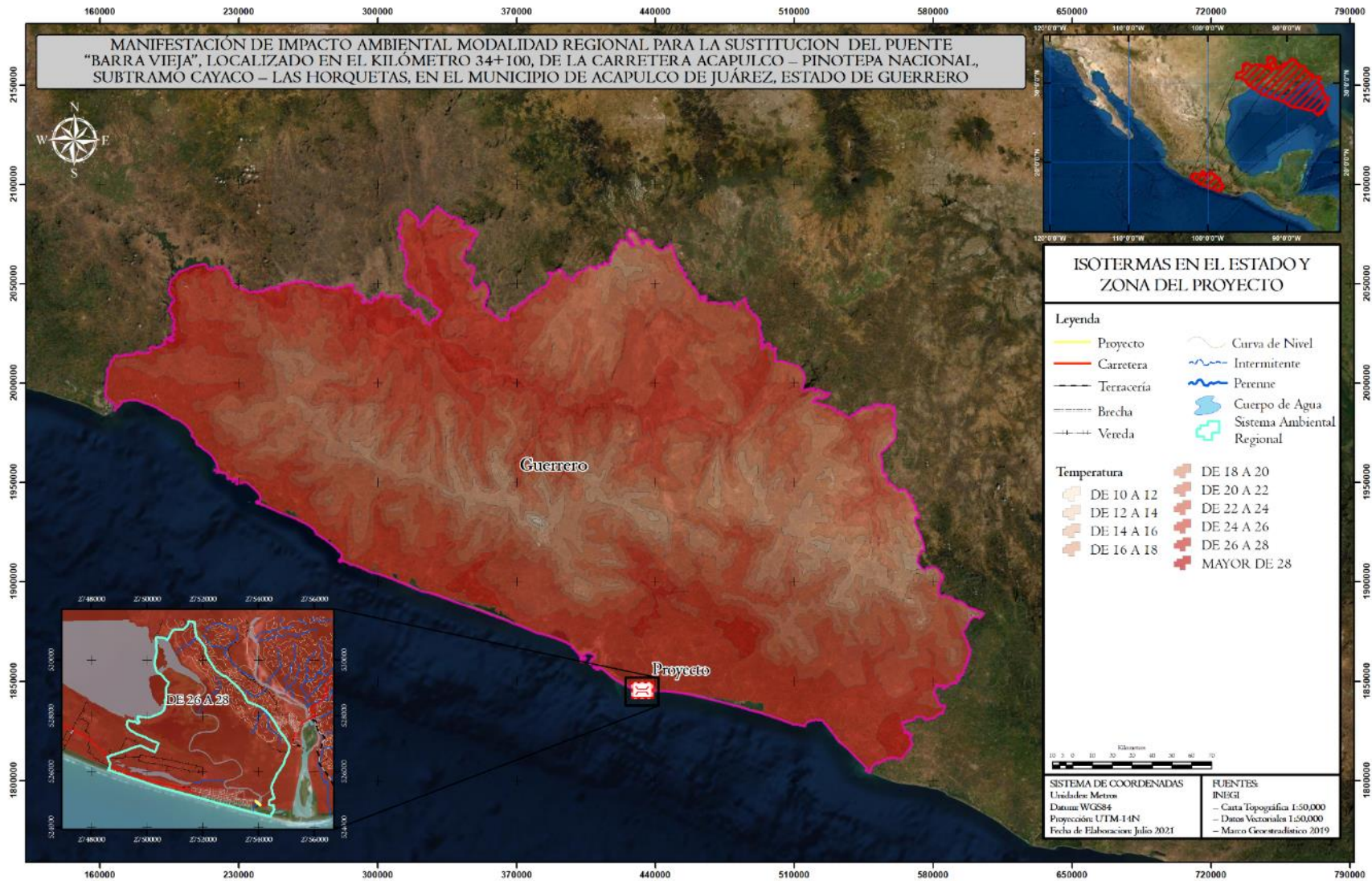
Tabla IV. 5. Normales Climatológicas de la estación El Porvenir.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL														
NORMALES CLIMATOLÓGICAS														
ESTADO DE:	GUERRERO												PERIODO:	1951-2010
ESTACIÓN:	12112		EL PORVENIR											
				LATITUD:	16°49'22" N.		LONGITUD:	099°28'42" W.					ALTITUD:	450.0 MSNM
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL	
TEMPERATURA MÁXIMA														
NORMAL	30.0	29.9	30.3	30.4	30.8	30.7	30.7	30.7	30.2	30.5	30.3	30.0	30.4	
MÁXIMA MENSUAL	35.5	34.1	35.6	36.2	36.2	36.3	35.1	35.3	32.7	32.2	32.7	33.8		
AÑO DE MÁXIMA	1965	2007	2007	2007	2007	2007	2007	2007	1982	1988	1988	2006		
MÁXIMA DIARIA	38.5	36.0	38.0	39.5	38.0	38.0	38.0	38.0	35.0	34.0	35.0	35.5		
FECHA MÁXIMA DIARIA	03/1965	01/1978	21/2007	15/1972	01/2007	06/2007	06/2007	14/2007	15/1964	29/1980	30/1968	29/1964		
AÑOS CON DATOS	37	38	38	38	37	36	35	33	37	38	39	39		
TEMPERATURA MEDIA														
NORMAL	23.1	23.0	23.4	24.0	24.8	25.3	25.4	25.2	24.7	24.9	24.3	23.4	24.3	
AÑOS CON DATOS	37	38	38	38	37	36	35	33	37	38	39	39		
TEMPERATURA MÍNIMA														
NORMAL	16.3	16.1	16.4	17.7	18.9	20.0	20.1	19.8	19.2	19.4	18.3	16.9	18.3	
MÍNIMA MENSUAL	11.1	11.1	10.3	11.5	13.2	13.3	13.6	13.5	13.4	14.1	13.6	13.1		
AÑO DE MÍNIMA	1999	1999	1999	1999	1998	2002	2006	2010	1969	2003	2002	2002		
MÍNIMA DIARIA	8.0	8.0	7.0	8.0	10.0	10.0	11.0	9.0	10.0	10.0	10.0	9.0		
FECHA MÍNIMA DIARIA	20/1999	22/1999	08/1999	10/1999	05/1999	24/2010	05/2002	24/2010	01/2010	02/2010	08/2010	20/2010		
AÑOS CON DATOS	37	38	38	39	38	37	36	34	37	38	39	39		
PRECIPITACIÓN														
NORMAL	16.7	3.6	2.2	1.0	16.8	188.9	155.9	158.3	261.0	111.2	18.3	4.4	938.3	
MÁXIMA MENSUAL	184.5	92.0	46.0	39.0	174.5	567.0	610.5	604.2	995.0	501.5	134.6	43.5		
AÑO DE MÁXIMA	1980	2010	2001	1973	1978	1972	1975	1969	1984	1976	2002	1992		
MÁXIMA DIARIA	96.5	47.0	43.5	30.5	130.0	195.0	228.5	145.0	205.0	334.0	51.0	38.0		
FECHA MÁXIMA DIARIA	23/1980	03/2010	02/2001	05/1973	30/1978	22/1973	13/1975	10/1996	25/1967	07/1976	18/1976	15/1992		
AÑOS CON DATOS	44	45	45	46	46	45	45	43	45	47	47	47		
EVAPORACIÓN TOTAL														
NORMAL	118.5	128.6	160.1	170.6	179.5	166.9	154.3	144.8	129.0	129.3	110.4	118.0	1,710.0	
AÑOS CON DATOS	15	16	17	17	17	16	17	17	16	16	16	15		
NUMERO DE DÍAS CON														
LLUVIA	0.8	0.2	0.3	0.1	1.2	9.0	9.0	9.7	12.3	6.0	1.5	0.6	50.7	
AÑOS CON DATOS	44	45	45	46	46	45	45	43	45	47	47	47		

Fuente: SMA, 2021.

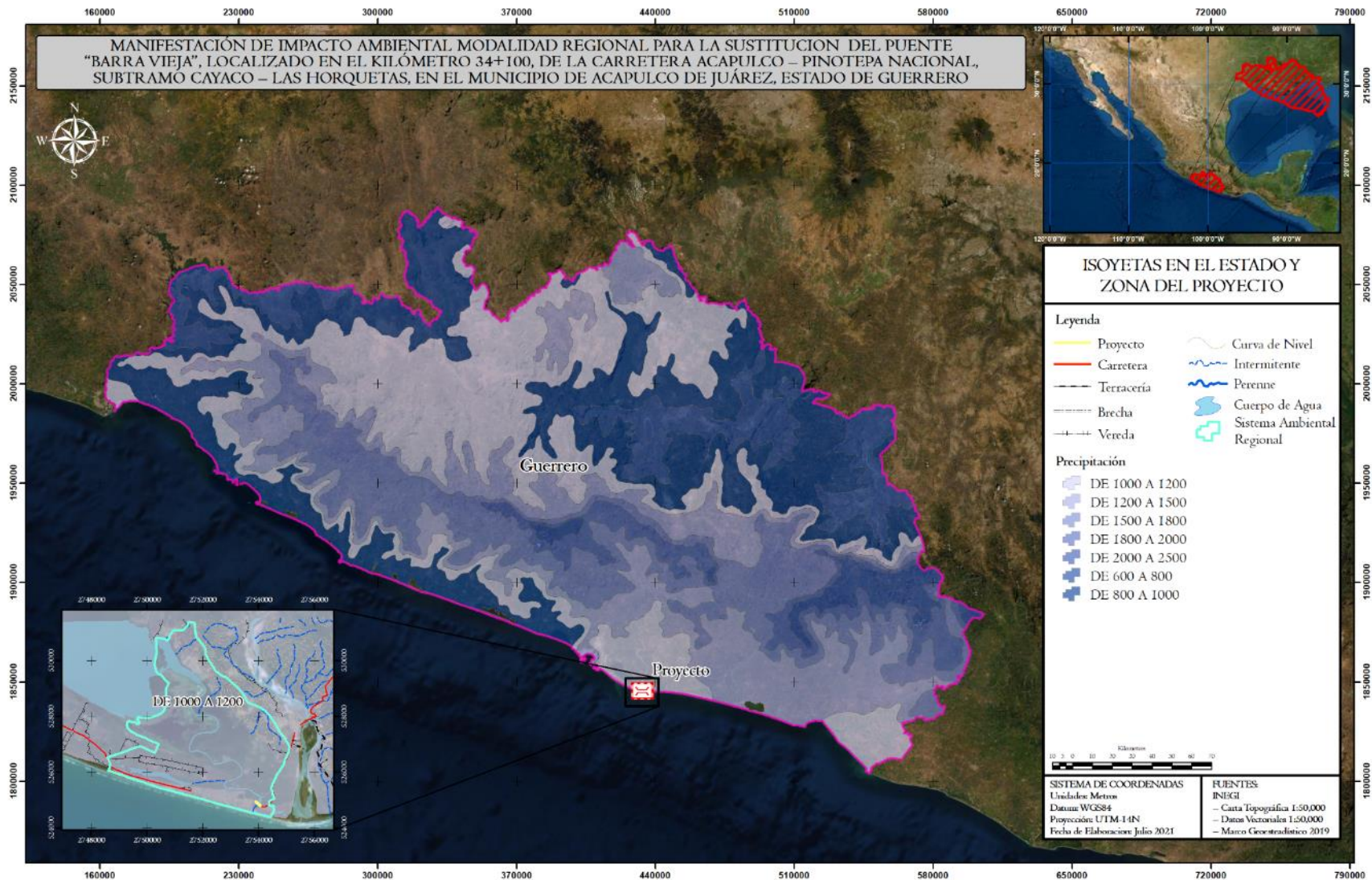
- **ISOTERMAS.** Las isotermas son líneas que unen los puntos de igual temperatura. Las temperaturas menores de Guerrero van de los 10°C a los 12°C, las cuales se localizan en las partes más altas de la Cordillera Costera del Sur, dichas zonas se han designado como zonas frías, sin embargo las temperaturas que prevalecen en el Estado son muy cálidas que van desde los 26°C a los 28°C, aunque las mayores temperaturas que se registran en el Estado son las mayores a los 28°C localizadas en algunos manchones. Mientras en el Sistema Ambiental Regional del proyecto se presenta una única isoterma con temperaturas que van de los 26 a los 28°C, lo cual designa al Sistema como una zona muy cálida. Esto se puede observar en la siguiente imagen.
- **ISOYETAS.** Las isoyetas son conocidas como las líneas que delimitan zonas de igual registro de precipitación, se presentan para Guerrero desde **menores a 600 mm**, hasta **mayores a 2 500 mm**. Sin duda estos valores están directamente relacionados a las altitudes y climas de la entidad, de esta forma podemos apreciar que las zonas que reciben mayor precipitación son precisamente las partes más altas o bien cercanas a la costa y las de menores registros hacia la parte noroeste y noreste del estado que se identifican con los climas seco y semiseco. En lo que se refiere al Sistema Ambiental Regional del Proyecto se presenta una única isoyeta con precipitaciones desde los 1,000 a los 1,200 mm, lo cual se puede verificar en la siguiente imagen.
- **RADIACIÓN O INCIDENCIA SOLAR.** Esta sección trata sobre la energía solar de onda corta incidente diaria total que llega a la superficie de la tierra en una área amplia, tomando en cuenta las variaciones estacionales de la duración del día, la elevación del sol sobre el horizonte y la absorción de las nubes y otros elementos atmosféricos. La radiación de onda corta incluye luz visible y radiación ultravioleta. La energía solar de onda corta incidente promedio diaria tiene variaciones estacionales leves durante el año. El período más resplandeciente del año dura 2.2 meses, del 3 de marzo al 10 de mayo, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado superior a 6.5 kWh. El día más resplandeciente del año es el 2 de abril, con un promedio de 7.1 kWh. El periodo más oscuro del año dura 6.6 meses, del 19 de junio al 6 de enero, con una energía de onda corta incidente diaria promedio por metro cuadrado de menos de 4.9 kWh. El día más oscuro del año es el 9 de octubre, con un promedio de 4.3 kWh.
- **CALIDAD ATMOSFÉRICA DE LA REGIÓN.** En la zona no existen datos sobre este tema. Sin embargo, puede decirse que, debido a la condición de colinas y valles de la región, las características de los vientos dominantes y la carencia de fuentes significativas de contaminación atmosférica (fábricas, industrias de transformación, etc.), determinan que la calidad del aire para la región es en general buena y libre de contaminantes significativos.

Imagen IV. 7. Isotermas del Estado de Guerrero y del Proyecto



Fuente: INEGI, 2021.

Imagen IV. 8. Isoyetas del Estado de Guerrero y del Proyecto.



Fuente: INEGI, 2021.

Imagen IV. 9. Isotermas del trazo del Proyecto.

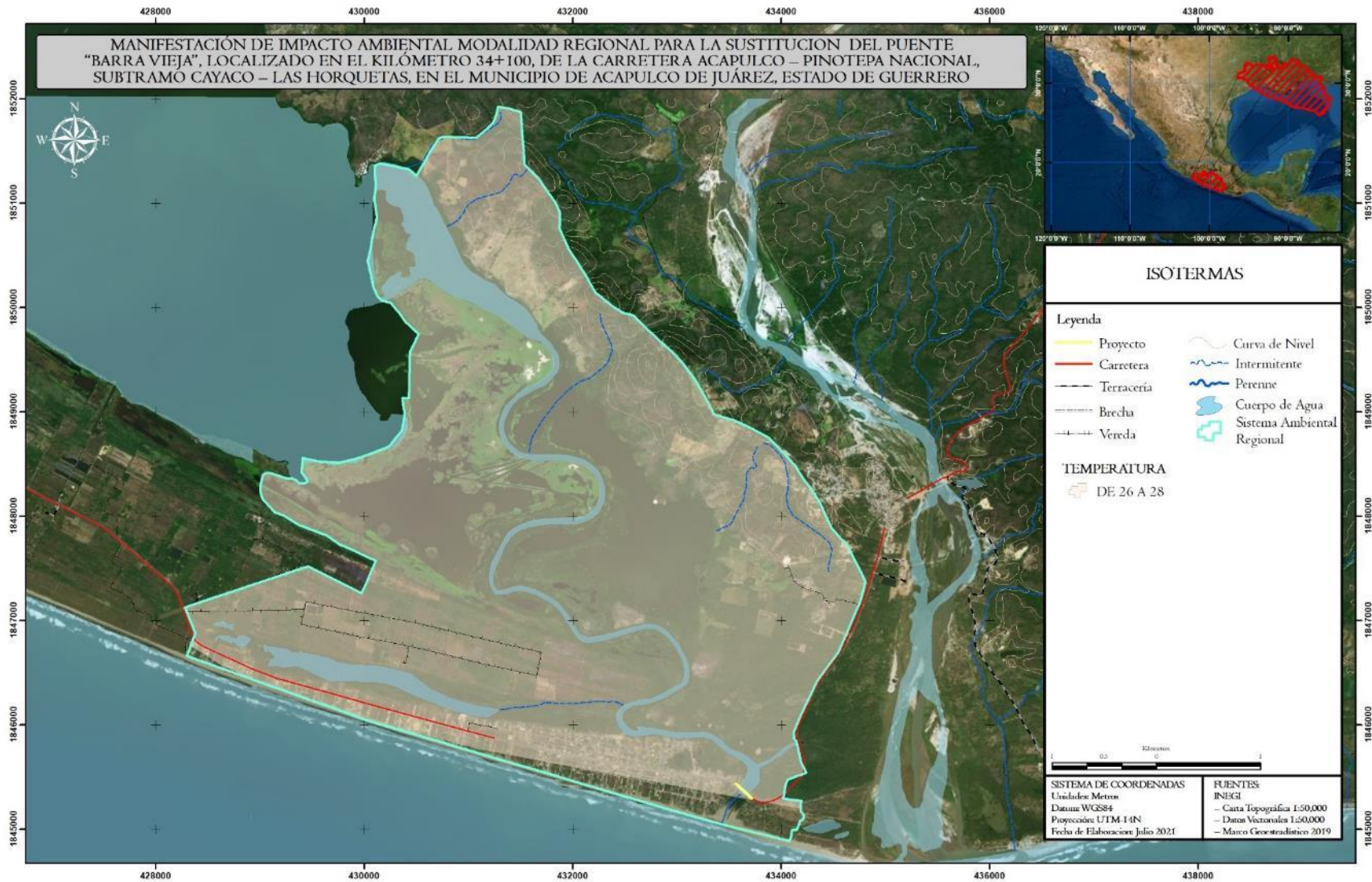
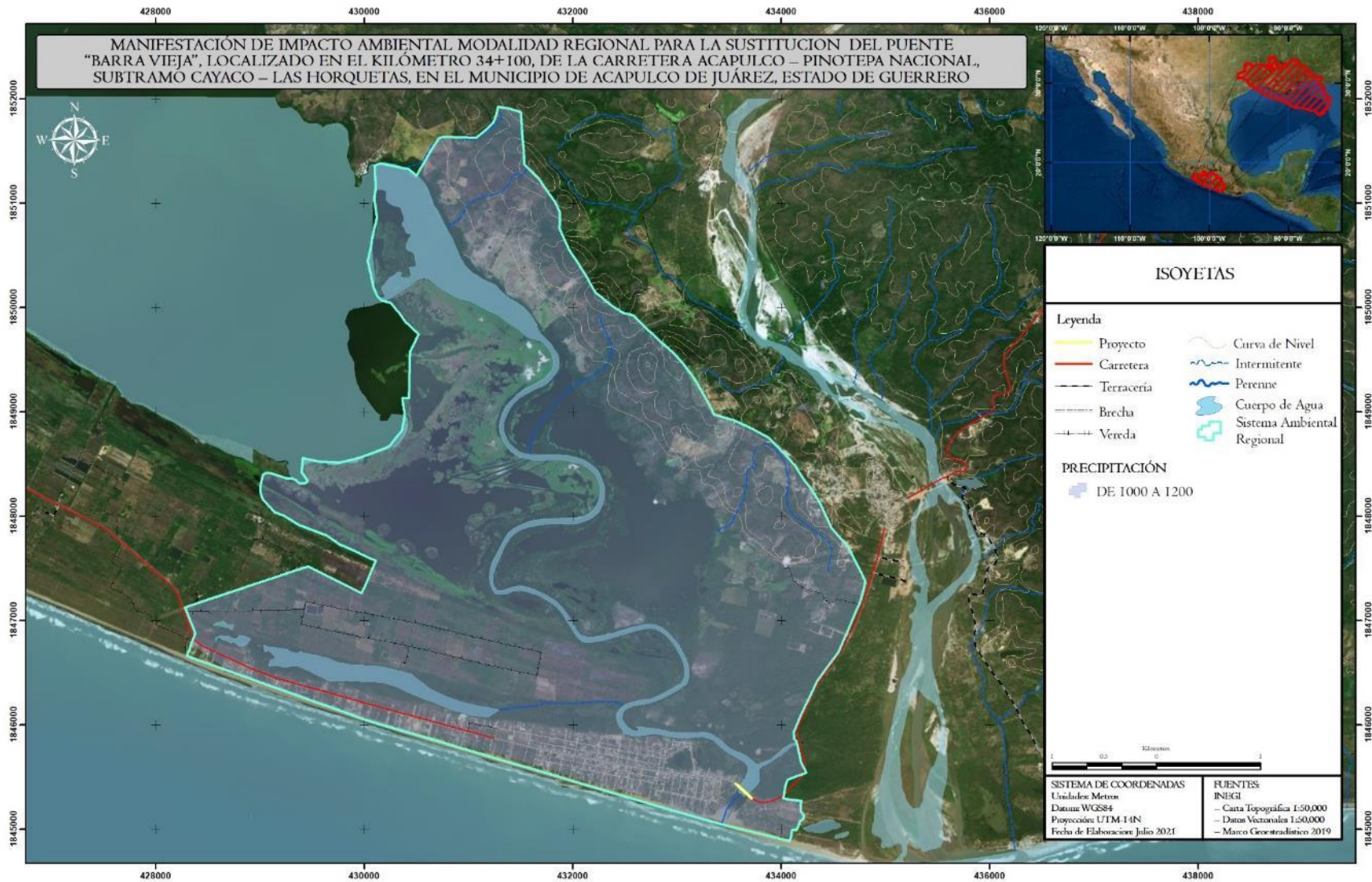


Imagen IV. 10. Isoyetas del trazo del Proyecto.



Fuente: INEGI, 2021.

Imagen IV. 11. Climas del Proyecto.



IV.2.1.1.2. Geología y Geomorfología.

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. La geomorfología está muy relacionada tanto con la geografía física como con la geografía humana (en lo que se refiere a los riesgos naturales y la relación del hombre con el medio).

El relieve es uno de los elementos del paisaje natural que permite diferenciar el territorio en ámbitos ecológicos con cierta homogeneidad. Condiciona la movilidad del flujo de materia y energía e induce en gran medida la distribución de las comunidades vegetales, el potencial de las actividades productivas y la ubicación preferente de los asentamientos humanos.

Con fines metodológicos, el territorio nacional puede subdividirse agrupando regiones que tengan un mismo origen geológico, con paisajes y tipos de rocas semejantes en la mayor parte de su extensión y con geofomas similares. Las zonas así diferenciadas se les reconoce como provincias fisiográficas. En México se han reconocido 15 provincias fisiográficas, para el proyecto, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica **Sierra Madre del Sur**, esto se puede comprobar en la siguiente imagen. Dicha provincia fisiográfica se extiende a lo largo y muy cerca de la costa del Pacífico con una dirección general de noroeste a sureste, su altitud es casi constante de poco más de 2,000 msnm en ella nacen varias corrientes que desembocan en el Océano Pacífico y en su vertiente interior se localizan las cuencas del río Balsas, Verde y Tehuantepec. (INEGI, 2010). Esta provincia es la de mayor complejidad geológica. En ella podemos encontrar, rocas ígneas, sedimentarias y la mayor abundancia de rocas metamórficas del país. El choque de las placas tectónicas de Cocos y la placa Norteamericana, provocó el levantamiento de esta Sierra y ha determinado en gran parte su complejidad. El segmento más septentrional de esta provincia está formado por afloramientos de secuencias mesozoicas, tanto sedimentarias de plataforma como volcánico sedimentarias de tipo arco insular volcánico-mar marginal. Las zonas correspondientes al noroccidente de Guerrero, occidente del estado de México y sur de Michoacán, conforman una región con afloramientos volcánico-sedimentarios del Jurásico y Cretácico, parcialmente metamorfosados, que se encuentran cubiertos por las rocas volcánicas y sedimentarias continentales del Cenozoico. Esta región limita al oriente, a la altura de la línea Ixtapan de la Sal-Taxco-Iguala, con la región de la Plataforma Cretácica de Morelos y Guerrero. (INEGI, 2008).

Acapulco de Juárez descansa sobre la Provincia Sierra Madre del Sur (100%), que a su vez subyace en dos Subprovincias Fisiográficas, en su mayoría a las Costas del Sur (94.44%) y en menor proporción a la Cordillera Costera del Sur (5.56%). En cuanto al Sistema de topofomas, se presentan distintas, siendo la Sierra baja compleja la de mayor representatividad (42.74%), seguido por el Lomerío con Llanuras (23.05%), Sierra alta compleja (12.69%), Llanura costera con lagunas costeras salina (7.79%), Llanura con lomerío (6.1%), Valle ramificado con lomerío (5.64%), Llanura costera salina (1.73%), Llanura costera con lagunas costeras (0.14%) y Valle intermontano (0.12%). Es decir su aspecto orográfico se puede agrupar en tres formas de relieve: accidentado que comprende el 40%; semiplano con el 40%, y plano con el 20%. La altitud varía desde el nivel del mar en la zona costera hasta 169 m; las alturas máximas están representadas principalmente por cerros: Potrero, San Nicolás y Alto del Camarón. En la cordillera que rodea a la bahía destacan los cerros Icacos, El Veladero y Carabalí.

La Subprovincia **Costas del Sur**, se caracteriza por tener superficies con altitudes no mayores a los 200 metros sobre el nivel del mar, compuestas por depósitos aluviales, rocas ígneas y metamórficas.

La Subprovincia **Cordillera Costera del Sur**, constituye la franja central de la Provincia **SMS** y se caracteriza por estar constituida por rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. La cordillera está orientada de manera paralela a la línea de costa por más de 650 kilómetros, se encuentra limitada al norte por la Subprovincia Depresión del Balsas y al sur por los lomeríos de la vertiente sur, así como por la planicie costera del Pacífico. La vertiente sur de la

sierra se caracteriza por estar fuertemente disectada por arroyos y ríos que drenan hacia el sursuroeste, desembocando en el Océano Pacífico.

En cuanto al Sistema Ambiental Regional del proyecto se asienta en su totalidad en la Sierra Madre del Sur, en la Subprovincia de las Costas del Sur y en su mayoría en la topografía designada como llanura costera con lagunas costeras salinas con más del 86% y el resto pertenece al Lomerío con llanuras (13.56%).

Es decir se trata de una franja que se extiende, a lo largo del litoral marino del Océano Pacífico. Se encuentra inclinada hacia el océano. Se forma durante el levantamiento del fondo marino o el descenso del nivel del mar, cuando afloran las superficies abrasivo-acumulativas de la plataforma. Las lagunas costeras poseen algunas de las características de los estuarios y de los lagos. Si una barra que encierra una laguna está cortada por uno o más accesos que permiten la circulación permanente de los flujos de marea, la laguna es, entonces, esencialmente un sistema estuarino, pero si la barra aísla completamente al mar, la laguna se convierte en una laguna con aguas salobres; si se forma en regiones de fuerte precipitación pluvial, y en áridas, resulta hipersalino. A través de estrechos las lagunas son alimentadas por el flujo y reflujo de mareas, pero donde la marea es de poca intensidad, con frecuencia los estrechos son obstruidos en forma periódica, en especial durante las fases secas, cuando la descarga del río es pequeña y el flujo al exterior insuficiente para evitar una acumulación por las olas y las corrientes paralelas. Tales lagunas son estuarinas cuando hay circulación del agua al exterior. La dinámica de las lagunas costeras se manifiesta por los factores siguientes:

- a) cambios del nivel del agua,
- b) oleaje,
- c) corrientes.

Éstos se relacionan con los siguientes factores de la evolución de los litorales: la configuración inicial de la laguna y su entorno, el desarrollo de barras litorales, los aportes fluviales, los aportes marinos, la salinidad, la vegetación, la fauna, la influencia del hombre.

La complejidad morfológica que presenta el estado de Guerrero es el resultado de la combinación de procesos endógenos (fenómenos geológicos que tienen en el interior del globo terrestre) y fenómenos exógenos (fenómenos que se producen en la superficie del planeta, así como de las rocas que se han formado en ella).

La Sierra Madre del Sur (SMS) cubre totalmente la superficie del Estado de Guerrero. Esta provincia incluye la región montañosa desde la porción sur del estado de Colima, hasta el Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, limitada al norte por la provincia del Eje Neovolcánico, mientras que hacia el oriente se encuentra la denominada Meseta Oaxaqueña. La SMS se desarrolla a lo largo de 500 km, paralela a la costa pacífica, posee la característica de tener su cresta a una altitud de 2000 m, sin embargo, cuenta con algunas elevaciones que sobrepasan los 3000 msnm, localizadas en el sector occidental y que constituyen las cumbres más elevadas de la entidad guerrerense.

El elemento geomorfológico más importante lo constituyen las montañas complejas de la Sierra Madre del Sur, coronadas por cubiertas volcánicas jóvenes que en conjunto presentan un desarrollo de juventud caracterizados por profundos cañones y montañas de cimas planas; hacia el noreste y sur de esta sierra, predominan las montañas volcánicas y las montañas plegadas que ofrecen relieve de lomeríos y montañas bajas con drenaje bien integrado, caracteres propios de un desarrollo de madurez. El último elemento es la planicie costera con desarrollo de planicies aluviales, lagunas marginales y franjas litorales.

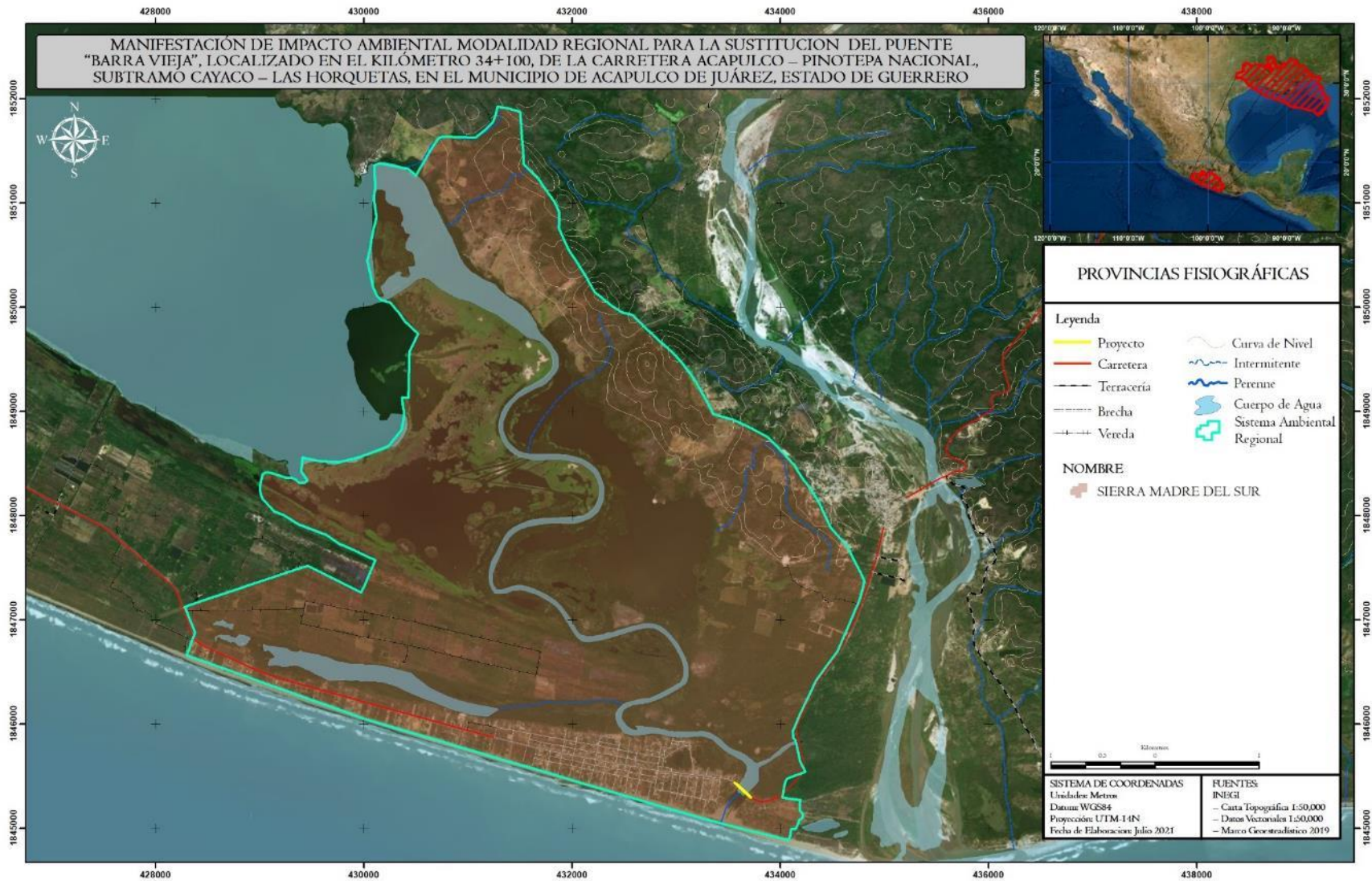
Dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto se asienta en la llanura costera con lagunas costeras salinas y en el lomerío con llanuras.

Tabla IV. 6. Fisiografía del Sistema Ambiental Regional.

PROVINCIA	SUBPROVINCIA	TOPOFORMA	PORCENTAJE
Sierra Madre del Sur	Costas del Sur	Llanura costera con lagunas costeras salinas	86.44%
		Lomerío con llanuras	13.56%
TOTAL			100.00%

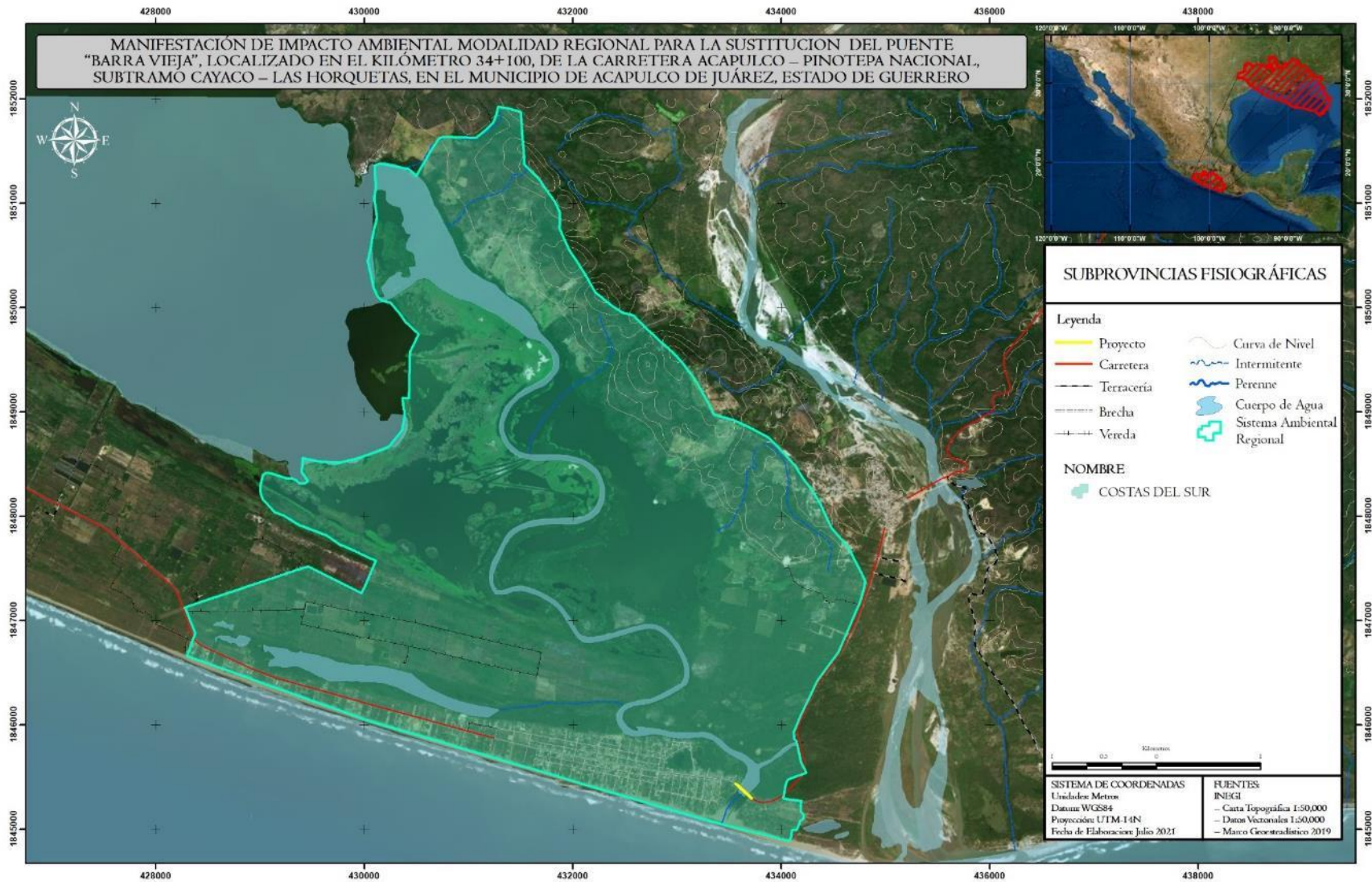
Fuente: INEGI, 2021.

Imagen IV. 12. Provincias fisiográficas del Proyecto



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 13. Subprovincias Fisiográficas del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 1. Complejidad de topoformas presentes en el Trazo del Proyecto.



Llanura costera con lagunas costeras salinas



Llanura costera con lagunas costeras salinas



Llanura costera con lagunas costeras salinas

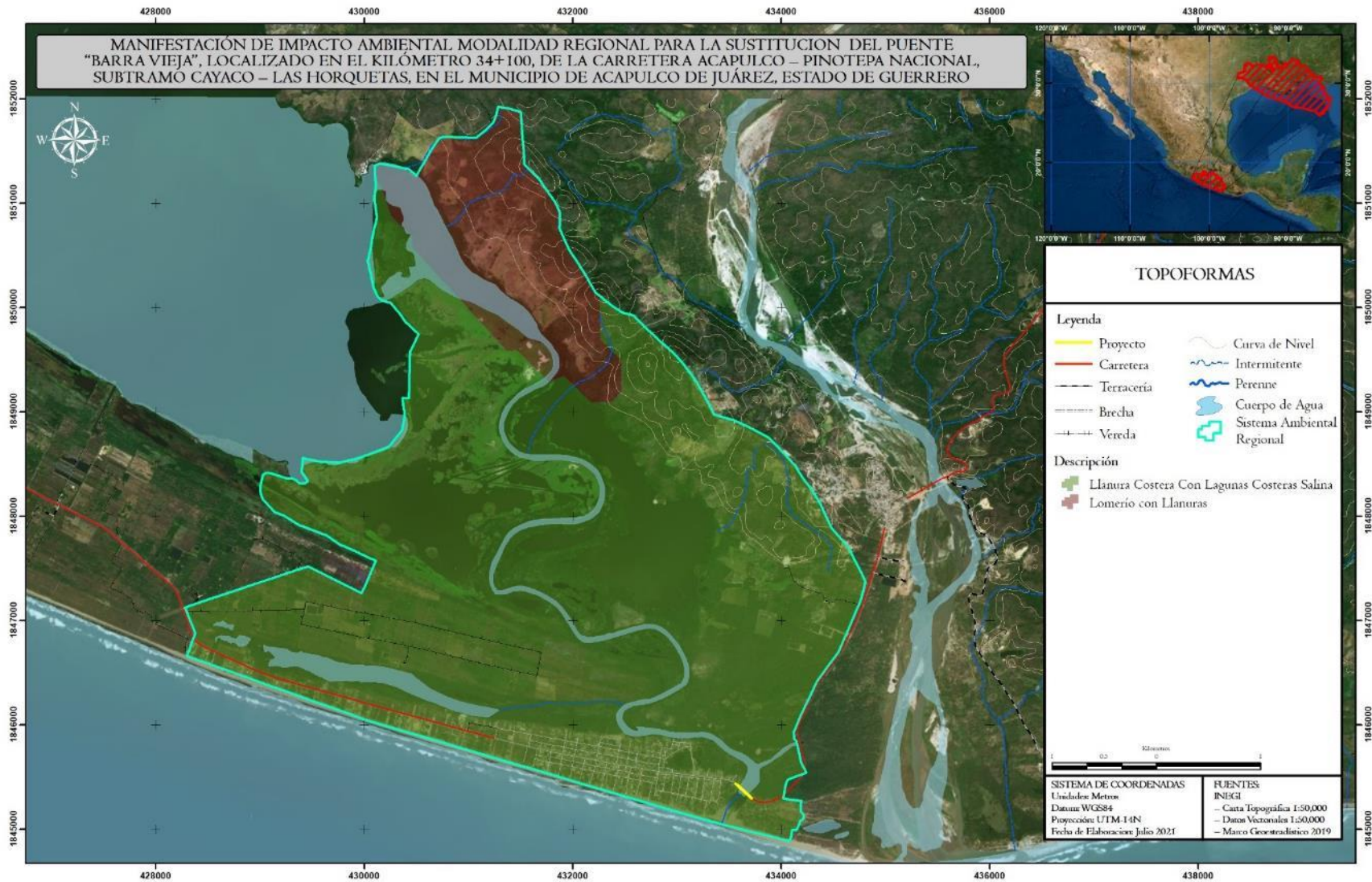


Llanura costera con lagunas costeras salinas

En las fotografías aéreas capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron), se puede observar la topología que prevalece en el SAR y el trazo del proyecto, con Llanura costera con lagunas costeras salinas, geomorfología congruente con el litoral del Océano Pacífico.

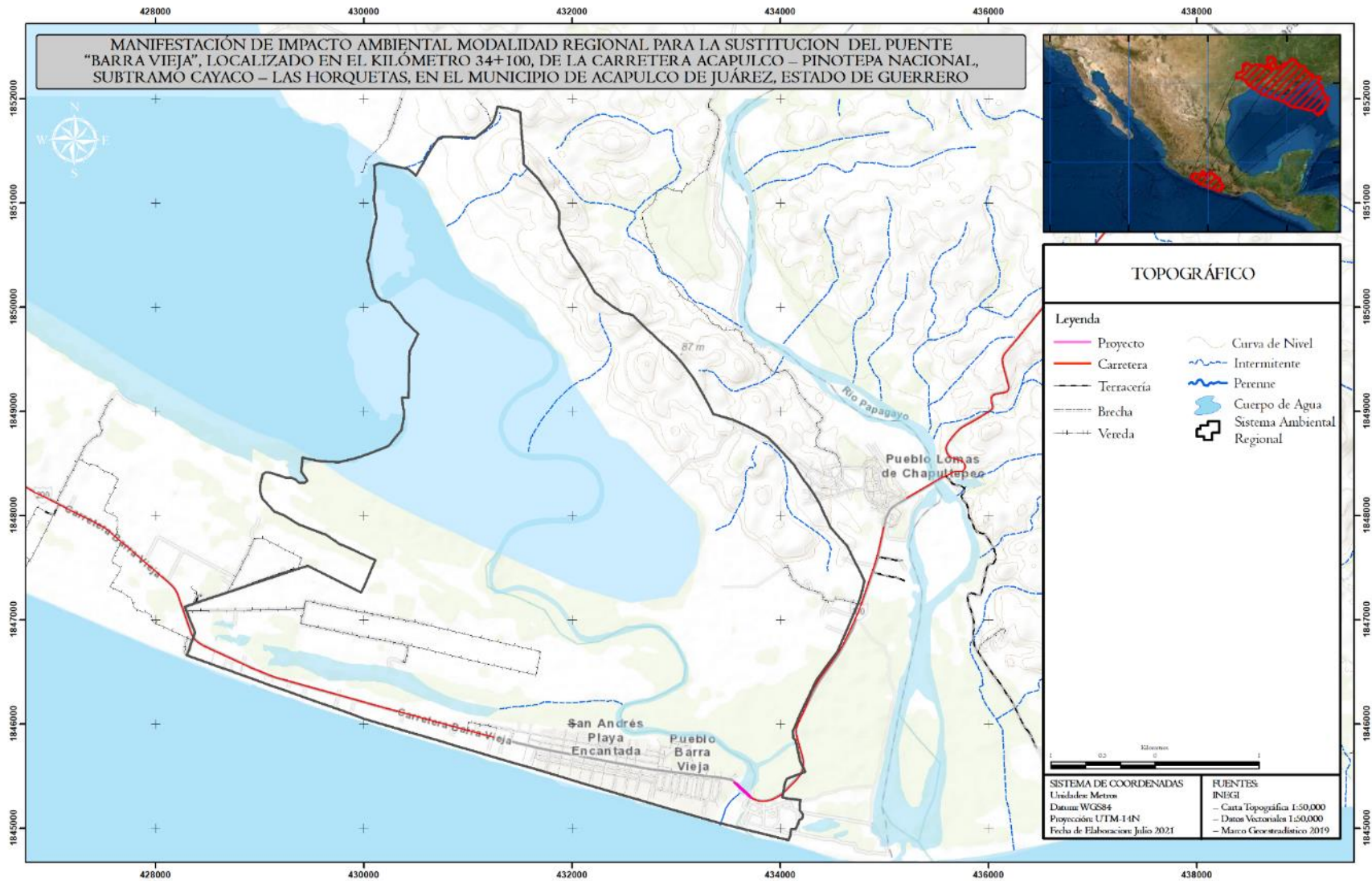
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 14. Topoformas presentes en el Proyecto.



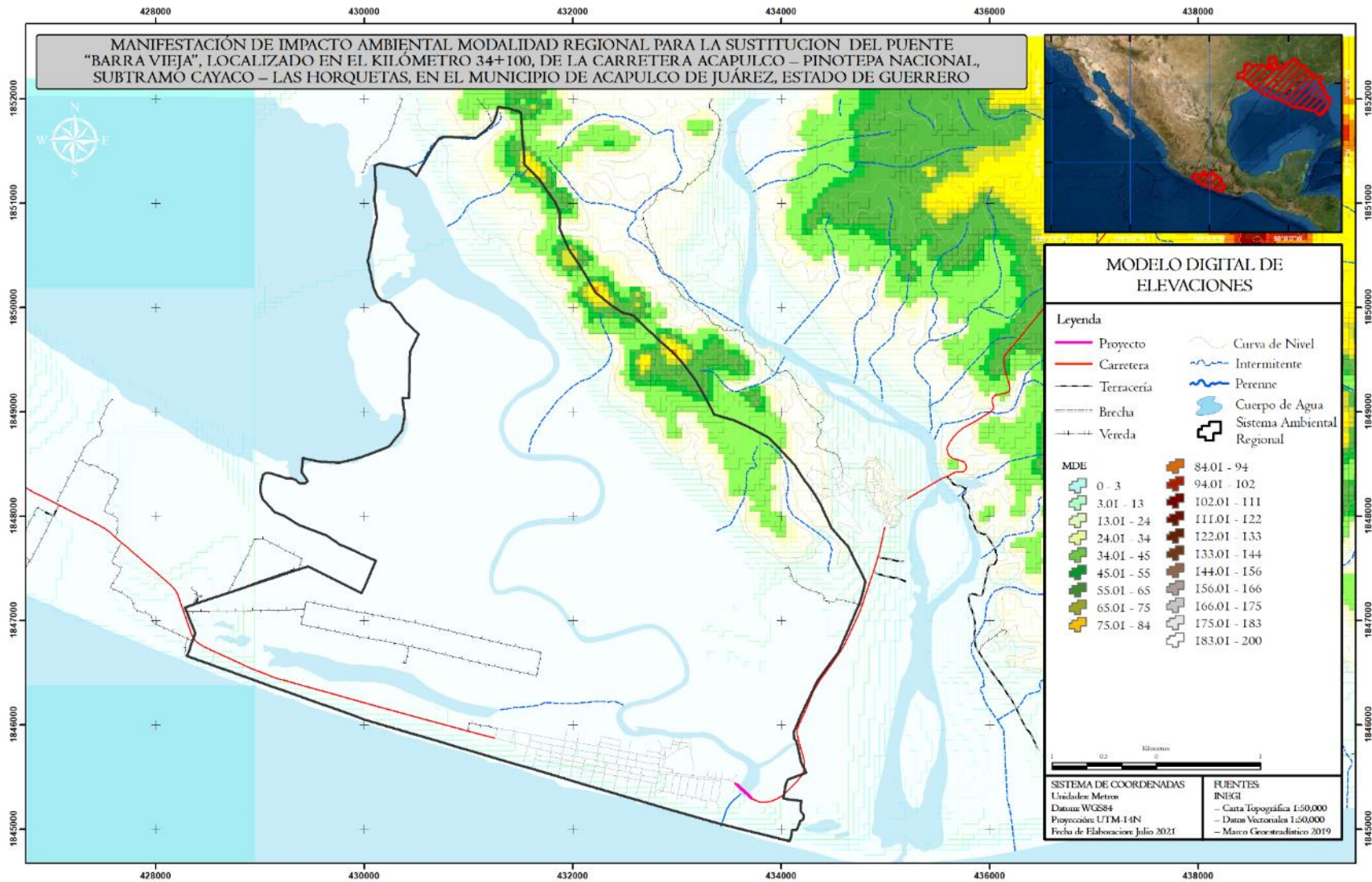
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 15. Topografía presente en el área del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 16. Modelo Digital de Elevaciones del área del Proyecto.



GEOLOGÍA.

La geología es considerada como una ciencia histórica ya que parte de la premisa de que el relieve actual de la Tierra es el resultado de una larga y variada evolución, por ello analiza este desarrollo espacial y temporal para señalar los factores y fuerzas que actuaron en el proceso y que le han dado la forma que actualmente conocemos, tanto en el exterior como en el interior de nuestro planeta.

La geología del estado de Guerrero no es simple, ya que se encuentra dividida en diferentes terrenos, con estratigrafías variadas, pertenecientes a diferentes ambientes de depósito, litología, deformaciones y edad variable. Además, como Guerrero está situado en el borde sudoccidental de la Placa Norteamericana, donde la fosa de Acapulco se sumerge y surgieron placas oceánicas, se han formado durante su historia geológica depósitos sedimentarios con arcos de islas y mares marginales, dando origen a varios tipos de depósitos marinos y continentales.

El material geológico en el estado de Guerrero es de origen predominantemente sedimentario (35.8%), le sigue el metamórfico (28.62%), la ígnea extrusiva (23.54%), la ígnea intrusiva (8.02%) y el suelo con 4.02%, de la superficie estatal.

Las unidades cartografiadas tienen registro en el tiempo geológico desde el jurásico hasta el cuaternario. Para el Mesozoico, se desarrolla durante el Jurásico un complejo metamórfico con gneises, migmatitas y granitos denominado Complejo Xolapa; en el Jurásico Superior-Cretácico Inferior se instaure un arco insular que origina el depósito de rocas volcánicas y sedimentarias en un mar marginal, en el Cretácico inferior otro arco volcánico paralelo al anterior con depósitos similares se caracteriza por la presencia de un complejo ultra básico; el Mesozoico culmina con el depósito de sedimentos clásticos continentales. Para el Cenozoico se registra un emplazamiento batolítico de edad Terciario y el depósito posterior de los sedimentos clásticos del grupo balsas, al tiempo que comienzan las manifestaciones de vulcanismo andesítico que culmina con el depósito de ignimbritas durante el Oligoceno-Mioceno. El Cuaternario se caracteriza por el depósito de materiales no consolidados producto de procesos exógenos.

Las rocas de las secuencias metavolcánica y metasedimentaria, tanto del Jurásico Superior-Cretácico Inferior como del Cretácico Inferior, se encuentran deformadas con abundantes estructuras de pliegues asimétricos y de chevrón del orden métrico con microestructuras internas, existen fallas locales de desplazamiento lateral del orden de cientos de metros de longitud, que afectan principalmente a la secuencia sedimentaria del Cretácico Inferior.

El complejo ultra básico de arco, junto con los cuerpos de gabro y diorita, se adicionan por intrusión forzada de tipo diapiro. El elemento tectónico que representa el complejo Xolapa esenta foliación orientada predominantemente NNW e inclinada al NE con ángulos de 60° a 90°. Las rocas clásticas continentales presentan deformación de tipo compresional, evidente por la posición de los estratos que no definen estructuras plegadas. El emplazamiento del batolito granítico generado durante el terciario, afecto a las unidades Mesozoicas y produjo zonas de metamorfismo y alteración hidrotermal.

En el municipio de Acapulco de Juárez se presenta una predominancia de rocas metamórficas de tipo gneis del Jurásico con el 47.28% y mármol con el 0.28%, seguido de las rocas ígneas intrusivas, de tipo granito-granodiorita con el 22.98%, granodiorita con el 5.63% y granito con el 2.03%; las rocas ígneas extrusivas toba ácida ocupan el 0.74%. Las sedimentarias de tipo caliza un 0.07%. Finalmente, los suelos aluviales abarcan un 6.4%, los litorales un 1.47% y lacustres un 0.19%. Un 3.78% está cubierto por cuerpos de agua perenne (Laguna de Tres Palos, General Ambrosio Figueroa -La Venta y Laguna e Coyuca) y el 9.15% restante pertenece a las zonas urbanas del municipio. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 7. Geología del Municipio de Acapulco de Juárez.

Roca	Porcentaje (%)
Metamórfica:	
Gneis	47.28%
Mármol	0.28%
Ígnea intrusiva	
Granito	2.03%
Granito-granodiorita	22.98%
Granodiorita	5.63%
Ígnea extrusiva	
Toba ácida	0.74%
Sedimentaria: Caliza	0.07%
Suelo	
Aluvial	6.40%
Litoral	1.47%
Lacustre	0.19%
Cuerpos de agua	3.78%
Zonas urbanas	9.15%
Total	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

Geológicamente, el Sistema Ambiental Regional se asienta en su mayoría sobre suelo aluvial del Cenozoico del sistema Cuaternario con 1,999.24 hectáreas que representan el 87.15%, seguido de rocas metamórficas del Mesozoico del Sistema Jurásico con 293.96 hectáreas que son equivalentes al 12.81%, mientras el resto pertenecen a cuerpos de agua. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 8. Geología del Sistema Ambiental Regional.

Clave	Entidad	Clase	Tipo	Era	Sistema	Área (hectáreas)	Porcentaje (%)
H ₂ O	Cuerpo de agua perenne	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	0.75	0.03%
J(Gn)	Unidad cronoestratigráfica	Metamórfica	Gneis	Mesozoico	Jurásico	293.96	12.81%
Q(s)	Suelo	No aplica	No aplica	Cenozoico	Cuaternario	1999.24	87.15%
TOTAL						2293.95	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

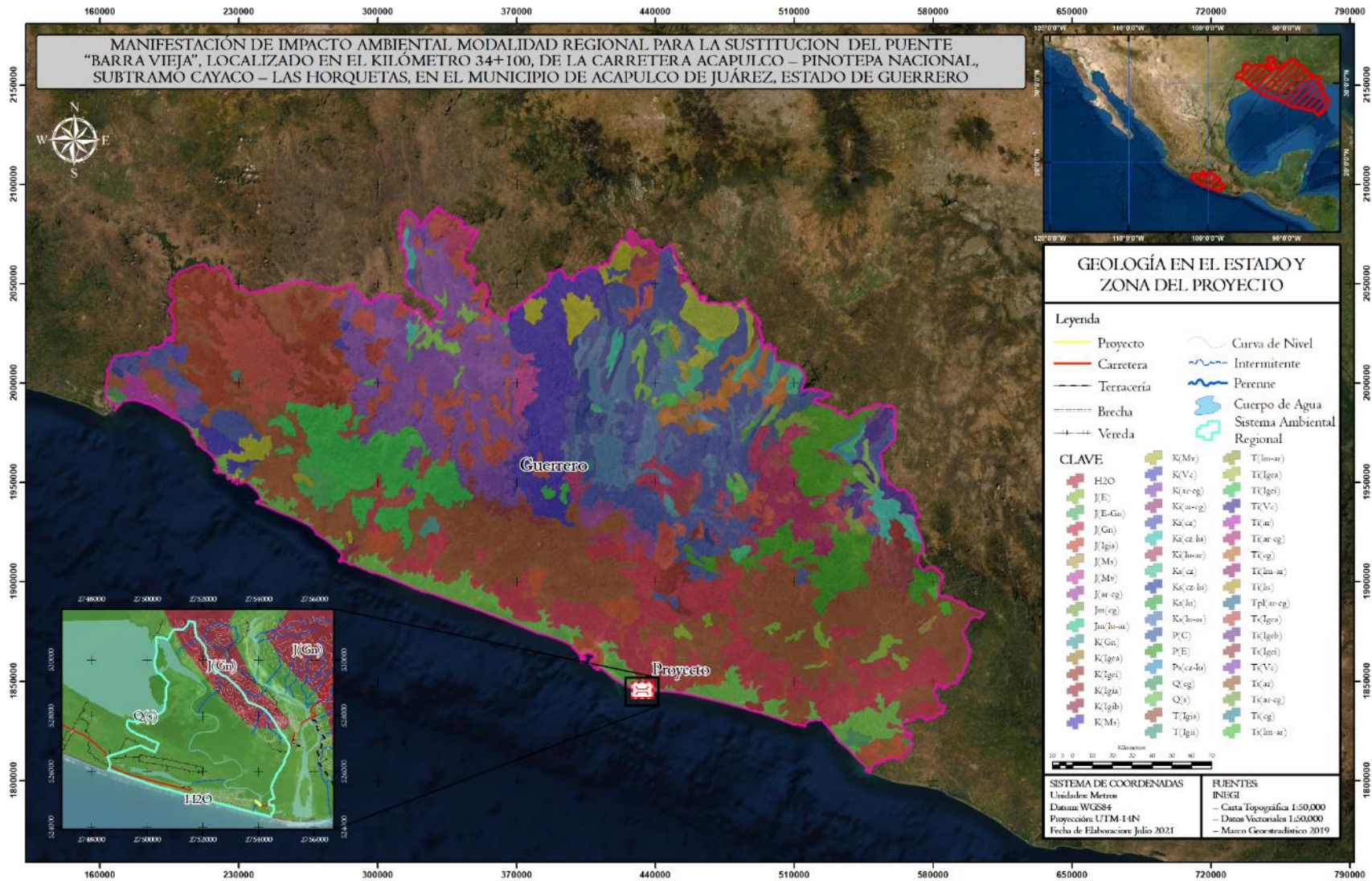
Suelos aluviales

Los suelos aluviales son depósitos transportados por el agua en movimiento y depositados cuando la velocidad del agua ha disminuido; estos materiales pueden ser de origen fluvial o lacustre y pueden contener partículas finas, gruesas o entremezcladas. Los depósitos aluviales generalmente, son estratificados y la permeabilidad en la dirección horizontal es mayor que en la dirección vertical. Los suelos aluviales, compuestos por arcilla tienden a ser blandos y los de arena tienden a ser sueltos. Debido a su poca cementación, los materiales aluviales son propensos a erosión y deslizamientos. En ocasiones, los suelos aluviales presentan una matriz de arcilla cementando los granos de arena, grava y limos. Estos cementantes son generalmente, óxidos de hierro o arcillas. Los suelos aluviales cementados forman, en ocasiones, terrazas altas con niveles freáticos colgados muy susceptibles a los deslizamientos.

Rocas Metamórficas

Son el resultado del Metamorfismo o recristalización de rocas ígneas y sedimentarias. En este proceso las rocas son sometidas a cambios texturales y mineralógicos, en tal forma que sus características originales son alteradas o completamente perdidas. Como consecuencia de esto, las rocas metamórficas exhiben un alto rango de características ingenieriles y comúnmente son muy útiles como materiales de construcción. Las características de comportamiento de los taludes en rocas metamórficas sanas dependen de sus patrones de fracturación y bandeamiento (Microestructura textura y estructura). La foliación y la esquistosidad presente en algunas rocas metamórficas las hacen muy susceptibles a la meteorización (Tabla 5.3). Las rocas metamórficas más comunes son la Cuarcita, el Neiss (Gneis), el Esquisto, La Serpentinita, la Pizarra, la Filita y el Mármol.

Imagen IV. 17. Geología de Guerrero y del Sistema Ambiental.



Fotografía IV. 2. Complejidad geológica presente en la zona del Proyecto.





Geología estructural y tectónica

La geología estructural, estudia la estructura de la corteza terrestre o de una determinada región, así como el reconocimiento de las estructuras tectónicas en un sector (fallas, diaclasas).

En geología, una falla es una fractura o zona de fracturas a lo largo de la cual ha ocurrido un desplazamiento relativo de los bloques paralelos a la fractura (Bates y Jackson, 1980). Esencialmente, una falla es una discontinuidad que se forma debido a la fractura de grandes bloques de rocas en la Tierra cuando las fuerzas tectónicas superan la resistencia de las rocas. El movimiento causante de esa dislocación puede tener diversas direcciones: vertical, horizontal o una combinación de ambas.

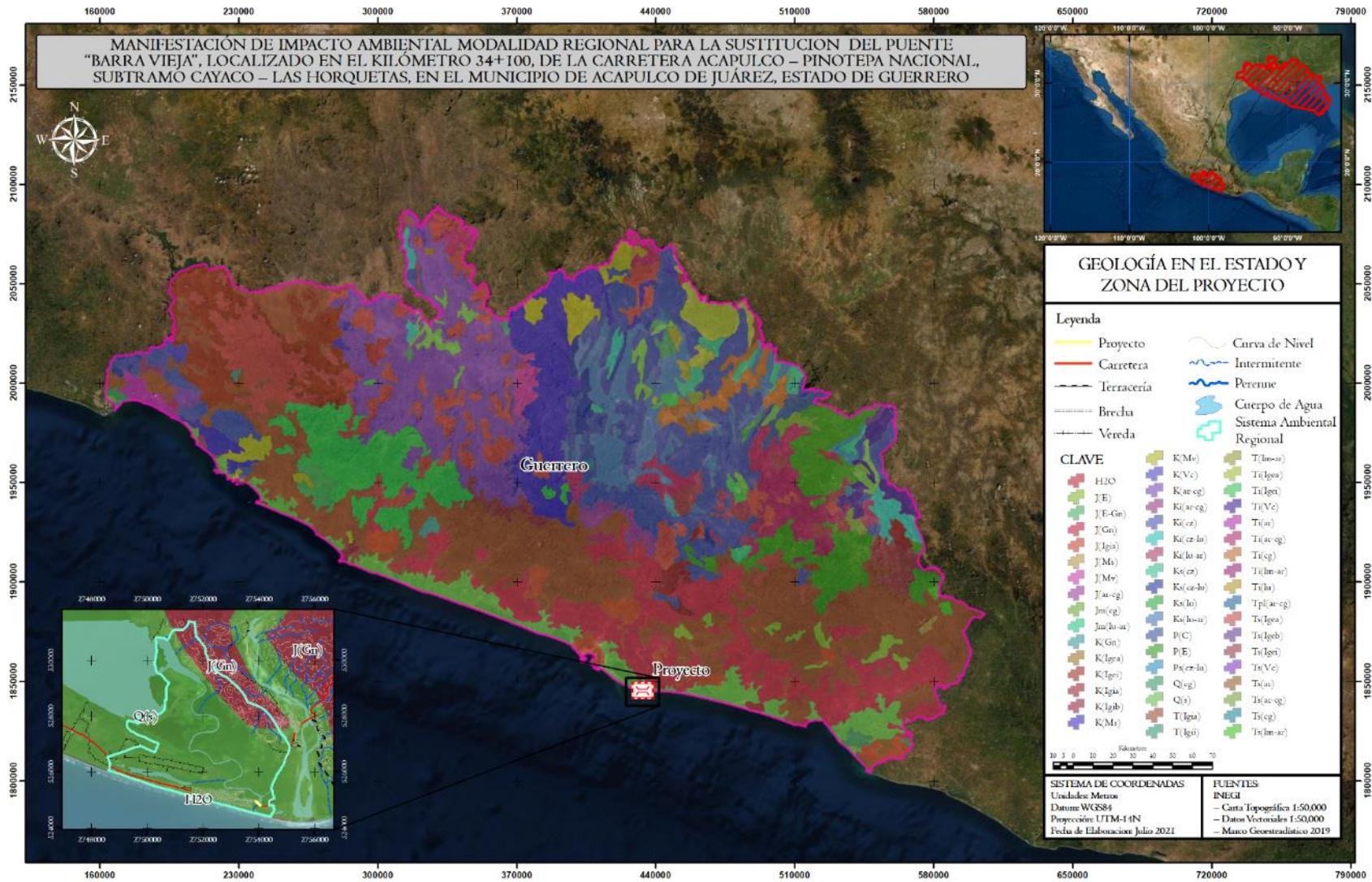
En este sentido es importante realizar un análisis para conocer si existen o no estructuras tectónicas de este tipo dentro del SAR y área del proyecto. El resultado del análisis cartográfico indica que no hay ningún tipo de estructura tectónica tales como fallas o fractures que crucen el área del proyecto, sin embargo, a continuación, se describe la entidad más cercana a este, la cual se encuentra dentro del municipio en la parte sur y a 5.63 kilómetros al norte del trazo del proyecto.

Tabla IV. 9. Fallas y/o fracturas del área de estudio.

Entidad	Tipo	Dirección	Des_bloque	Representa	Longitud	Distancia al área del proyecto
Fractura	No aplica	Noroeste-Sureste	No aplica	Definida	6.570 km	5.63 Km

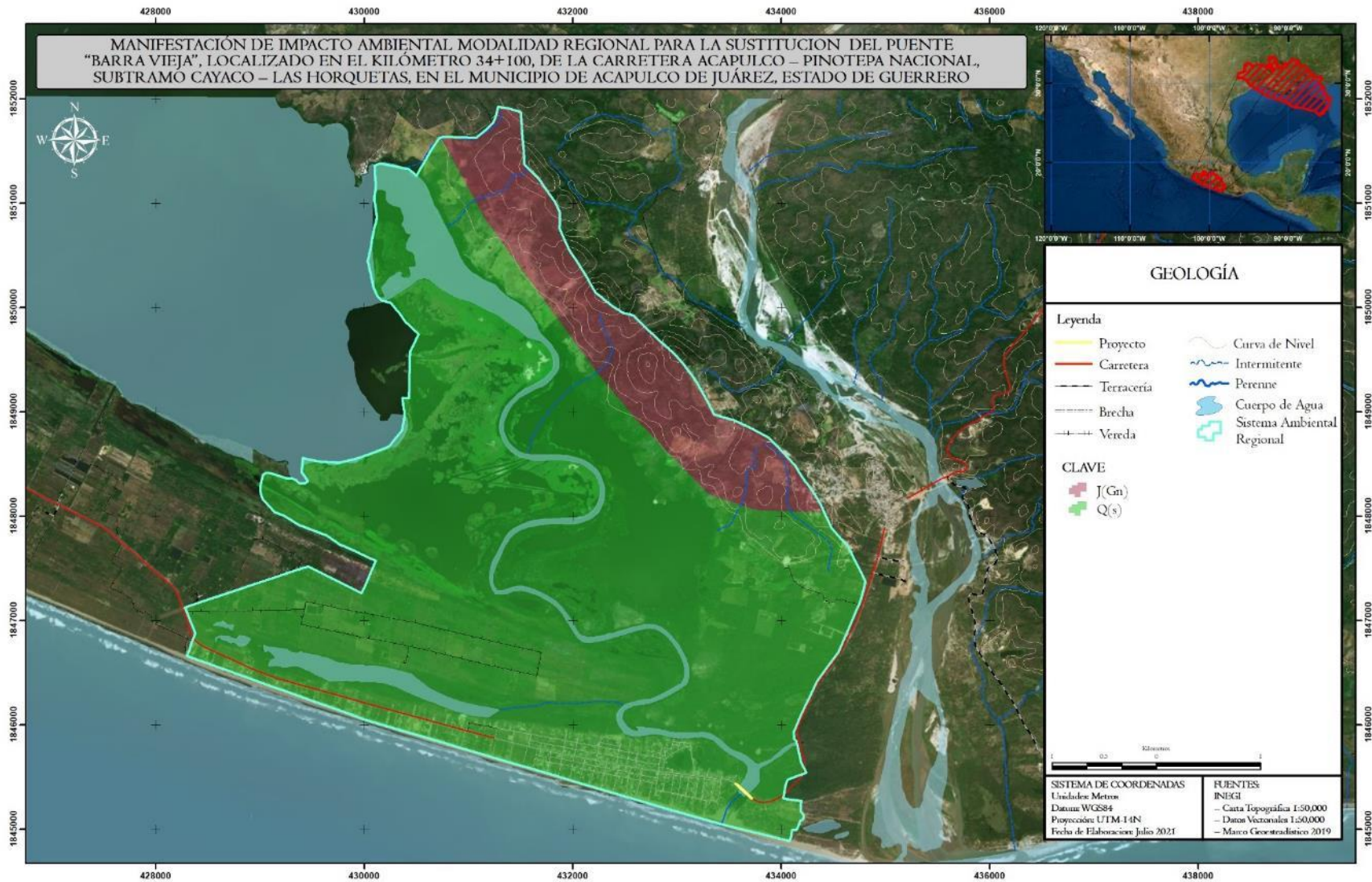
Fractura. Consiste en una ruptura de la corteza terrestre acompañado o no de un desplazamiento relativo de los bloques rocosos, también es denominada fractura.

Imagen IV. 18. Geología del Estado de Guerrero



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 19. Geología del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

SISMICIDAD.

Un sismo es un fenómeno que se produce por un rompimiento repentino de la cubierta rígida del planeta llamada corteza terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que se perciben como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables (CENAPRED, 2007). La República Mexicana se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo, el Cinturón de Fuego del Pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: Norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico (CENAPRED, 2007). La generación de los temblores más importantes en México por su magnitud y frecuencia se debe, básicamente, a dos tipos de movimientos entre placas: de subducción y desplazamiento lateral. El primero se da a lo largo de la porción costera entre Jalisco y Chiapas donde las placas de Rivera y Cocos penetran por debajo de la Norteamericana.

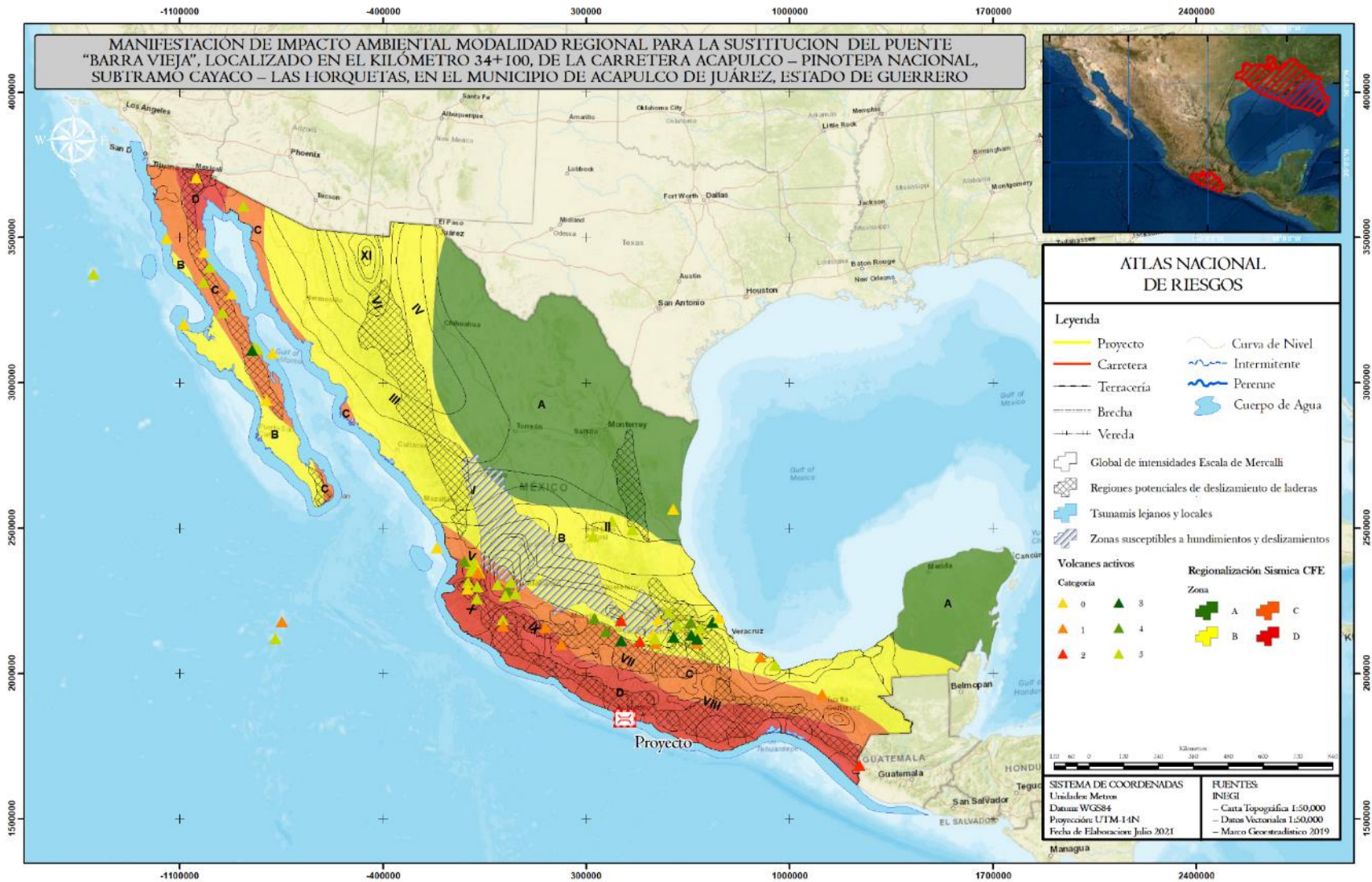
Por otra parte, entre la placa del Pacífico y la Norteamericana se observa un desplazamiento lateral; a diferencia de la subducción, es visible en la superficie del terreno, esto se verifica en la parte norte de la península de Baja California y a lo largo del Estado de California, en los Estados Unidos de América (CENAPRED, 2007). En el siglo pasado, ocurrieron 71 sismos de gran intensidad los que causaron daños materiales y víctimas. La tercera parte de la población de la República Mexicana vive en zonas de alto y muy alto peligro sísmico, coincidiendo con los Estados de mayor índice de marginación (Guerrero, Oaxaca y Chiapas). La zona con mayor potencial sísmico en el país se localiza en lo largo de la Costa del Estado de Guerrero, donde se estima podría ocurrir uno o dos terremotos de magnitud ocho. La alta densidad poblacional y los estratos geológicos de débil resistencia son las zonas susceptibles de ser impactadas violentamente por los sismos. La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Esto se realizó con fines de diseño antisísmico. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana desde inicios de siglo, grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El mapa que aparece en la siguiente imagen se generó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad (SGM, 2014).

Uno de los aspectos geólogo-geofísico importante del estado de Guerrero, es su posición en el marco regional de la zona de interacción entre las placas Norteamericana y Cocos Sur, bajo un mecanismo litosférico de subducción, altamente generador de sismicidad. Los temblores de gran magnitud se han presentado con epicentros en las costas de Michoacán, Guerrero y Oaxaca, principalmente de entre 7.0 - 8.0 grados Richters.

En el 2004, se registraron en total 315 sismos, de los cuales 192 fueron de 3 grados; 119 de 4 grados; y 3 de 5 grados. De las comunidades afectadas por los fenómenos geológicos, en el período 2003-2004, se registró mayor incidencia en el municipio Metlatónoc, Chilpancingo, Tlapa, Taxco y Chilapa. Y otras que le siguen en afectación son los municipios de Teloloapan, Tecpan, Alpoyeca, San Miguel Totoloapan y Alcozauca. Entre los cuales no se encuentra el municipio del proyecto.

Como se puede observar en la siguiente imagen el puente, así como el SAR se asientan sobre la zona D (peligro muy alto), en la cual se han registrado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Imagen IV. 20. Atlas Nacional de Riesgos.



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2.1.1.3 Suelo.

La parte exterior de la corteza terrestre está constituida por una capa de material fragmentario no consolidado al que se le denomina suelo. El suelo es un sistema complejo que se forma por la interacción continua y simultánea de la materia a partir del cual se origina, del clima, del tipo de vegetación, del tipo de fauna y de las condiciones particulares del relieve. El suelo es uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad y, con prácticas agropecuarias adecuadas, promover un equilibrio entre producción de alimentos e incremento del crecimiento demográfico.

El Estado de Guerrero presenta una gran variedad de suelos, sin embargo, dos tipos de suelos predominan en la superficie de la entidad, esto es, el regosol que cubre aproximadamente un 35%, mientras los litosoles cubren aproximadamente un 25% del estado.

En lo que se refiere al municipio de Acapulco de Juárez se presenta una predominancia de suelos de tipo Regosol con el 70.28%, le sigue el Leptosol con el 5.36% del territorio municipal y Phaeozem con únicamente el 5.11%, mientras el porcentaje faltante corresponde a distintos tipos de suelos, cuerpos de agua (Laguna de Tres Palos, General Ambrosio Figueroa -La Venta y Laguna e Coyuca) y la Zona Urbana. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 10. Edafología presente en el Municipio de Acapulco de Juárez.

Suelo dominante	Porcentaje (%)
Regosol	70.28%
Leptosol	5.36%
Phaeozem	5.11%
Luvisol	3.94%
Arenosol	1.27%
Solonchak	0.52%
Fluvisol	0.59%
Cuerpos de agua	3.78%
Zonas urbanas	9.15%
Total	100.00%

Fuente: INEGI, 2010.

En México, los **Regosoles** tienen sus mayores extensiones en la Sierra Madre Occidental y del Sur y en la Península de Baja California. Las variantes más comunes en el territorio son los **Regosoles** eútricos y calcáricos que se caracterizan por tener una capa órica, que cuando se retira la vegetación, se vuelve dura y costrosa lo que impide la penetración del agua hacia el subsuelo y dificulta el establecimiento de las plantas. Esta combinación (escasa cubierta vegetal y baja infiltración de agua al suelo) favorece la escorrentía superficial, y con ello, la erosión.

Los **Leptosoles** al igual que los Regosoles se consideran poco aptos para la agricultura o la ganadería. Se trata de suelos someros y poco desarrollados. Son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales, como las de la Península de Yucatán. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar. Aunado a ello, el calcio que contienen puede inmovilizar los nutrientes minerales, por lo que su uso agrícola es limitado si no se utilizan técnicas apropiadas, por ello, es preferible mantenerlos con la vegetación original.

Los **Phaeozems** acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.

CLAVE PARA LOS GRUPOS DE SUELOS DE REFERENCIA (GSR).

La Clave para los GSR en la WRB deriva de la Leyenda del Mapa de Suelos del Mundo. La historia detrás de la Clave para la Unidades Principales de Suelos del Mapa de Suelos del Mundo revela que está basada principalmente en la funcionalidad; la Clave fue concebida para derivar la clasificación correcta lo más eficientemente posible. La secuencia de Unidades Principales de Suelos era tal que el concepto central de los principales suelos aparecía casi automáticamente especificando brevemente un número limitado de horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico. La siguiente tabla proporciona una apreciación general y lógica para la secuencia de GSR en la Clave de la WRB. Los GSR se asignan a conjuntos sobre la base de *identificadores dominantes*, es decir los factores o procesos formadores de suelos que más claramente condicionan la formación del suelo. La secuencia miento de los grupos se hace de acuerdo con los siguientes principios:

1. Primero salen de la clave los suelos orgánicos para separarlos de los suelos inorgánicos (*Histosoles*).
2. La segunda diferencia principal en la WRB es reconocer la *actividad humana* como un factor formador de suelos, de ahí la posición de los *Antrosoles* y *Tecnosoles* después de los *Histosoles*, también parece lógico que sigan los recientemente introducidos *Tecnosoles* cerca del principio de la Clave, por las siguientes razones:
 - se puede separar suelos que no deberían tocarse (suelos tóxicos que deberían ser manipulados por expertos);
 - se obtiene un grupo homogéneo de suelos en *materiales extraños*;
 - los políticos y tomadores de decisiones que consulten la Clave van a encontrar inmediatamente estos suelos problemáticos.
3. Luego siguen los suelos con limitación severa para enraizamiento (*Criosoles* y *Leptosoles*).
4. Luego sigue un conjunto de GSR que están o han estado fuertemente influenciados por agua: *Vertisoles*, *Fluvisoles*, *Solonetz*, *Solonchaks* y *Gleysoles*.
5. El conjunto siguiente de suelos agrupa los GSR en los cuales la química del hierro (Fe) y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
6. Luego sigue un conjunto de suelos con agua "colgada": *Planosoles* y *Stagnosoles*.
7. El agrupamiento siguiente comprende suelos que ocurren principalmente en regiones de estepa y tienen un suelo superficial rico en humus y alta saturación con bases: *Chernozems*, *Kastanozems* y *Phaeozems*.
8. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
9. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
10. Finalmente se agrupan suelos relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo de perfil, o arenas muy homogéneas: *Umbrisoles*, *Arenosoles*, *Cambisoles* y *Regosoles*.

Tabla IV. 11. Clave Racionalizada para los Grupos de Suelos de Referencia de la WRB.

1. Suelos con gruesas capas orgánicas:	Histosoles
2. Suelos con fuerte influencia humana	
Suelos con uso agrícola prolongado e intensivo:	Antrosoles
Suelos que contienen muchos artefactos:	Tecnosoles
3. Suelos con enraizamiento limitado debido a permafrost o rocosidad somera	
Suelos afectados por hielo:	Criosoles
Suelos someros o extremadamente gravillosos:	Leptosoles
4. Suelos influenciados por agua	
Condiciones alternadas de saturación-sequía, ricos en arcillas expandibles:	Vertisoles
Planicies de inundación, marismas costeras:	Fluvisoles
Suelos alcalinos:	Solonetz
Enriquecimiento en sales por evaporación:	Solonchaks
Suelos afectados por agua subterránea:	Gleysoles
5. Suelos regulados por la química de Fe/Al	
Alofano o complejos Al-humus:	Andosoles
Queluviación y quiluviación:	Podzoles
Acumulación de Fe bajo condiciones hidromórficas:	Plintosoles
Arcilla de baja actividad, fijación de P, fuertemente estructurado:	Nitisoles
Dominancia de caolinita y sesquióxidos:	Ferralsoles
6. Suelos con agua estancada	
Discontinuidad textural abrupta:	Planosoles
Discontinuidad estructural o moderadamente textural:	Stagnosoles
7. Acumulación de materia orgánica, alta saturación con bases	
Típicamente mólico:	Chernozems
Transición a clima más seco:	Kastanozems
Transición a clima más húmedo:	Phaeozems
8. Acumulación de sales menos solubles o sustancias no salinas	
Yeso:	Gipsisoles
Sílice:	Durisoles
Carbonato de calcio:	Calcisoles
9. Suelos con subsuelo enriquecido en arcilla	
Lenguas albelúvicas:	Albeluvisols
Baja saturación con bases, arcillas de alta actividad:	Alisoles
Baja saturación con bases, arcillas de baja actividad:	Acrisols
Alta saturación con bases, arcilla de alta actividad:	Luvisols
Alta saturación con bases, arcilla de baja actividad:	Lixisoles
10. Suelos relativamente jóvenes o suelos con poco o ningún desarrollo de perfil	
Con suelo superficial oscuro ácido:	Umbrisols
Suelos arenosos:	Arenosols
Suelos moderadamente desarrollados:	Cambisoles
Suelos sin desarrollo significativo de perfil:	Regosoles

Fuente: IUSS Grupo de Trabajo WRB., 2007.

EL NIVEL DE CALIFICADOR.

En la WRB se distingue entre calificadores típicamente asociados, intergrados y otros calificadores. Los calificadores **típicamente asociados** se refieren en la Clave al GSR particular, por ejemplo, Hidrágrico o Plágico para los Antrosoles. Los calificadores **intergrados** son aquellos que reflejan criterios de diagnóstico importantes de otro GSR. La Clave de la WRB dicta la elección del GSR y en ese caso, el calificador intergrados proporciona el puente hacia otro GSR. Otros calificadores son aquellos que no están típicamente asociados y no transicionan hacia otro GSR. Este grupo refleja características tales como color, saturación con bases, y otras propiedades físicas y químicas siempre que no sean utilizadas como un calificador típicamente asociado a ese grupo particular.

Principios y uso de calificadores en la WRB Se usa un sistema de dos rangos para el nivel de calificadores, que comprende:

- **Calificadores grupo I:** *calificadores típicamente asociados y calificadores intergrados*; la secuencia de los calificadores intergrados sigue la de los GSR en la Clave de la WRB, con la excepción de los Arenosoles; este intergrado se ordena con los calificadores grupo II texturales (ver más abajo). Háplico cierra la lista de calificadores grupo I, indicando que no aplican calificadores típicamente asociados ni intergrados.
- **Calificadores grupo II:** *otros calificadores*, ordenados como sigue: (1) calificadores relacionados con horizontes, propiedades o materiales de diagnóstico; (2) calificadores relacionados con características químicas; (3) calificadores relacionados con características físicas; (4) calificadores relacionados con características mineralógicas; (5) calificadores relacionados con características superficiales; (6) calificadores relacionados con características texturales, incluyendo fragmentos gruesos; (7) calificadores relacionados con color; y (8) calificadores restantes.

En el Sistema Ambiental Regional prevalece la asociación de suelos feozem háplico-gleysol eutríco de textura gruesa (clave Hh+Ge/1) con 518.86 hectáreas que representan el 22.62% del SAR, este suelo se ha desarrollado en clima cálido subhúmedo Awo sobre la llanura costera con lagunas costeras salinas, en este tipo de suelo se desarrolló el manglar y la selva baja caducifolia que están siendo cambiados por la agricultura y las zonas urbanas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja. Enseguida se ubica la asociación de suelos regosol eutríco de textura gruesa (clave Re/1) con 495.10 hectáreas que representan el 21.58% del SAR, este suelo se ha desarrollado en clima cálido subhúmedo Awo sobre la llanura costera con lagunas costeras salinas, sobre esta asociación de suelos, topografía y clima se desarrolló la selva baja caducifolia que sufre una intensa presión antropogénica hacia el cambio de uso de suelo por la agricultura y las zonas urbanas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido). En tercer sitio la asociación de suelos regosol eutríco de textura gruesa con 480.8 hectáreas ocupan un 20.95% del Sistema Ambiental. Los tipos de suelo que se encuentran dentro del Sistema Ambiental se pueden verificar en la siguiente tabla y fotografía:

Tabla IV. 12. Asociaciones de suelo en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

CLAVE	SUELO 1	SUBSUELO 1	SUELO 2	SUBSUELO 2	TEXTUR A	FASE QUÍMICA	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
H2O	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	652.87	28.46%
Hh+Ge/1	Feozem	haplico	Gleysol	eutríco	Gruesa	Ninguno	518.86	22.62%
Lc+Bc/3/sn	Luvisol	crómico	Cambisol	crómico	Fina	Salina - S	2.95	0.13%
Zg+Re/1/n	Solonchak	gleyico	Regosol	eutríco	Gruesa	Sídica	143.59	6.26%

Re/1	Regosol	eutrico	Ninguno	Ninguno	Gruesa	Ninguno	495.10	21.58%
Re/1/G	Regosol	eutrico	Ninguno	Ninguno	Gruesa	Ninguno	480.58	20.95%
TOTAL							2293.95	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

En lo que respecta al proyecto se presenta únicamente la asociación de suelos que predomina en el Sistema Ambiental, es decir **regosol dúctico-Litosol (leptosol)-de textura media (clave Rd+I/2/LP)** en clima cálido subhúmedo Aw2, en elevaciones que oscilan entre los 665 msnm y los 773 msnm y descansando sobre rocas ígneas intrusivas ácidas (granito). Sobre este tipo de suelo se asienta el sabanoide y la vegetación secundaria arbórea y arbustiva de selva baja caducifolia.

DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE SUELO EN EL TRAZO DEL PROYECTO.

Rd+I/2/LP Grupo I (Rd)

Regosol

Los regosoles (del griego *reghos*, manto) son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Las variantes más comunes en el territorio, los regosoles éutricos y calcáricos, se caracterizan por estar recubiertos por una capa conocida como "ócrica", que, al ser retirada la vegetación, se vuelve dura y costrosa impidiendo la penetración de agua hacia el subsuelo. La consecuente sequedad y dureza del suelo es desfavorable para la germinación y el establecimiento de las plantas. El agua, al no poder penetrar al suelo, corre por la superficie provocando erosión.

Regosol dúctico. Es decir suelos arenosos con un 20% de arcilla, 18% de limo y 62% de arena, con estructura de bloques subangulares con un pH de 5 y profundidad de 55 centímetros.

Grupo II (I)

Leptosol

Los leptosoles (del griego *leptos*, delgado) se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo es el leptosol réndzico, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles por dos razones: su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales. Los leptosoles dominan la península de Yucatán, territorio que emergió del fondo oceánico en fecha relativamente reciente, por lo que sus suelos no han tenido ocasión de desarrollarse. En los principales sistemas montañosos también se encuentran leptosoles, allí donde las pendientes y la consecuente erosión imponen una restricción a la formación del suelo. La evolución lenta y la productividad reducida de los desiertos ocasiona igualmente que el suelo sea delgado. Ésta es la razón por la que los leptosoles son comunes en la Sierra Madre Oriental, Occidental y del Sur, así como en la vasta extensión del Desierto Chihuahuense.

Clase textural media. Suelos con equilibrio de arcilla, limo y arena. Son suelos que contienen menos de 35 a 40% de arcillas y menos de 50% de arena, tienen porosidad equilibrada que permiten buena aireación y drenaje, suelen

denominarse suelos francos. Estos suelos son considerados los ideales para la producción agrícola por su capacidad productiva, disponibilidad de agua y nutrimentos, aunque a medida que se incremente la proporción de limo aumenta la posibilidad de compactación en el suelo. Las texturas que conforman este grupo son franco limoso, franco, franco arcilloso arenoso, franco arcilloso limoso y franco arcilloso.

En las siguientes fotografías se pueden observar distintos cortes presentes a lo largo del trazo del camino, en ellos se aprecia el tipo de suelo que predomina alrededor de éste, es decir regosoles y gleysoles, aunque gran parte del puente Barra Vieja se asienta sobre el cuerpo de agua del estero de la Laguna Tres Palos. Mientras en la parte terrestre se observa la actual ocupación por parte del camino y de la zona urbana de la localidad de Barra Vieja en lo que antes prevalecían los regosoles y gleysoles.

Fotografía IV. 3. Tipos de suelos presentes en el Trazo del Proyecto.



Gleysols



Gleysols y regosols



Gleysols y Regosols



Regosols



Regosoles y gleysoles



Regosoles

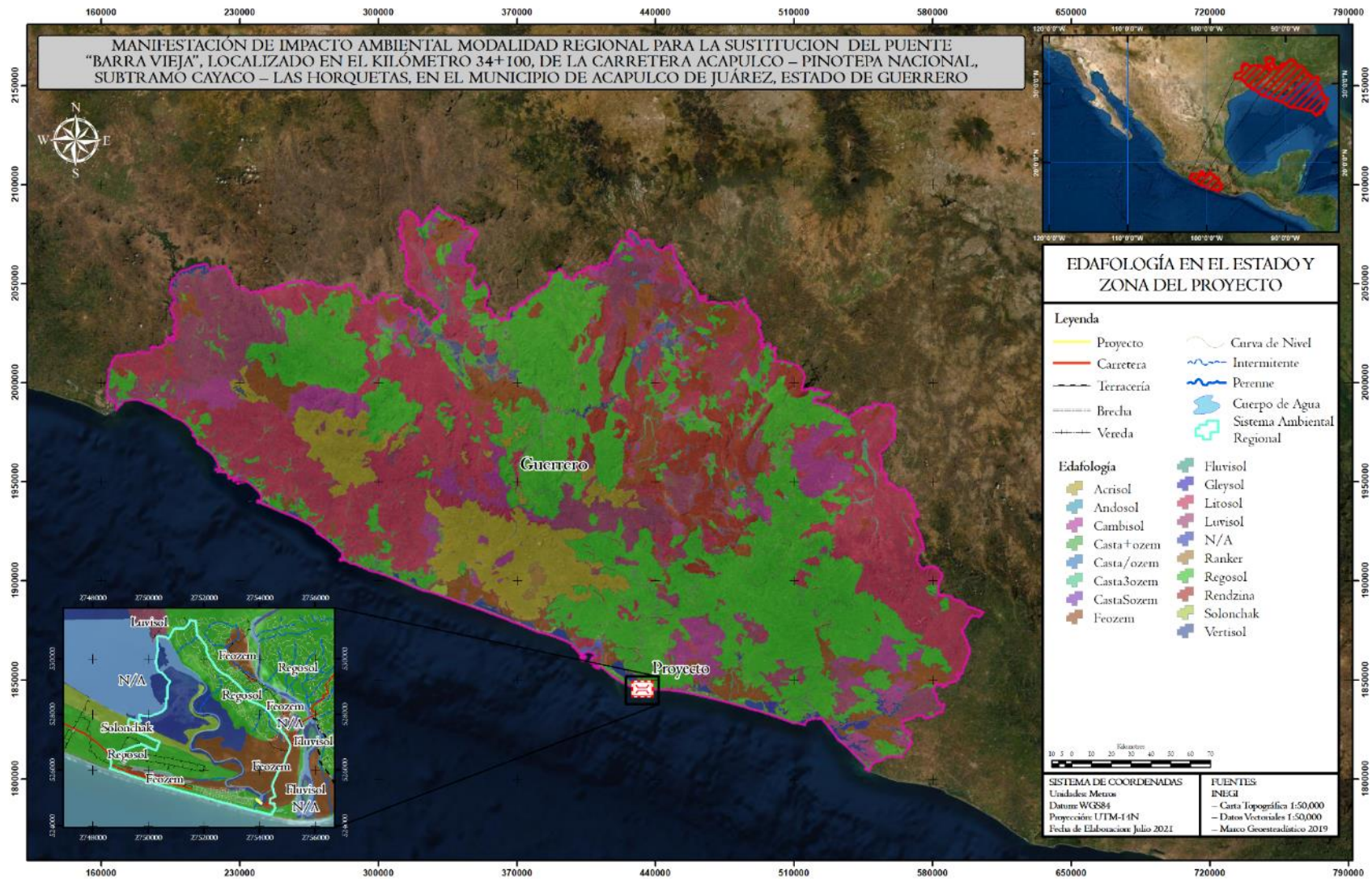


Regosoles y gleysoles



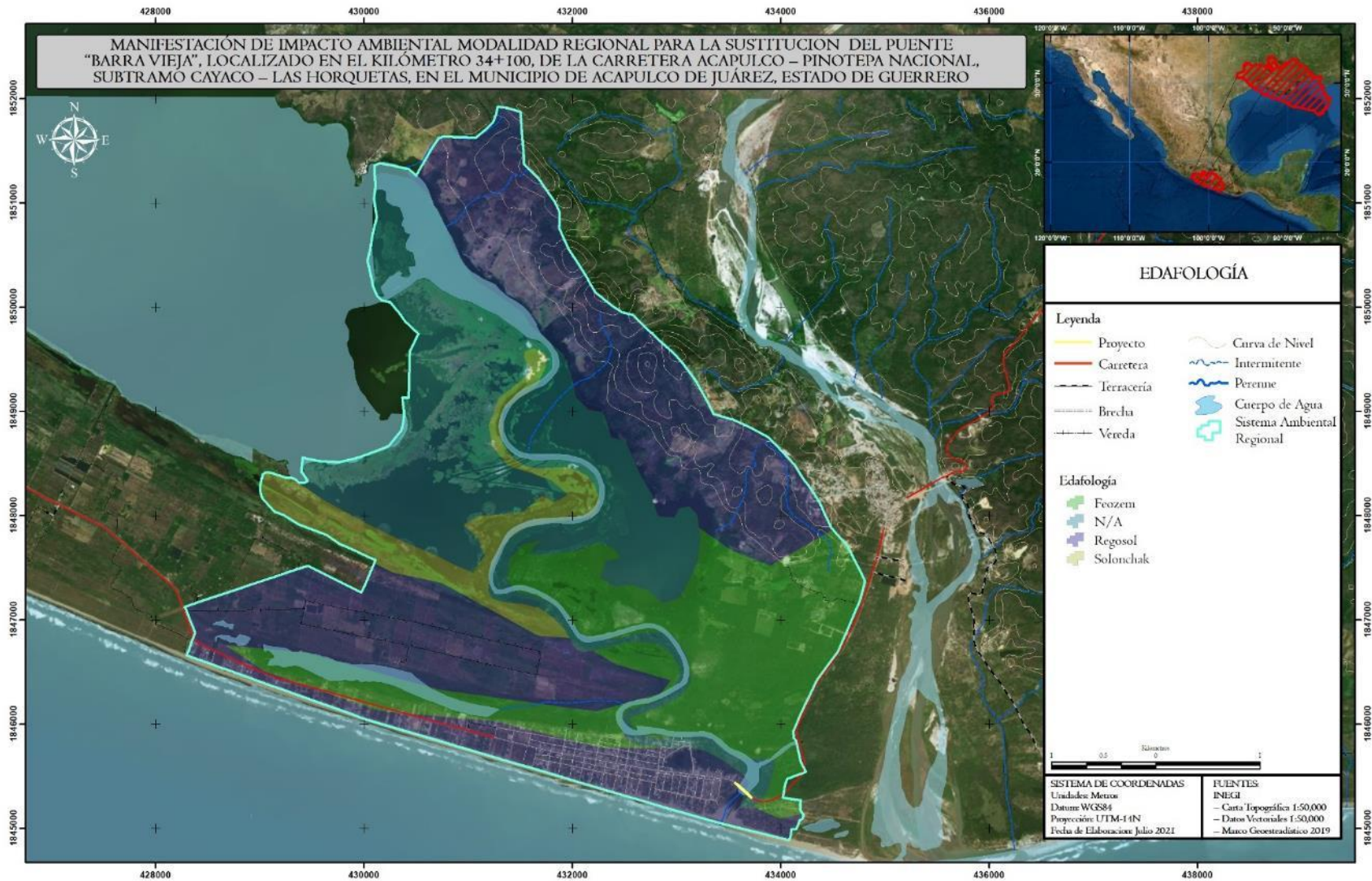
Regosoles y gleysoles

Imagen IV. 21. Edafología del Estado de Guerrero y del Proyecto



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 22. Asociaciones de suelo en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

IV.2.1.1.4 Hidrología.

El país está dividido en 37 regiones hidrológicas, tomando como base la orografía y la hidrografía. Una región hidrológica es un área que posee un relieve y escurrimiento superficial presenta características similares en su drenaje. Para el estado de Guerrero, RH18 Balsas, es la principal y la que ocupa mayor superficie territorial; las otras dos son la RH19 Costa Grande y la RH20 Costa Chica-Río Verde, ubicadas al Sur y Suroeste respectivamente. Las regiones hidrológicas se subdividen en cuencas y éstas a su vez en subcuencas. El área que les proporciona una parte o la totalidad del flujo de agua de una corriente y sus afluentes es considerada una cuenca, que está delimitada por un parteaguas.

El sistema montañoso de la Sierra Madre del Sur divide al Estado de Guerrero en dos partes en la dirección noroeste-sureste, formando un parteaguas entre las corrientes superficiales que vierten sus aguas directamente al Océano Pacífico y otros al río Balsas, que finalmente también lleva sus aguas al Pacífico. Separado por la misma divisoria superficial, el estado forma parte de dos Regiones Administrativas (RA), o Regiones Hidrológicas Administrativas, de la CNA, de un total de 13 en todo el país: la región IV Balsas al noroeste y la V Pacífico Sur al sureste. La división por las zonas hidrológicas tiene dependencia igual de los cambios del relieve en el estado y, también, de las diferencias en las características climatológicas; así, se presentan las zonas áridas en la Cuenca del río Balsas, las subhúmedas en la parte abierta al océano del territorio y en el filo de la Sierra Madre del Sur, y las húmedas, que se ubican en las extensiones boscosas muy altas. A su vez, las trece RA de la CNA de todo el país se subdividen en 37 Regiones Hidrológicas (RH) de acuerdo con los criterios geográficos para delimitar cuencas hidrográficas, con la restricción de que ningún municipio puede pertenecer a dos o más RH; y de las cuales tres están presentes en el territorio del estado de Guerrero.

El Municipio de Acapulco de Juárez pertenece a dos regiones hidrológicas, esto es a la RH Costa chica - Río verde (68.38%) y a la RH Costa grande (31.62%). Asimismo, el municipio se asienta sobre tres Cuencas, en su mayoría a la Cuenca R. Papagayo (49.66%), seguido de la Cuenca R. Atoyac y otros (31.62%) y en menor proporción a la Cuenca R. Nexpa y otros (18.72%). Además, el municipio pertenece a seis Subcuencas, mayormente a la Subcuenca R. Papagayo (48.14%), le sigue la Subcuenca del R. La Sabana (24.81%), a continuación, la Subcuenca de R. Cortés y Estancia (18.72%), finalmente, las Subcuencas de B. de Acapulco (6.73%), R. San Miguel (1.52%) y R. Coyuca (0.08%) de menor representatividad. En cuanto a las Corrientes de agua Perennes destacan las siguientes: Xaltianguis, La Sabana, La Joya, Papagayo, El Pozuelo, Aguacostla, Potrerillos, Moyoapa, Santa Rosa y Grande.

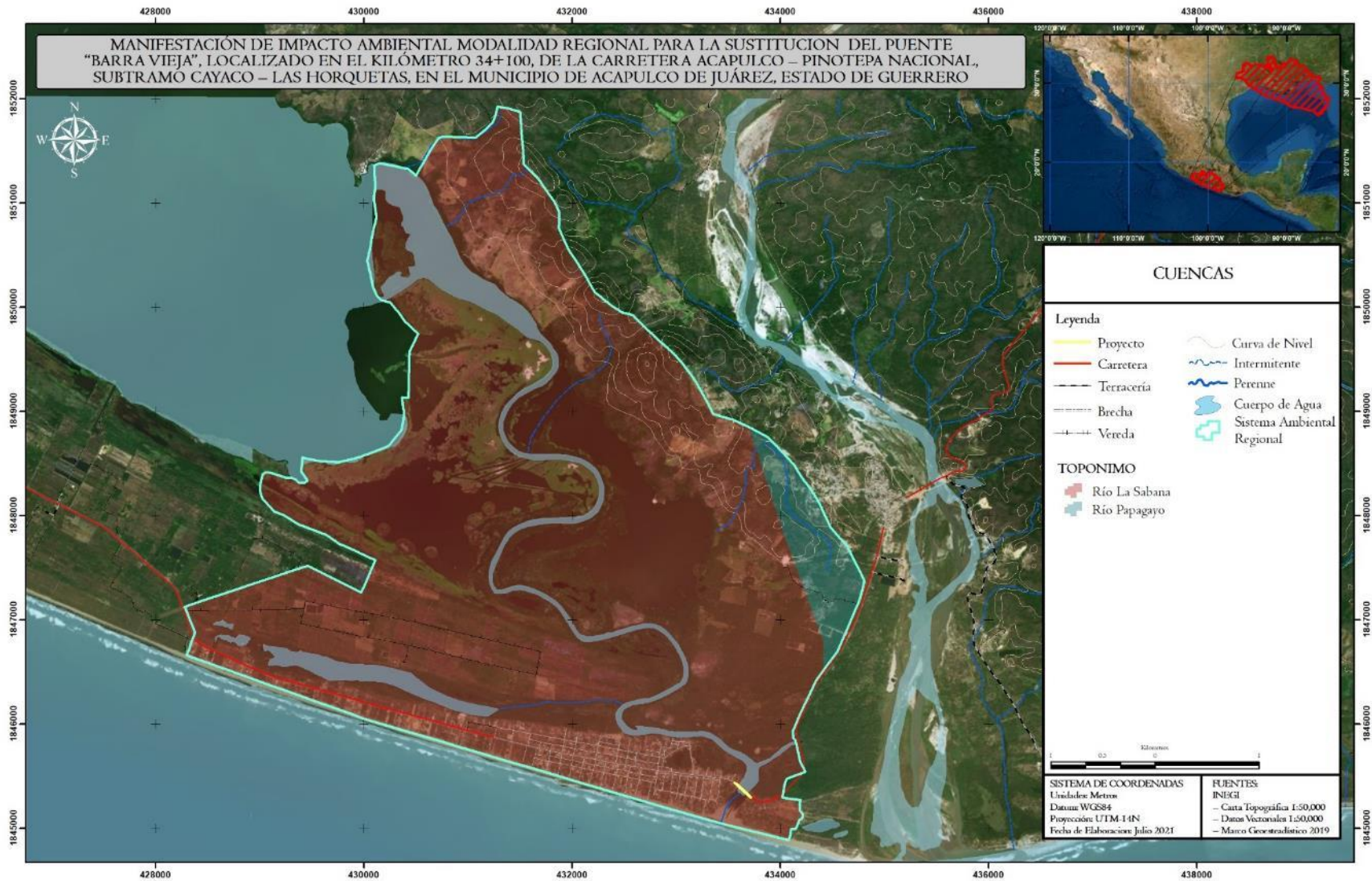
En tanto que, las corrientes de agua Intermitentes se indican las siguientes: El Gallinero, Agua Caliente, Apanguaque, Chacalapa, El Guapo, El Muerto, El Zapote, Grande, Infiernillo, La Cimarrona, La Garrapata, La Joya, La Lobera, Las Maromas, Las Minas, Lucía, Organito, Salado, San José, Seco, Tequihua, Tranquilas y Xalpatlahuac. Por último, los cuerpos de agua perennes ocupan un 3.78% del territorio municipal con los siguientes: Laguna Tres Palos, General Ambrosio Figueroa (La Venta) y Laguna de Coyuca

El trazo del proyecto se asienta en el canal meándrico de Barra Vieja con comportamiento estuarino en la época de verano de la Laguna Tres Palos, esta laguna se localiza a 25 km del puerto de Acapulco Guerrero, con una superficie de 55 km² y este sistema es alimentado por el Río “De la Sabana”. La Laguna Tres Palos es predominante oligohalina nueve meses al año, con influencia marina en la época de verano entre los meses de junio-octubre, momento propicio para que el canal meándrico de Barra Vieja se comporte como un estuario debido a que permite el intercambio de materia y energía entre el mar y la laguna. El Río “De la Sabana” nace en el cerro san Nicolás a una altitud de 600 msnm, drena 432 km, cuya longitud máxima es de 16 km, anchura conspicua de 6 km y su recorrido comprende 57 km para finalizar en la Laguna Tres Palos. Dicha laguna drena una superficie de 55 km² o sea 5500 ha, mantiene comunicación con el mar por medio de un canal meándrico de 12 km de longitud cuyo final se ubica en el poblado conocido como Barra Vieja. En seguida se muestran las imágenes y fotografías durante la visita de campo del puente Barra Vieja y del canal meándrico de la Laguna Tres Palos.

Fotografía IV. 4. Fotografías del Puente Barra Vieja.

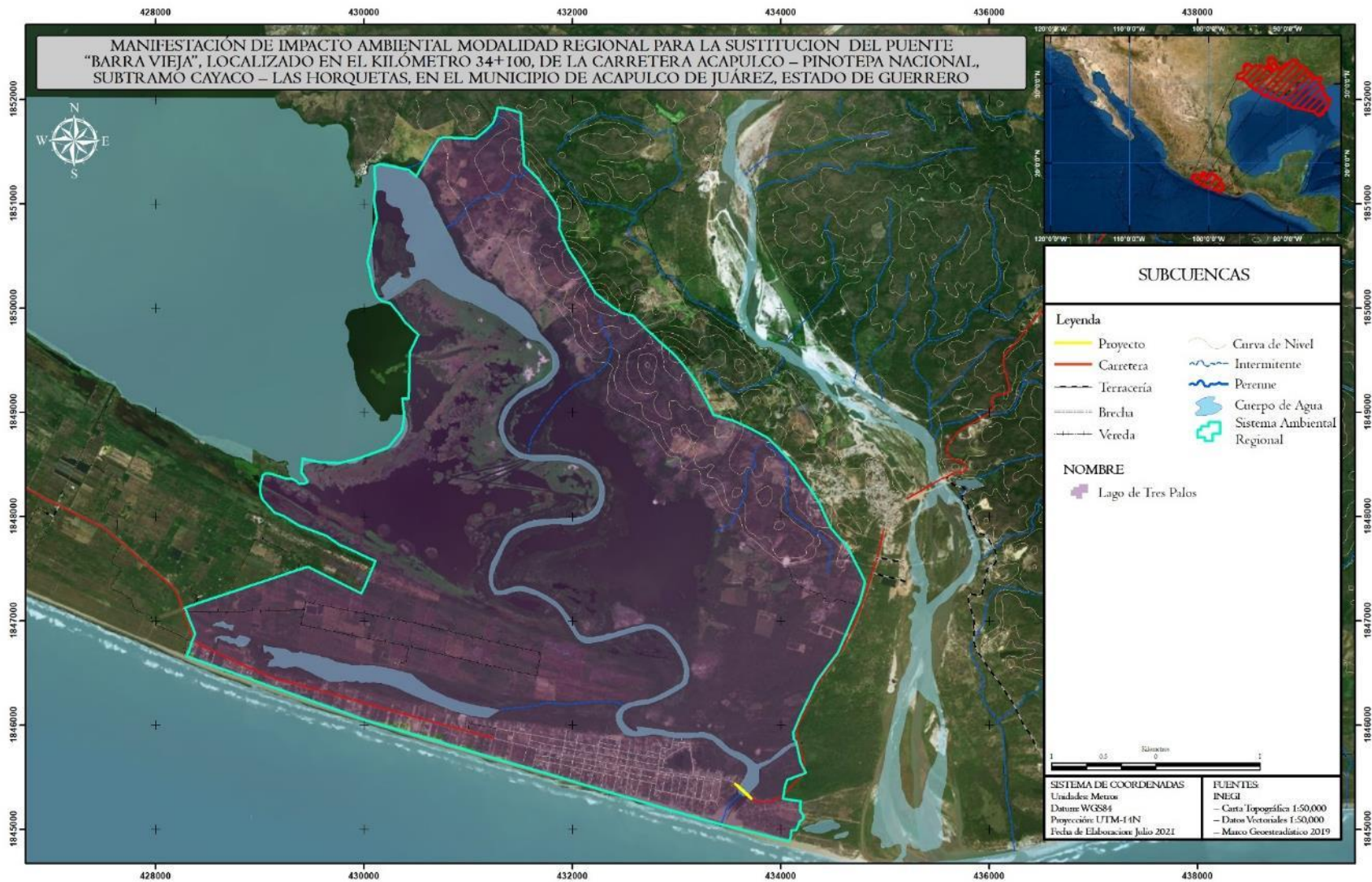


Imagen IV. 23. Cuencas Hidrológicas del Proyecto.



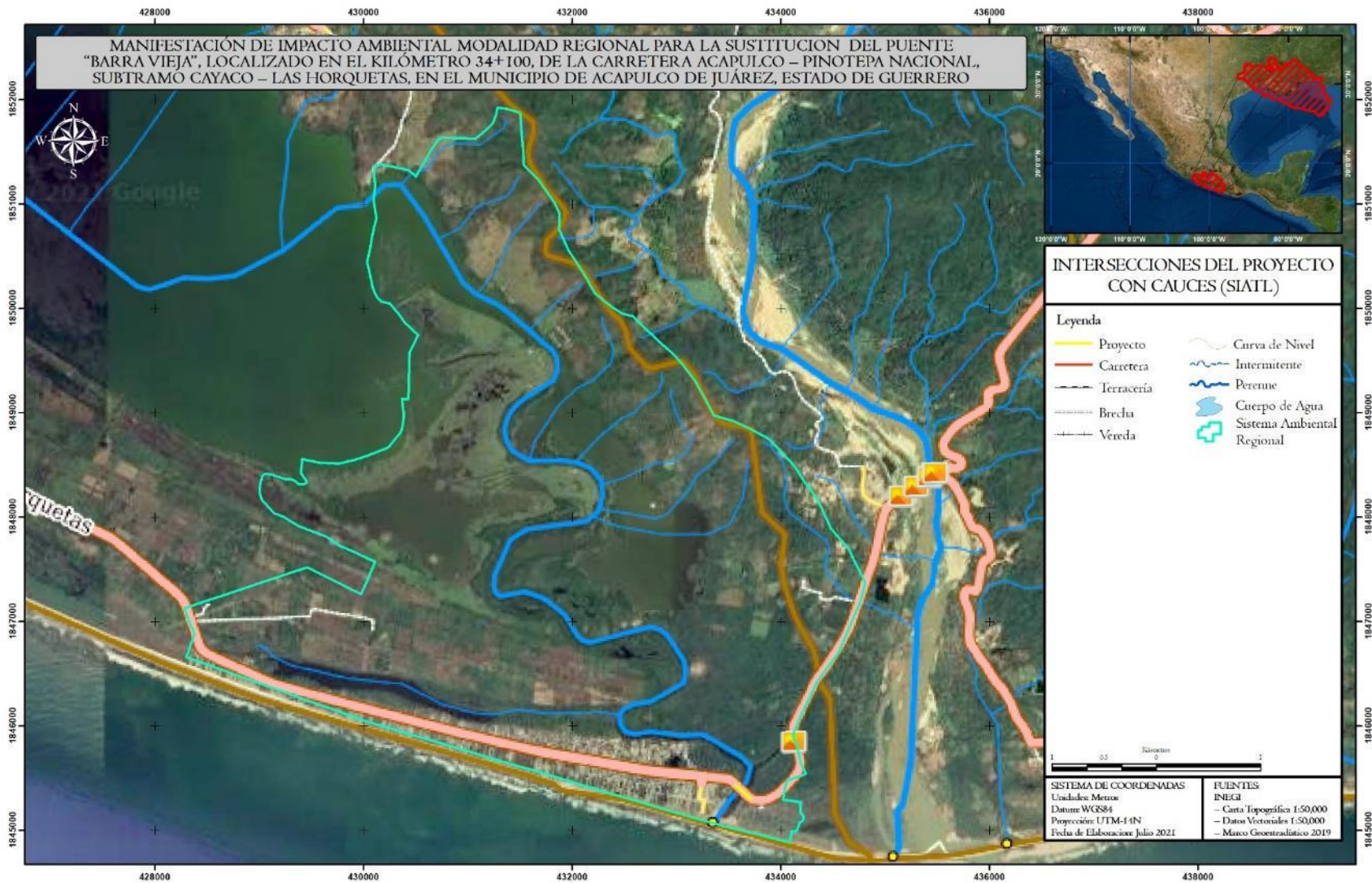
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 24. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 25. Simulador de flujos de agua de Cuencas Hidrográficas.

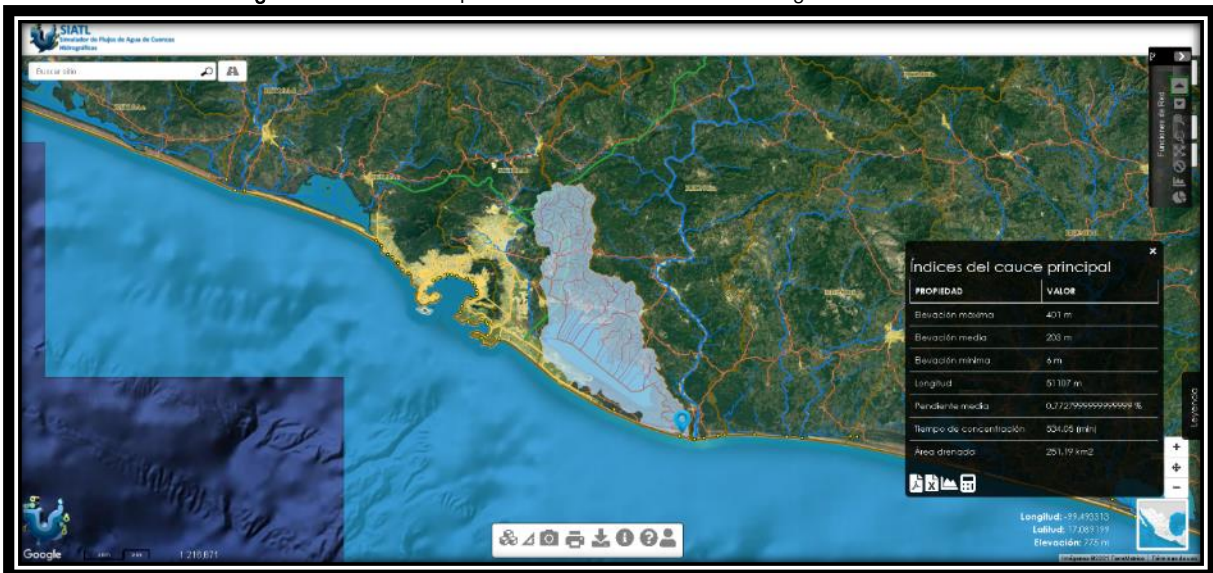


Fuente: BIOTA, 2021.

CANAL MEÁNDRICO DE LA LAGUNA TRES PALOS.

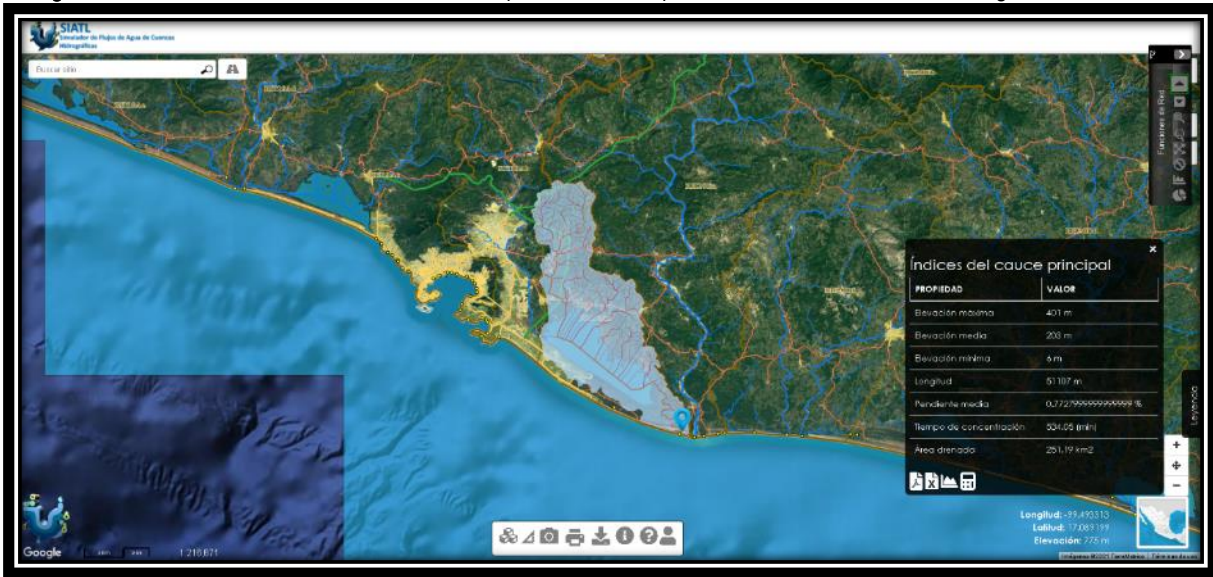
El motivo del presente estudio se trata de la sustitución del puente existente Barra Vieja. Dicho puente cruza el canal meándrico de la Laguna Tres Palos, como se mencionó en párrafos anteriores, esta laguna drena una superficie de 55 km² es decir 5,500 hectáreas, mantiene comunicación con el mar por medio de un canal meándrico de 12 km de longitud cuyo final se ubica en el poblado conocido como Barra Vieja, lugar donde se encuentra el proyecto. La Laguna Tres Palos se encuentra ubicada en la llamada Costa Chica del estado de Guerrero, a 25 km al este del puerto de Acapulco. Se localiza entre los 99°38” y 99°47” de Longitud Oeste, y a los 16°43” y 16°48” de Latitud Norte. En el extremo noreste desemboca el Río “De la Sabana”, que nace en el cerro de San Nicolás, en la Sierra Madre del Sur; la altitud del origen es de mil 600 msnm. Tiene un desarrollo aproximado de 57 km hasta la Laguna Tres Palos, en donde desemboca. El área drenada es de 432 km², aproximadamente. Sus dimensiones son de 16 km de longitud máxima y de 6 km en su anchura mayor, abarcando una superficie aproximada de 55 km² (5500 ha). Esta laguna se comunica al mar por medio de un canal sinuoso de aproximadamente 12 km de longitud, el cual principia en la porción oriente de la laguna y termina en el poblado de Barra Vieja. Las principales comunidades ribereñas con actividad pesquera son: Barra Vieja, Lomas de Chapultepec, La Estación, El Quemado, Punta de Casa, El Arenal, San Pedro las Playas, Tres Palos, La Poza y Plan de Los Amates. La Laguna Tres palos es predominantemente oligohalina la mayor parte del año, con influencia marina en época de avenida, cuando se abren comunicaciones con el mar. El canal de Barra Vieja tiene un comportamiento estuarino hasta conectarse con la laguna; en éste influye el tiempo de duración de la comunicación con el mar. Por ello se realiza un análisis en el SIATL de este cauce. Como se muestra en la imagen la cuenca en este punto de intersección tiene una superficie de 251.19 Km².

Imagen IV. 26. Cuenca para el canal meándrico de la Laguna Tres Palos.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

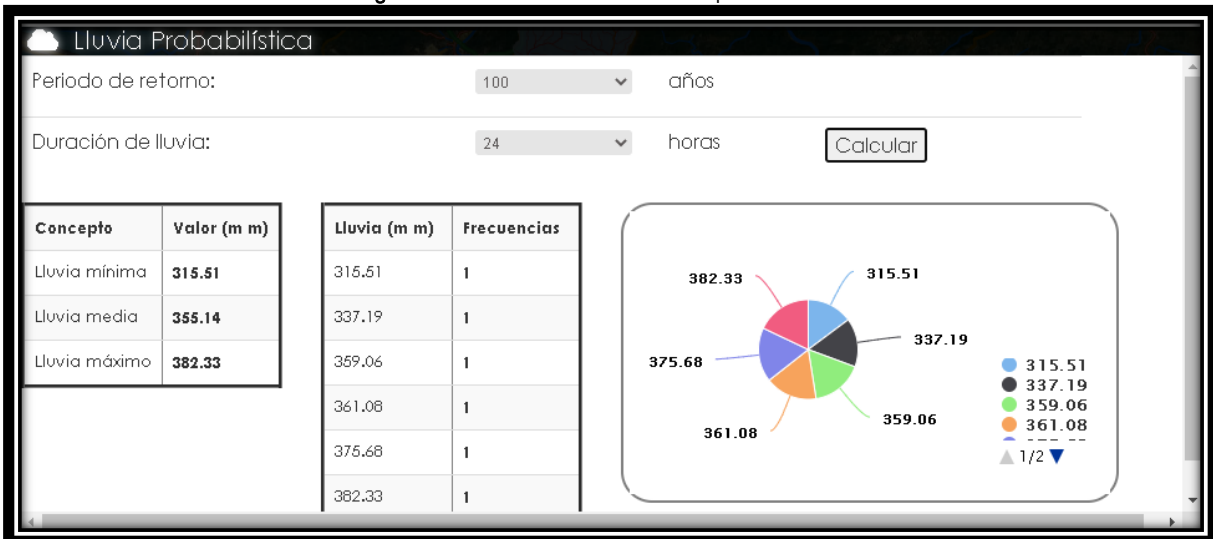
Imagen IV. 27. Modelado en tercera dimensión para la cuenca para el canal meándrico de la Laguna Tres Palos.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Una vez delimitada la superficie de la microcuenca estamos en condiciones de desarrollar una modelación de lluvia extraordinaria de 24 Hrs con un periodo de retorno de 100 años lo cual nos da la base para determinar su avenida máxima o caudal pico, por lo que considerando el incremento de la precipitación pluvial en la región durante los meses de Junio a Septiembre podemos determinar una lluvia probabilística de 355.14 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 28. Modelación de Lluvia para cuenca.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

A partir de esta información aplicamos el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” SIATL y obtenemos los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el “método racional”, lo cual nos permite determinar el caudal pico del cauce intermitente a lo largo de sus 51.11 Km de cauce:

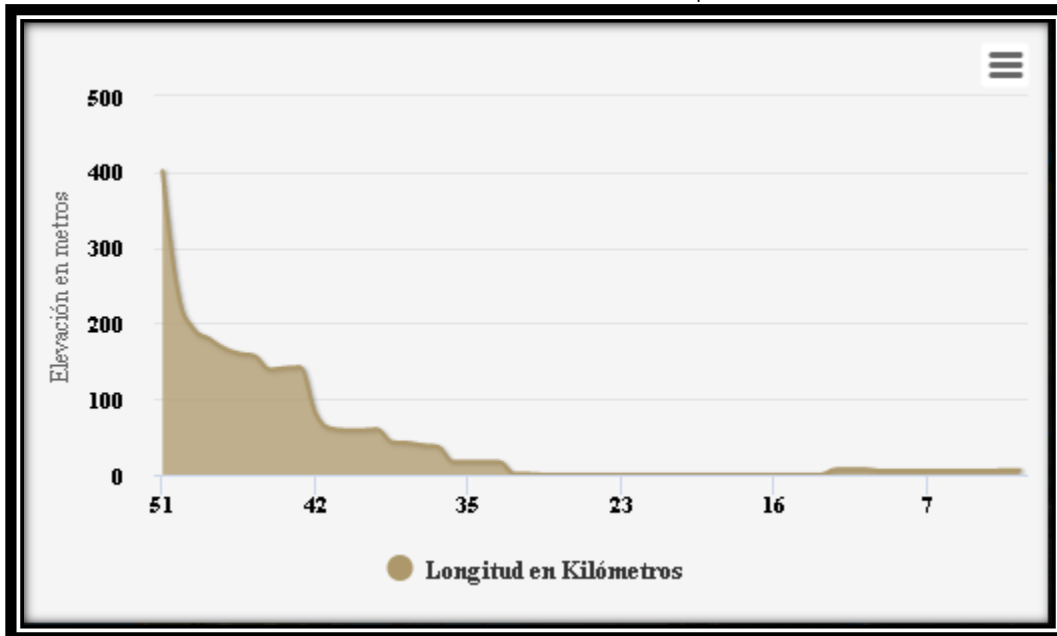
Tabla IV. 13. Índices morfométricos del cauce.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación máxima	401 m
Elevación media	203 m
Elevación mínima	6 m
Longitud	51107 m
Pendiente Media	0.77 %
Tiempo de Concentración	534.05 (minutos)
Área Drenada	251.19 km ²
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de escurrimiento	20 %
Lluvia	355.14 mm
Intensidad de Lluvia	39.90 mm/h
Caudal pico	556.80 m ³ /s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como a los largo de sus 51,107 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 401 msnm hasta los 6 metros sobre el nivel del mar, teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 556.80 m³/seg, con un tiempo de concentración de 534.05 minutos, lo cual significa un muy importante volumen de agua como gasto máximo extraordinario en el punto de confluencia con el puente por las condiciones serranas y de precipitación en la zona de gran escorrentía, principalmente en época de verano cuando el canal meándrico tiene comportamiento de estuario.

Gráfica IV. 2. Perfil de Elevaciones del Cauce para la cuenca.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Fotografía IV. 5. Canal meándrico de la Laguna Tres Palos.



Fuente: BIOTA, 2021.

Es importante señalar que, los efectos de la contaminación que experimenta la Laguna Tres palos han sido planteados por el sector pesquero, e incluyen problemas de salud, escasez de los productos pesqueros y presión económica sobre las comunidades pesqueras aledañas a la laguna.

Aunado a esto, el crecimiento progresivo de los núcleos poblacionales, el aumento de la densidad, sin la debida planificación ni estudios de impacto ambiental, son las causas principales de la aportación desmedida que contamina las aguas subterráneas, los ríos, lagos y mares, destruyendo la fauna y flora, rompiendo el equilibrio del ecosistema, así como la armonía entre el hombre y su medio.

Tomando en consideración que, los lagos, embalses y lagunas son corrientes tranquilas comparadas con las de los ríos, pero existe movimiento, aún dentro de estos reservorios de agua. El agua entra por corrientes que afluyen y por manantiales y acuíferos subterráneos, directamente por la lluvia, y salen mediante la descarga. El balance entre la entrada y la pérdida del líquido en un cuerpo de agua, indica que el agua tiene un tiempo de residencia hidráulico. Un factor importante en los procesos de mezcla en los lagos es la influencia del viento. Esto sucede porque el agua superficial, atacada por el viento, se mueve a una velocidad 2-3 % de la del viento, un fenómeno llamado deriva del viento.

El intercambio de especies químicas entre el agua y las capas de aire en contacto con ella es un proceso importante. Este es el medio mediante el cual el oxígeno atmosférico entra en el agua para proporcionar el oxígeno disuelto (OD) que necesitan los peces y otras especies aerobias. Los contaminantes del aire pueden entrar en el agua desde la atmosfera. En condiciones de alta actividad fotosintética de las algas, el oxígeno producido por éstas se libera al agua y al aire. La degradación de la materia orgánica puede sobresaturar el agua con dióxido de carbono (CO₂), lo que requiere su desprendimiento a la atmósfera. Los contaminantes volátiles del agua se pueden desplazar de ésta hacia la atmósfera. Los sedimentos son muy importantes en el transporte y destino químico en la hidrósfera. Esto es porque las sustancias, incluso contaminantes como los metales pesados o las sustancias orgánicas hidrófobas, se unen a las partículas mientras caen a través de la columna de agua y se incorporan a los sedimentos.

Aunque los sedimentos normalmente son depósitos de contaminantes y reducen su daño ambiental, también pueden proporcionar fuentes contaminantes que pueden movilizarse por procesos Físicos. Químicos o Bioquímicos. Las aguas residuales de fuentes domésticas, comerciales, de procesamiento de alimentos e industriales, contienen una amplia variedad de contaminantes, incluyendo contaminantes orgánicos. La disposición o evacuación de aguas residuales tratadas inadecuadamente, puede causar problemas severos.

Los detergentes sintéticos tienen buenas propiedades de limpieza y no forman sales insolubles con los iones de la “dureza” como Ca y Mg. Estos detergentes sintéticos tienen la ventaja adicional de ser sales de ácidos relativamente fuertes y, por consiguiente, no precipitan en las aguas ácidas como ácidos insolubles, una característica indeseable de los jabones. El potencial de los detergentes para contaminar el agua es alto debido a su uso extensivo en distintos mercados, tanto de consumidores, como en ámbitos institucionales e industriales.

Dentro de este tipo de contaminación, dependientes de la actividad humana, pueden citarse los fertilizantes y pesticidas. El suelo representa un soporte de contaminantes, cuyo arrastre y eliminación dependen de la intensidad de la lluvia, de las escorrentías, de las partículas del suelo, de la protección de la superficie y de la absorción de las plantas y/o algas. Por otro lado, la contaminación generada, dependerá de los productos químicos utilizados y de las dosificaciones utilizadas.

De acuerdo con la tesis doctoral: “*Caracterización de la Contaminación de la Laguna de Tres Palos, Desarrollo Habitacional e Industrial Desordenado*”, por la Universidad Autónoma de Guerrero Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Fernando Ortiz Maldonado, en enero del 2014 realizó un estudio de determinados diversos parámetros físico-químicos en agua de la Laguna Tres Palos, Guerrero, por un período de 12 meses, durante el año 2011. Con

el objetivo de conocer el grado y tipos de contaminación, para elaborar una propuesta que ayude a mitigar el impacto ambiental generado por las industrias y desarrollos habitacionales en las zonas circundantes a este cuerpo lagunar.

De acuerdo con esto, se obtuvo lo siguiente:

Se agruparon 4 diferentes estaciones de muestreo en cuatro zonas de la Laguna, esto es, Norte, Oeste, Sur y Este. Específicamente al norte el San Pedro Las Playas en La Estación con interior a 100 metros, al oeste en Tres Palos en La Poza, al sur en Unidad Vicente Guerrero en Viveristas y al este en Barra Vieja en Plan de los Amates con interior a 100 metros. Siendo esta zona de estudio, la de interés para el presente estudio de Impacto Ambiental. Se eligieron los puntos de muestreo de acuerdo a la Densidad Demográfica, a la Intensidad de la Actividad Económica y a la ubicación Geográfica. Los valores expresados son promedio de tres determinaciones analíticas por cada zona de muestreo, en la orilla de los poblados y 100 metros al interior de la laguna, frente a cada estación de muestreo.

Según los valores promedio obtenidos en las 4 zonas de estudio de la Laguna Tres Palos, comparados con los límites máximos permisibles de **temperatura**, de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se observa que los valores de temperatura se encuentran entre los rangos de 28 a 31 °C y ningún valor rebasó los límites máximos permisibles (40°C). Las temperaturas observadas se encuentran en la clasificación mesofílica y esto permite concluir que toda la región hidrológica de la Laguna Tres Palos contiene una estabilidad homogénea en sus procesos naturales de vida acuática vegetal, animal y microscópica.

En lo referente al **pH**, los valores obtenidos en las cuatro zonas de estudio de la Laguna Tres Palos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM- 001-SEMARNAT-1996.

En la zona Norte se observa que presenta los valores más altos de pH con respecto a las demás zonas. Esto puede ocurrir por varios factores, uno de ellos es la alta presencia de Nitratos en la zona, a mayores concentraciones de Nitratos se tienen valores superiores al pH neutro (7.0). Otro factor son los residuos que se generan a partir de las actividades pesqueras de la zona, dichos residuos elevan también el valor del pH y pueden llevarlo a condiciones alcalinas. A pesar de que el pH en la zona Norte se encuentra dentro de los límites máximos permisibles, estos valores pueden ser un indicador de que sus valores son influidos directamente por las actividades del hombre.

La zona Oeste presenta valores menores a los de la zona Norte. Esta zona también presenta tendencia alcalina (valores superiores a 7.0) y esto se puede correlacionar con los valores de Nitratos que presenta y que son inferiores que la zona Norte.

Tanto para la zona Norte como la zona Oeste, los valores del pH pueden seguir aumentando si no hay un control en la materia orgánica que se desecha a este cuerpo receptor; pero también puede ocurrir el efecto inverso, puede haber una reducción de los valores del pH y cambiar de condición alcalina a la ácida (valores inferiores de 7.0), esto se puede deber a las bajas concentraciones de Oxígeno Disuelto presentes y que pueden darse condiciones anaeróbicas donde los Sulfatos presentes puedan ser reducidos a iones Sulfuro o incluso llegar a formar el ácido sulfhídrico teniendo valores de pH por debajo de 3.

Los valores en las zonas Sur y Este son muy cercanos a los valores neutros (7.0) por lo que se deduce que son zonas con cargas bajas de contaminantes o nulas. Haciendo una correlación con los Nitratos se observa que las concentraciones son bajas en comparación a las de las otras dos zonas por lo que se deduce que las concentraciones de Nitratos pueden ser directamente proporcionales con los valores que se tengan de pH.

Ahora bien, los resultados obtenidos a lo largo de las 52 semanas muestran el comportamiento de la **Conductividad Eléctrica** en las cuatro zonas de muestreo que conformaron a la Laguna Tres Palos. Se observa que en las zonas Norte y Oeste, los valores se encuentran en el rango inferior a los 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que se puede concluir que

en estas zonas el agua de la laguna tiene poca influencia salina del mar; es el área más “dulce” de la laguna. Tener entonces valores cercanos a los mencionados anteriormente es un indicador de la presencia de contaminación orgánica.

Comúnmente el 48 % de la Conductividad Eléctrica se le atribuye a la presencia de sales que son englobados en los Sólidos Disueltos Totales y al resto del porcentaje a factores de contaminación de tipo doméstica (sólo en conductividades no mayores a los 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

En el caso de las zonas Sur y Este, se observan valores superiores a los 22000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos valores se asocian a la influencia del mar debido a la cercanía que tiene ambas zonas con las mismas. A pesar de los valores altos de Conductividad Eléctrica presentes, no se relaciona con la presencia de contaminantes debido a los valores que se obtuvieron de Demanda Bioquímica de Oxígeno (como se muestra en la tabla de resultados y su gráfica), la presencia de contaminación es menor. Las altas concentraciones se explican por las concentraciones presentes del cloruro de sodio, iones cloruros que son los elementos predominantes en las concentraciones de Conductividad Eléctrica cuando se trata de agua de mar.

No hay valores de referencia que se puedan utilizar como límite máximo permisible por norma alguna. Por experiencia se sabe que valores inferiores a los 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ son los ideales para su uso y consumo humano. En el caso de cuerpos receptores de aguas dulces como es el caso de la Laguna Tres Palos, valores inferiores a los 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ son los ideales para hablar de contaminación ausente o moderada.

A falta de un límite máximo permisible, se recomienda que la Conductividad Eléctrica sea comparada y relacionada (en caso de ser posible) con los demás parámetros de estudio para saber el grado de contaminación que pueda ser factor en cada valor obtenido, específicamente con Salinidad, SDT y DBO5.

La **Salinidad** tiene la misma situación ya explicada en la Conductividad Eléctrica. Los resultados muestran que las zonas Este y Sur tiene fuerte influencia del mar y las zonas restantes tienen una influencia inferior. La Salinidad también se le puede relacionar con presencia del Oxígeno Disuelto, a mayor porcentaje de Salinidad es menor la concentración del Oxígeno Disuelto presente.

Se concluye que el 50% de la laguna tiene una influencia del mar debido a que su porcentaje de salinidad supera el 1.5 % y que es algo característico en lagunas cercanas al mar.

El contenido de **Materia Flotante** es un indicador de la presencia constante de las actividades humanas que afectan las condiciones ambientales de la Laguna Tres Palos. La gráfica muestra que las zonas Norte y Oeste tienen presencia de Materia Flotante. Se observó la presencia de plásticos (bolsas), envases de refrescos, residuos del fileteado del pescado, vasos, etc.

La presencia de Materia Flotante es un indicador primario de lo que puede haber en otros parámetros indicadores de la contaminación; por ejemplo la presencia elevada de DBO5 es una confirmación de la relación que puede haber con la presencia de la materia flotante.

En la zona Sur sólo hubo presencia en cuatro de las 52 semanas que se hicieron los muestreos y análisis. Es baja comparado con las zonas Norte y Oeste por lo que se puede concluir que la zona Sur no tiene problemas de Materia Flotante. La zona Este es la única zona donde no hubo la presencia de algún elemento que se le pueda considerar como Materia Flotante.

La Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, indica que no debe de haber

presencia alguna de materia flotante por lo que las zonas Norte, Oeste y Sur tienen valores que rebasan los límites máximos permisibles violando los lineamientos de la norma y perjudicando al entorno ecológico.

De acuerdo con los resultados obtenidos para el **Oxígeno Disuelto (OD)**, se tiene una interpretación diferente con respecto a los demás parámetros. Su particularidad es que los límites que se muestran son valores óptimos recomendados por diversos investigadores y autoridades en materia sanitaria. El OD tiene una relación inversa con las concentraciones de Salinidad y Temperatura. A mayor Salinidad, menor concentración de OD (para 1000 mg/L de Salinidad en un rango de Temperatura de 30 a 32 °C, el valor óptimo de OD es de 6.9 mg/L), e igualmente, a mayor Temperatura, menores concentraciones de OD. En teoría, estar por debajo de las líneas de valores óptimos, no es algo para preocuparse.

Las zonas Norte y Oeste contienen % de Salinidad menores a 10000 mg/L, por lo que se esperan, en condiciones naturales (sin presencia de contaminantes) valores de concentración de OD superiores a 6.9 mg/L (para aguas dulces, el valor óptimo recomendado es de 7.6 mg/L). Sin embargo, durante las 52 semanas de estudio, se detectaron y cuantificaron concentraciones de OD inferiores a 3 mg/L para la Zona Norte y valores no mayores a 5 mg/L para la zona Oeste. Estos valores no corresponden a los valores óptimos que debe de tener un cuerpo receptor como la Laguna Tres Palos, lo cual pudiera ser un indicador de la presencia de diversos agentes contaminantes que influyen directamente en la disminución del OD por diversos mecanismos, tales como procesos oxidativos biológicos de microorganismos (hidrólisis de proteínas, glucólisis, etc.), así como de procesos químicos inorgánicos (reducción de Nitratos a Nitritos, de Sulfatos a Sulfuro de Hidrógeno, foto-oxidación, degradación oxidativa del carbono, entre otras).

Las zonas Sur y Este tienen las mayores concentraciones de Salinidad (1000 mg/L); los valores obtenidos están cercanos a los óptimos para aguas salinas, con concentraciones aproximadas de 10000 mg/L de Salinidad. Esto significa que las zonas Sur y Este presentan condiciones aeróbicas apropiadas para el desarrollo natural del ecosistema de la Laguna Tres Palos.

La presencia de **Cloro Residual** es una evidencia de la desinfección que se da a las aguas residuales crudas y/o tratadas con el propósito de eliminar los microorganismos patógenos indicadores de contaminación (coliformes fecales).

En la zona Norte no hubo presencia de Cloro de Residual durante el período de muestreo. En la zona Oeste hubo 14 muestras con presencia de Cloro Residual, en la Sur 11 y en la Este 2. La presencia de Cloro Residual en la zona Oeste puede ser influenciada por las descargas del Río “De la Sabana”, que desemboca en esa zona. En la zona Sur puede explicarse la presencia de Cloro Residual, porque existe una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Unidad Habitacional Vicente Guerrero 2000, y sus efluentes son clorados como parte del proceso de depuración.

En años recientes se ha visto que la cloración produce trihalometanos y otras sustancias orgánicas que afectan la salud. En consecuencia está aumentando el uso de desinfectantes alternativos como el dióxido de cloro y el ozono, que no ocasiona este problema. El experto ambiental necesita entender la química de estos desinfectantes así como sus limitaciones.

Las zonas Norte y Oeste, presentaron valores de **Sólidos Disueltos Totales (SDT)** entre 500 y 700 mg/L, lo cual puede ser causa de presencia de sales inorgánicas provenientes de descargas con presencia de contaminantes. La NOM para agua potable dice que los SDT no deben ser mayores a 500 mg/L, para considerarla de buena calidad para uso y consumo humano (NOM-127-SSA-1994).

Las altas presencia de DBO en zonas Norte y Oeste pueden relacionarse con los valores obtenidos de SDT para considerar a estos últimos como indicadores de contaminación.

Para el caso de las zonas Sur y Este, los valores de SDT están más relacionados con las fuentes naturales de sales inorgánicas y con la influencia directa del mar. Otra correlación que podría permitir validar esta información, son los valores bajos de DBO que presentaron dichas zonas, así como las bajas concentraciones de iones Nitratos.

La cantidad y naturaleza de los sólidos disueltos y no disueltos presentes en materiales líquidos es muy variada. En las aguas potables la mayor parte de la materia se encuentra en forma disuelta y está constituida principalmente por sales inorgánicas, pequeñas cantidades de materia orgánica y gases disueltos. Como regla, la dureza aumenta con el contenido total de sólidos disueltos, que en aguas potables que usualmente oscilan entre 20 y 1000 mg/L.

Los valores obtenidos para la **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)** indican que la Zona Norte contiene valores de Demanda Bioquímica de Oxígeno superiores a los límites máximos permisibles de acuerdo a la NOM-001-SEMARNAT-1996. La concentración de DBO5 en la zona Norte permite concluir que ésta contiene contaminación alta, lo cual perjudica considerablemente la existencia de la flora y fauna presentes en este sector; concentraciones altas de DBO5 pueden además de indicar contaminación orgánica, altas probabilidades de contener microorganismos patógenos. Los altos valores de este parámetro indican que el agua no puede ser utilizada para uso público urbano ni para uso en riego agrícola.

Los resultados muestran concentraciones altas de Demanda Bioquímica de Oxígeno en la Zona Oeste, comparado con la Zona Norte sus concentraciones de DBO5 son menores y cumplen con sólo un límite máximo permisible (Uso en riego agrícola promedio diario). De seguir esta tendencia de contaminación, alcanzará en poco tiempo los altos niveles de contaminación de la Zona Norte. Las diferencias de DBO5 en las dos zonas son apenas de 15-20 mg/L; lo cual indica que hay ligera disminución con respecto a Zona Norte pero sigue catalogándose como contaminación alta.

La Zona Sur presenta menos contaminación que las Zonas Norte y Oeste pero sigue rebasando los límites máximos permisibles de calidad ambiental según la norma NOM-001-SEMARNAT-1996; el promedio de concentración es de 75-79 mg/L. Esta carga de contaminación se sigue considerando alta debido que rebasa a tres de los cuatro límites máximos permisibles de calidad ambiental.

La Zona Este de la Laguna Tres Palos, es la única zona que cumple con todos los límites máximos permisibles y el grado de contaminación que presenta se puede considerar como de baja carga ya que sus valores promedios oscilan en el rango de DBO5 de 22-26 mg/L. Los valores bajos de DBO5 hacen pronosticar que no tiene contaminación de tipo inorgánica.

En relación a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, las Zonas Norte, Oeste y Sur, presentan contaminación alta y sólo la zona Este presenta baja concentración de contaminantes orgánicos, concluyendo que la zona Este representa el 8% área no contaminada y el 92% de la laguna presentan valores de DBO5 que superan los límites máximos permisibles.

En base a la infraestructura utilizada para este estudio, y de acuerdo a los resultados obtenidos de DBO, específicamente en zonas Norte y Oeste, se concluye que, si tenemos presencia de contaminantes de tipo orgánico, por silogismo, tenemos también contaminación de tipo inorgánica, por lo que se debe incorporar en futuras investigaciones la determinación de la DQO para tener la cuantificación aproximada de la contaminación global que pueda tener al momento de su muestreo y análisis la Laguna Tres Palos.

En cuanto a la zona que más concentraciones de **Nitritos** presentó durante las 52 semanas fue la Este. Este fenómeno es inversamente proporcional a lo que se presenta en Nitratos donde fue la zona con menos concentraciones detectadas y cuantificadas; este fenómeno se debe a que los Nitratos son una etapa intermedia para la obtención

de los Nitritos en otras palabras los Nitritos son el sustrato para las bacterias Nitrobacter para la obtención del Nitrato.

En la zona Norte se observa con las menores concentraciones con respecto a las tres zonas restantes; en algunas semanas se reportaron valores de cero en Nitritos y directamente proporcional con los altos valores de Nitratos. Las presencias de Nitritos es un indicador importante para conocer el estado de madurez de la contaminación presente; a la zona Este se puede concluir que por la carga de Nitritos que presenta, contiene contaminación baja o moderada en un estado donde las bacterias Nitrobacter no son factor de riesgo aún para la producción de Nitratos, considerando también que existe en la zona concentraciones bajas de Demanda Bioquímica de Oxígeno además de concentraciones de oxígeno adecuados; elevaciones altas de DBO5 puede ser factor para activar los ciclos metabólicos del carbono y del nitrógeno y esto puede tener como consecuencia un incremento de Nitratos así como la disminución del Oxígeno Disuelto así como la generación de elementos perjudiciales como Sulfuro de Hidrógeno entre otras sustancias nocivas.

Las zonas Oeste y sur contienen presencia de Nitritos y es proporcional al contenido de Nitratos. Las concentraciones de Nitritos pueden disminuir si siguen aumentando las concentraciones de Demanda Bioquímica de Oxígeno sumado a esto la proliferación de bacterias que oxidan la materia orgánica del carbono dando facilidad y origen al surgimiento de bacterias Nitrobacter que pueden reducir los Nitratos utilizando el Oxígeno Disuelto disponible.

Al igual que los Nitritos, no hay límites máximos permisibles establecidos por Normas Oficiales Mexicanas en materia de contaminación de cuerpos receptores o bienes nacionales; esto no significa que su presencia no sea nociva, al contrario su presencia en altas concentraciones puede provocar graves daños al entorno ecológico de la laguna y su población.

De acuerdo con las diferentes concentraciones de **Nitratos** presentes en las cuatro zonas de la Laguna Tres Palos. La zona Norte es la que presenta las mayores concentraciones de Nitratos durante las 52 semanas de estudio. Las altas concentraciones son indicadores de contaminación en estado avanzado; esto significa que para tener concentraciones de Nitratos, se tiene que pasar por la oxidación de proteínas, aminoácidos, amoníaco, nitritos y nitratos para completar el proceso oxidativo y reductivo del nitrógeno. En aguas residuales este proceso tiene duraciones largas de metabolismo; el ciclo del carbono es un proceso más sencillo que el ciclo del nitrógeno, lo que indica que los compuestos del ciclo del carbono ya fueron metabolizados, con duración aproximada de 7 a 10 días.

La formación de Nitratos suele reducir considerablemente el Oxígeno Disuelto disponible. Las concentraciones de oxígeno disuelto en la zona Norte son las más bajas de la toda la laguna. De no reducir las concentraciones de Nitratos se puede perder el Oxígeno Disuelto al grado de provocar un colapso en el ecosistema de la laguna. Por otro lado si los Nitratos y otros compuestos del nitrógeno se mezclan con compuestos del cloro; se tiene el riesgo de formar cloraminas y estos compuestos son peligrosos para el desequilibrio ecológico por su fuerte toxicidad para muchas especies acuáticas.

Las concentraciones de las otras zonas son inferiores en relación a la zona Norte donde se observa una mayor actividad del hombre y es el factor principal de que la laguna tiene valores elevados de Nitratos.

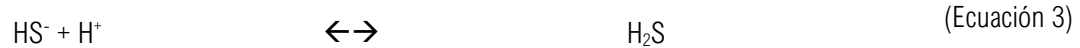
No existe Norma Oficial Mexicana en materia ecológica que indique algún límite máximo permisible para las concentraciones de Nitratos en cuerpos receptores; pero en cuanto a lo referente a nitrógeno total la norma NOM-001-SEMARNAT- 1996 establece que en dicho parámetro, los límites máximos permisibles son de 80 mg/L.

Con este límite para Nitrógeno total podemos concluir que la presencia de Nitratos es mayor a los límites permisibles y que su nitrógeno total es aún más alto que los valores reportados para Nitratos. En la zona este, tiene algunos valores que superan los límites máximos permisibles para Nitrógeno total, aun así es baja con relación con las otras tres zonas de estudio.

La presencia de **Sulfatos** en la laguna es natural ya que los iones sulfatos son de los más abundantes en las aguas naturales. Valores de Sulfatos por encima de 250 mg/L es perjudicial para la salud humana.

Los valores de Sulfatos que se encuentran en la Laguna Tres Palos son inferiores a los 90 mg/L lo que en ese sentido no existe problema alguno desde el punto de vista ambiental.

El problema en el presente estudio es que se tiene presencia de contaminación de materia orgánica principalmente en las zonas Norte y Oeste de la laguna, por lo que puede ser un grave riesgo para la producción del Sulfuro de Hidrógeno como a continuación se ilustra en las presentes ecuaciones:



Las condiciones de la Laguna Tres Palos son aeróbicas. La zona Norte tiene valores bajos de Oxígeno Disuelto por lo que resulta peligroso porque todo el Sulfato presente en la laguna puede ser reducido como se muestran en las gráficas anteriores en sulfuro de hidrógeno; la Materia Orgánica es parte fundamental en la reducción de los iones sulfatos; las zonas Norte y Oeste presentan altos contenidos de Demanda Bioquímica de Oxígeno y esto es un indicador de la presencia de contaminación por compuestos orgánicos.

Se observó también que las zonas Norte y Oeste presentan valores inferiores de Sulfato a los de las zonas Sur y Este; este hecho se explica por dos factores: el primero es que parte de la disminución de los Sulfatos se deba a la presencia de Sulfuro de Hidrógeno (en algunas semanas) y por otro lado por la influencia del mar que puede dar un aporte natural de iones sulfatos, por lo que las zonas Sur y Este son las que tienen más cercanía al mar y que se puede constatar en los valores y gráficas obtenidos en Conductividad Eléctrica, porcentaje de Salinidad y Sólidos Disueltos Totales.

La presencia del Sulfuro de Hidrógeno es un indicador de contaminación y del grado de contaminación madura que tiene un cuerpo lagunar, con respecto al tiempo. Las bacterias sulfurosas son las responsables de producir el Sulfuro de Hidrógeno en presencia de Sulfato y en condiciones bajas de Oxígeno Disuelto, o anaerobias (sin presencia de oxígeno). Altos contenidos de Sulfuro de Hidrógeno provocan una disminución del pH hasta tener valores entre 1 a 3. Una de las características fundamentales de su presencia es su olor a huevo podrido.

Las zonas Norte y Oeste presentaron valores de Sulfuro de Hidrógeno en 8 y 10 semanas de muestreo respectivamente. Los valores son inferiores a 1 mg/L y tomando las referencia de Eckenfelder (1950), tratándose de valores de 1 a 2 mg/L, se clasifica como contaminación media y valores superiores a 2 mg/L, contaminación de

alta peligrosidad. La peligrosidad no sólo es por su presencia sino por las bacterias que las producen que son microorganismos patógenos y que son dañinos para la salud.

En términos generales, la concentración del Sulfuro de Hidrógeno no se puede clasificar por dos factores principales: el primero es que siguiendo la referencia de Eckenfelder y por otro lado se tienen presencia de pH superiores a los 6.5; el aumento de las concentraciones Sulfuro de Hidrógeno es directamente proporcional con el aumento de la acidez y que se refleja con valores bajos de pH. La presencia en la Laguna Tres Palos de los Sulfatos puede ser un factor de riesgo tomando en cuenta que los valores del Oxígeno Disuelto son bajos o nulos, pueden convertirse en materia prima para la obtención del Sulfuro de Hidrógeno.

Por otro lado las altas presencia en las zonas Norte, Oeste y Sur de Nitratos son factores peligrosos por el consumo del oxígeno que se requiere para la reducción de los Nitritos; indirectamente este fenómeno de reducción a Nitratos puede beneficiar las condiciones anaeróbicas de la polución de microorganismos patógenos que producen al Sulfuro de Hidrógeno o ácido sulfhídrico.

ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA TRES PALOS

Un **Índice de Calidad del Agua** (ICA) es un número adimensional, comprendido entre 1-100, donde a mayor valor mejor es la calidad del recurso. Los parámetros incluidos en los ICA así como la definición de los rangos se han basado tradicionalmente en las curvas de distribución de las variables o en criterios biológicos en el caso del oxígeno disuelto o el pH. En este estudio la selección de las variables se realizó teniendo en cuenta los criterios generales del organismo ambiental de Estados Unidos, la EPA y métodos multivariados para la definición de los grupos de estaciones, a partir de los cuales se definieron los rangos de ponderación para cada clase.

El índice de calidad del agua es muy bajo en el sitio norte, seguido del oeste. Los valores mayores corresponden al sur y este. Éste último está por arriba de 80%. Los cuatro sitios están completamente diferenciados en su nivel de calidad del agua.

Los valores de Nitritos, Conductividad Eléctrica, Sólidos Disueltos Totales y Oxígeno Disuelto afectan positivamente al ICA, mientras que el pH, Nitratos y Demanda Bioquímica de Oxígeno lo hacen de manera negativa. La Temperatura no aporta al ICA, en tanto el Cloro y H₂S pueden formar otro índice independiente del ICA.

Al aumentar la Demanda Bioquímica de Oxígeno, el Oxígeno Disuelto es cada vez menor cuando se va del Este al Sur, Oeste y Norte.

Para un mismo rango de Demanda Bioquímica de Oxígeno, entre 60 y 100, el Oxígeno Disuelto va cada vez siendo menor en los sitios SUR, OESTE y NORTE en ese orden.

En conclusión, la Laguna Tres Palos presenta zonas de contaminación moderada y zonas de contaminación alta como consecuencia del desarrollo habitacional e industrial desordenado.

En tres de las cuatro zonas (Norte, Oeste y Sur) en que fue sectorizada la Laguna Tres Palos para este estudio, se rebasan los límites máximos permisibles de acuerdo de la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Este fenómeno ocasionaría migraciones de la vida acuática hacia las zonas de menores concentraciones de contaminantes, y condiciones óptimas de OD para el desarrollo de la vida. Si continúa esta tendencia, se tendrá una pérdida total del OD en la zona Norte, generación de Sulfuro de Hidrógeno, aumento de la acidez y afectación de la biodiversidad; por tanto, la vida acuática de las zonas Sur y Este, se verá afectada por la influencia de los

contaminantes de la zonas Norte y Oeste. La presencia de Cloro Residual es un indicador de desinfección y eliminación de microorganismos patógenos. En la zona Sur se encuentra ubicada una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) con tratamiento por lodos activados, cuyos efluentes son clorados de manera continua (operando las 24 horas del día) pudiendo influir en las zonas Sur y algún sector de la zona Oeste. Se esperaba que en las 52 semanas del presente estudio hubiera presencia de Cloro residual en la zona Sur, pero se obtuvieron sólo 11 muestras con presencia, lo cual indica que no es constante la dosificación del cloro en la PTAR mencionada. Si los valores de Nitratos superan el límite máximo permisible del Nitrógeno Total, y siendo el Nitrato un componente del ciclo del nitrógeno, se pronostica que las concentraciones para Nitrógeno Total son superiores a los valores reportados en este estudio. Debido a esto es necesario realizar posteriores trabajos de investigación para determinar la concentración del Nitrógeno Total, y hacer comparativos con la NOM.

Por otro lado, se encuentran valores altos de Sulfatos, aunque no llegan a superar los límites máximos permisibles para consumo humano que es de 250 mg/L. El problema principal de la presencia de Sulfatos en la laguna se fundamenta en el hecho de que en una posible ausencia de Oxígeno Disuelto y de Nitratos, los Sulfatos sirven como fuente de oxígeno (o más correctamente, como aceptantes de electrones) para las oxidaciones bioquímicas por las bacterias anaeróbicas. En condiciones anaeróbicas, el ion sulfato se reduce a ion sulfuro, que establece el equilibrio con el ion hidrógeno para formar Sulfuro de Hidrógeno. La concentración del Oxígeno Disuelto es abundante lo que permite que la laguna presente sus procesos biológicos y bioquímicos en condiciones aeróbicas. Los procesos aeróbicos usan oxígeno libre para la oxidación de la materia orgánica e inorgánica y forman productos finales inocuos, mientras que los anaeróbicos llevan a cabo la oxidación mediante la reducción de algunas sales inorgánicas como sulfatos, y los productos generalmente son perjudiciales. Valores inferiores a los mostrados en los resultados de las zonas Norte y Oeste, pueden representar un grave peligro al entorno ecológico, de esas dos zonas. La presencia de Sulfatos en condiciones bajas de Oxígeno Disuelto o anaeróbicas, pueden propiciar la generación de iones Sulfuro y Sulfuro de Hidrógeno, afectando el pH de la laguna, pasando de condiciones neutras a ácidas, con la consecuente acidificación del lago. Por otro lado, las condiciones anaeróbicas propician la generación de bacterias o microorganismos patógenos que son un peligro a la salud pública, y son factores de riesgo epidemiológicos.

Para aumentar las concentraciones de Oxígeno Disuelto en las zonas afectadas (Norte y Oeste) se requerirá disminuir considerablemente las concentraciones de materia orgánica expresadas en Demanda Bioquímica de Oxígeno, con la finalidad de reducir el consumo de Oxígeno Disuelto por procesos metabólicos y químicos ajenos a los que son llevados comúnmente por medios naturales. Así mismo, la disminución de Nitratos tiene que ver directamente con la regulación

En la mayoría de los casos relacionados con la contaminación de una corriente, es deseable mantener las condiciones favorables para el crecimiento y la reproducción de la población de peces y de otros organismos. Estas condiciones requieren niveles de Oxígeno Disuelto en forma permanente para asegurar las condiciones saludables de la vida acuática.

La ausencia de Sulfuro de Hidrógeno indica que la laguna no presenta descomposición anaerobia de los Sulfatos, a pesar de que en parámetros como la Demanda Bioquímica de Oxígeno superan los límites máximos permisibles. Se concluye que la contaminación se encuentra en su etapa de degradación aerobia pero se corre el riesgo de llegar a etapas anaerobias lo que pudiera perjudicar gravemente el entorno.

A pesar de que el Río “De la Sabana” presenta altos grados de contaminación, concluimos que la contaminación tipo inorgánica en la Laguna Tres Palos aún no es factor determinante. Sin embargo, si no se toman las medidas preventivas correspondientes se podrá estar afectando el ciclo ecológico de la laguna, por la recepción de aguas contaminadas con pH elevados, que destruyan la vida acuática, y provoquen alteraciones físico-químicas y biológicas desmedidas, en perjuicio del ecosistema de la laguna.

En las siguientes fotografías capturadas durante las visitas de campo se pudo encontrar en la zona este de estudio de la anterior tesis doctoral contaminación por exceso de materia orgánica, además de contaminación ocasionada por los basureros clandestinos, localizados en las inmediaciones a la Laguna Tres Palos y a la Carretera Federal Acapulco – Pinotepa. Recordando que esta zona (Este) de la Laguna Tres Palos fue catalogada como de contaminación moderada.

Imagen IV. 29. Estatus actual del canal meándrico de la Laguna Tres Palos.







Fuente: BIOTA, 2021.

Amén de lo señalado anteriormente, la contaminación de la Laguna Tres Palos genera un impacto directo en la fauna acuática. De acuerdo con el artículo emitido por la Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias 10(26): 31 – 52, 2019 con título “*Metales pesados en la laguna de Tres Palos con impacto en la fauna acuática y en la sociedad, (Acapulco, Guerrero)*”. La Laguna Tres Palos, recibe aguas residuales con pinturas y baterías de carros. No cumple con las Normas Oficiales Mexicanas. Se realizó un estudio exploratorio observacional, fisicoquímico, microbiológico, y determinación de metales pesados como Mercurio, Plomo, Cadmio y metaloides. Se hizo un análisis a 100 peces conocidos como cuatetes de la especie (*Ariopsis guatemalenses*), y 100 mojarras (*Oreochromis ssp*) por el Método EPA method- 3015A (EPA, 2007). Se consideró la Norma NOM-027-SSA1-1993, Bienes y Servicios), y se relacionó estos resultados con 50 entrevistas y 100 encuestas que se le hicieron a la población. Se obtuvo una baja concentración de Oxígeno Disuelto (OD), Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO5) bajo y elevados sólidos suspendidos disueltos, Nitrógeno de Nitratos (N-NO3), coliformes fecales y totales. Concentraciones altas de metales pesados como el Plomo, Cadmio, no encontrándose el Mercurio en aguas y peces. El 12% de los pescados analizados contenían metales pesados (Plomo y Cadmio). Los pobladores opinaron en un 85% que el estado actual del agua de la laguna sí está contaminada, el 10% dice que no y el 5% no sabe. El 40% de la población consume de manera directa pescados de la laguna y el 60% no. La contaminación está relacionada con los peces, por los metales pesados encontrados. Se plantearon algunas propuestas que pueden contribuir Al manejo y mitigación de la problemática ambiental de la laguna para beneficiar a la población y al turismo.

Algunas de los efectos de la contaminación de la Laguna se pueden evidenciar en las fotografías anteriores obtenidas durante las visitas de campo realizadas en el presente año, las fotografías muestran peces muertos, además de basura doméstica, efecto directo de la alta interacción antropogénica que se da en la zona del Sistema Ambiental.

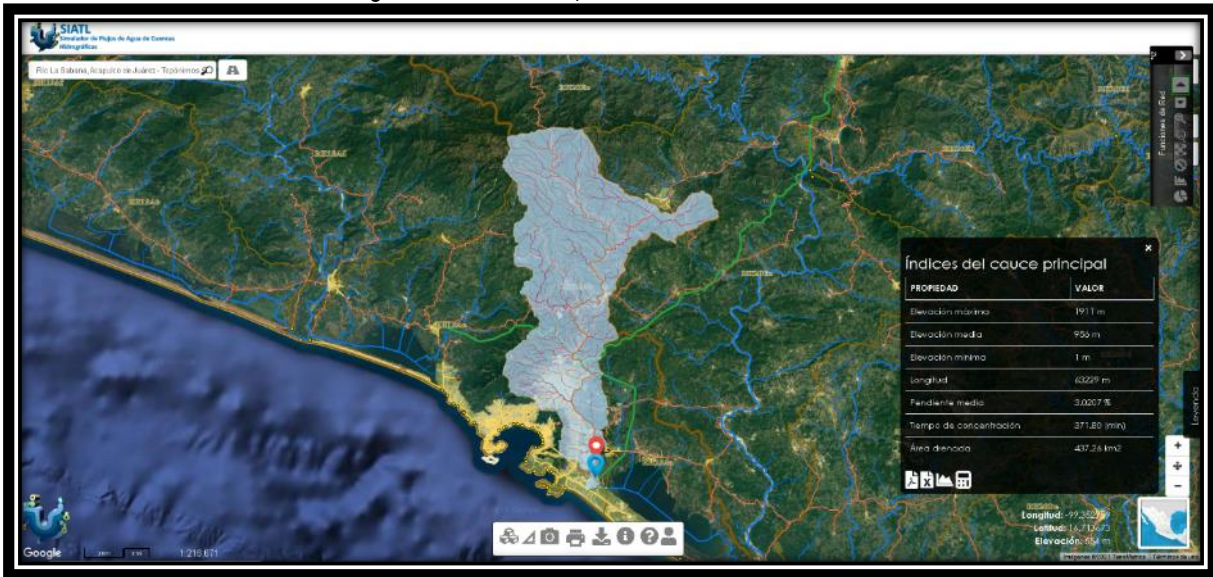
Los resultados del estudio del artículo anterior señalan que, en la Laguna Tres de Palos se observa que en época de secas hubo regular y abundante contaminación con Residuos Sólidos, Detergentes y Maleza, Heces Fecales, Aguas Negras, Peces muertos, Baterías de carros, y sustancias químicas como pinturas. En época de Lluvias aumentó la presencia de los contaminantes en abundante a muy abundante en la laguna, debido al arrastre de las aguas residuales a través de las corrientes subterráneas. Obteniendo una concentración alta de grasas y aceites sobrepasando la legislación aplicable en la materia de agua. Las aguas procedentes de baterías, pinturas, sustancias con diferentes propiedades reaccionantes acumulables en el cuerpo de agua, contaminan el agua con diversos metales, como las sales de metales de plomo, el cadmio, tienen la propiedad química de ser muy tóxicas para la flora, la fauna terrestre y acuática. El níquel y el manganeso son sustancias que pueden estar presentes siempre y cuando no sobrepasen de los límites permisibles conforme a las Normas Oficiales Mexicanas. No se encontró

Mercurio ni en aguas ni en peces. Una evaluación integral de la calidad del agua es fundamental en la toma de decisiones para el manejo y control del riesgo sanitario. Se encontraron en forma constante, concentraciones altas de coliformes totales y coliformes fecales; sólidos suspendidos totales, (DBO5 y DQO), grasas y aceites, en algunas muestras; sobrepasando la legislación aplicable en la materia. Lo cual al realizarle el estudio fisicoquímico en la Laguna Tres Palos, se encontró grandes cantidades de Plomo y Cadmio que son bioacumulables en el sustrato y cuerpo de agua, por los acumuladores de diferentes carros, pinturas tóxicas y sustancias como la cerámica encontrados en la laguna, y están por arriba de los límites permisibles de las Normas Oficiales Mexicanas como Norma 001-SEMARNAT-1996 (SEMARNAT 1997), la Norma 127 SSA1-1994 (SS. 2000). Por otro lado se encontró que el 8% de cuatetes de la especie (*Ariopsis guatemalenses*), contenían plomo y cadmio en sus órganos y el 4% de mojarras (*Oreochromis ssp.*), contenían también concentraciones altas de plomo y cadmio ya que sobrepasaban la Norma NOM (1993), que establece los límites permisibles de las concentraciones permitidas que debe tener el pescado. Lo cual es recomendable monitoreos constantes y atacar el origen de los contaminantes del agua. Conforme a las entrevistas y aplicación del cuestionario, los pobladores saben y conocen sobre el tema de la contaminación de la laguna, la cual no es apta para uso doméstico, en tiempo de estiaje como de lluvias, ya que para ser utilizada, es necesario una planta tratadora de aguas, que sirva para garantizar su calidad a través de sistemas de tratamiento y pueda ser reutilizable en la irrigación de áreas verdes, patios y hortalizas. Por otro lado es indispensable la Aplicación de la Educación ambiental a las comunidades junto con el monitoreo continuo de la calidad del agua durante el tiempo necesario, una evaluación integral de la calidad del agua, lo cual es fundamental en la toma de decisiones para el manejo y control del riesgo sanitario. También es importante informar y sensibilizar a la población y al turismo acerca de las condiciones ambientales de la Laguna Tres Palos, no sólo para proteger su salud de las comunidades, sino también para garantizar las actividades asociadas al turismo.

RÍO LA SABANA.

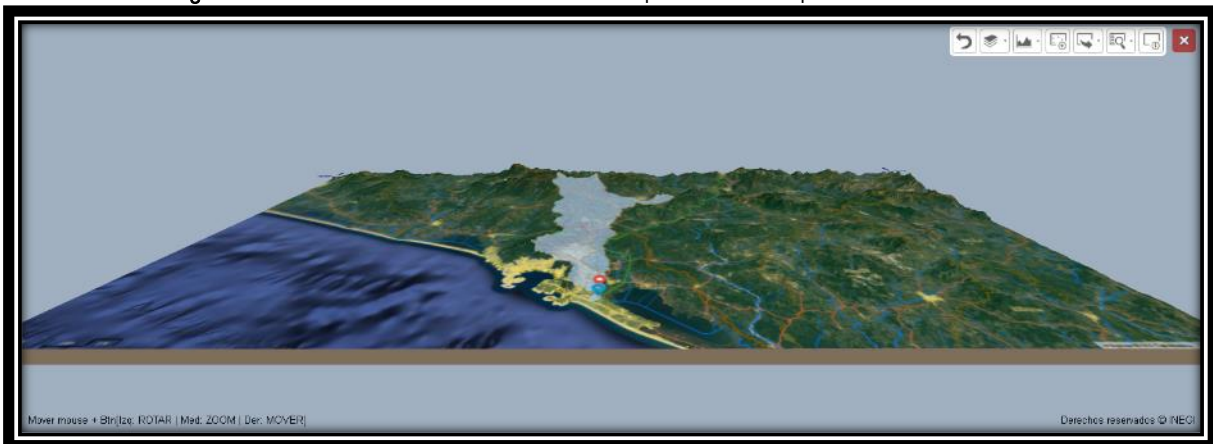
El Río “De la Sabana” nace en el cerro san Nicolás a una altitud de 600 msnm, drena 432 km, cuya longitud máxima es de 16 km, anchura conspicua de 6 km y su recorrido comprende 57 km para finalizar en la Laguna Tres Palos. Como se muestra en la imagen la cuenca en este punto de intersección tiene una superficie de 437.26 Km².

Imagen IV. 30. Cuenca para el Río “De la Sabana”.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

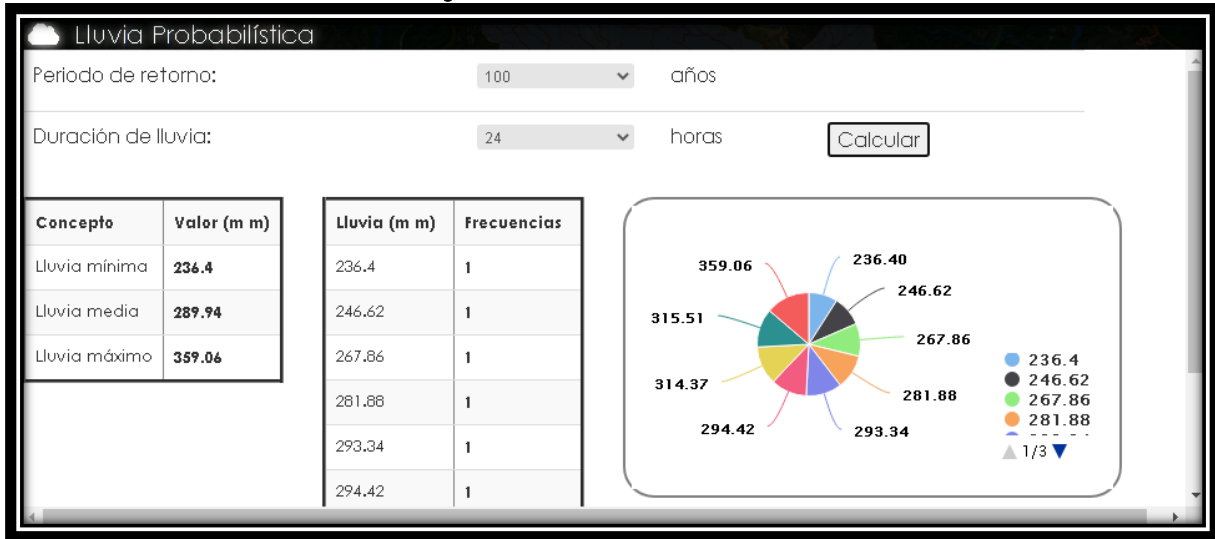
Imagen IV. 31. Modelado en tercera dimensión para la cuenca para el Río La Sabana.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL

Una vez delimitada la superficie de la microcuenca estamos en condiciones de desarrollar una modelación de lluvia extraordinaria de 24 Hrs con un periodo de retorno de 100 años lo cual nos da la base para determinar su avenida máxima o caudal pico, por lo que considerando el incremento de la precipitación pluvial en la región durante los meses de Junio a Septiembre podemos determinar una lluvia probabilística de 289.94 mm como se muestra en el gráfico.

Imagen IV. 32. Modelación de lluvia.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

A partir de esta información aplicamos el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” SIATL y obtenemos los índices morfométricos de la microcuenca, así como el valor del gasto máximo y la intensidad de lluvia probable de acuerdo con los criterios señalados por el “método racional”, lo cual nos permite determinar el caudal pico del cauce intermitente a lo largo de sus 62.23 Km de cauce:

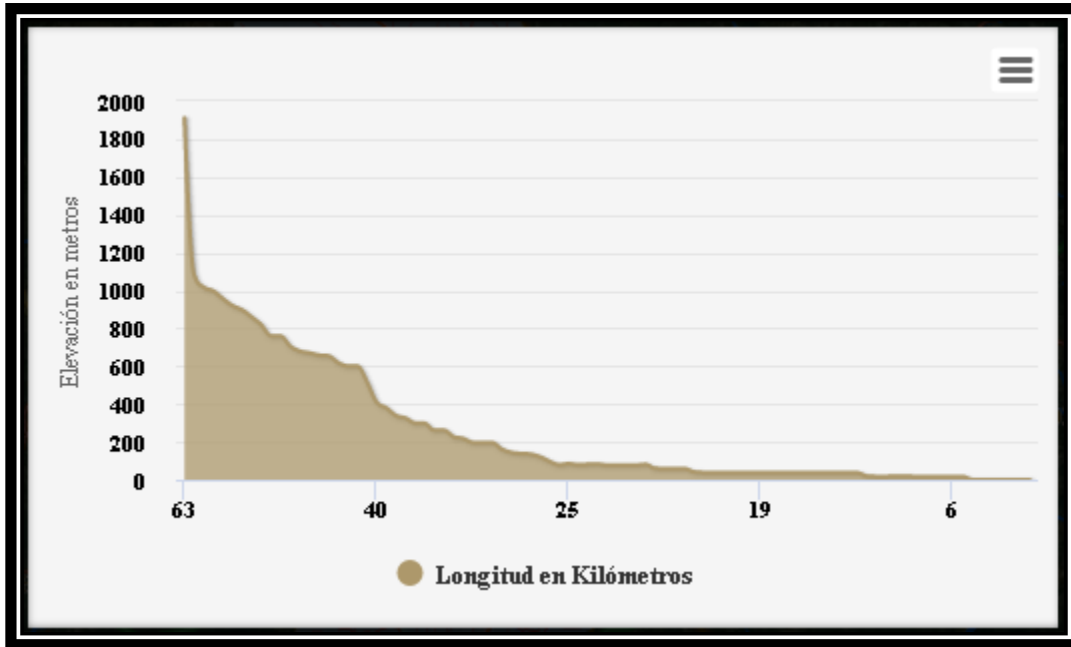
Tabla IV. 14. Índices morfométricos del cauce.

ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación máxima	1911 m
Elevación media	956 m
Elevación mínima	1 m
Longitud	63229 m
Pendiente Media	3.02 %
Tiempo de Concentración	371.80 (minutos)
Área Drenada	437.26 km ²
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de escurrimiento	20 %
Lluvia	289.94 mm
Intensidad de Lluvia	46.76 mm/h
Caudal pico	1135.90 m ³ /s

Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como a lo largo de sus 63,229 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 1,911 msnm hasta los 1 metros sobre el nivel del mar, teniendo un caudal máximo en la totalidad de la cuenca de 1,135.90 m³/seg, con un tiempo de concentración de 371.80 minutos, lo cual significa un muy importante volumen de agua como gasto máximo extraordinario en el punto de confluencia con la entrada a la Laguna Tres Palos por las condiciones serranas y de precipitación en la zona de gran escorrentía, principalmente en época de verano.

Gráfica IV. 3. Perfil de Elevaciones de Elevaciones del Río “De la Sabana”.



Fuente: Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas SIATL.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

El trazo del proyecto pertenece al acuífero La Sabana. Comprendiendo una superficie de **986 km²** del extremo sur del estado de Guerrero, el acuífero La Sabana se localiza entre el Océano Pacífico y la Sierra Madre del Sur, en la región conocida como Costa Grande de Guerrero. La zona de estudio se encuentra delimitada por los paralelos 16° 42' y 17° 11' de latitud norte y los meridianos 99° 54' y 99° 37' de longitud oeste.

Colinda al norte y oriente con el acuífero Papagayo, al occidente con El Conchero, al suroccidente con el acuífero Bahía de Acapulco y al sur con el Océano Pacífico.

El acuífero pertenece a la región Hidrológico-Administrativa V Pacífico Sur y se encuentra sujeto a la disposición del decreto de veda, tipo II, “Municipios de Acapulco, Coyuca de Benítez, Juan R. Escudero, San Marcos, Mochitlán y Chilpancingo”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de febrero de 1975. De acuerdo con él, sólo se permiten extracciones para usos prioritarios “únicamente en los casos en que de los estudios relativos se concluya que no se causarán los perjuicios que con el establecimiento de la veda tratan de evitarse” y establece que, “excepto cuando se trate de extracciones para uso doméstico y de abrevadero que se realicen por medios manuales, desde la vigencia del decreto nadie podrá ejecutar obras de alumbramiento aguas del subsuelo dentro de la zona vedada sin contar con la autorización” de la Autoridad del Agua.

De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2015, el acuífero se clasifica como zona de disponibilidad 3.

Tanto la zona turística del puerto de Acapulco como la población urbana y la localidad La Sabana tienen como fuente principal de abastecimiento de agua potable y para servicios los pozos radiales localizados en las márgenes del Río Papagayo, localizado en el acuífero Papagayo, así como una toma directa de este río.

El principal usuario del agua subterránea es el organismo operador de agua potable del municipio: Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA). En el acuífero no se localiza distrito o unidad de riego alguna, ni tampoco se ha constituido el Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS).

Disponibilidad media anual de agua subterránea (DMA)

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

$$\begin{aligned} \text{DMA} &= R - \text{DNC} - \text{VEAS} \\ \text{DMA} &= 92.0 - 21.2 - 35.390073 \\ \text{DMA} &= 35.409927 \text{ hm}^3/\text{año.} \end{aligned}$$

El resultado indica que existe actualmente un volumen de **35,409,927 m³ anuales** disponibles para otorgar nuevas concesiones.

Cabe hacer la aclaración de que este volumen se refiere a todo el acuífero y dado que existe una fuerte demanda de agua subterránea para el pujante desarrollo urbano y turístico en dos polos importantes de desarrollo, localizados en la ribera norte de la Laguna Tres Palos y entre ésta y la costa, las concesiones para la extracción de volúmenes

adicionales mediante nuevos aprovechamientos deberá tomar en cuenta que éstos deben ser adecuadamente localizados, diseñados, construidos, equipados y operados para no inducir el agua de mala calidad, ya sea por intrusión salina y/o migración del agua de mala calidad de la Laguna Tres Palos.

IV.2.1.1.5 Aire.

La evolución y el desarrollo de las zonas urbanas a nivel nacional han venido acompañados por la proliferación de problemas ambientales debidos, entre otros factores, al incremento de población, actividad industrial, flota vehicular, dinamismo doméstico y demanda de servicios. Las actividades diarias generadas por las industrias, el comercio, la educación escolar y el tránsito vehicular, entre otras muchas, suelen producir una gran cantidad de sustancias que modifican la composición natural del aire. A diario se producen miles de toneladas de contaminantes que son emitidos a la atmósfera y una vez en ella su transformación, dispersión y destino final es determinado por un conjunto de factores físicos como el clima y la orografía.

Las fuentes de emisión de contaminantes abarcan desde la industria, los vehículos automotores, los comercios y servicios, y hasta diversas actividades, como ganadería, quemas agrícolas, uso de productos de limpieza y pinturas, así como los suelos y la vegetación.

Entre las fuentes de emisión de contaminantes se encuentran las quemas agrícolas, así como los suelos y la vegetación. En este sentido es de destacar que en el Estado de Guerrero predominan los usos de suelo bosque, agrícola, pastizal, selva y matorral.

Algunos de los factores que inciden sobre la calidad del aire en las ciudades son la creciente necesidad de movilidad y sus externalidades: la integración inadecuada de diferentes modalidades para el desplazamiento de personas y bienes, el uso de espacios públicos que privilegian el tránsito y estacionamientos vehiculares, y el desarrollo de infraestructura vial orientada a vehículos particulares, como segundos pisos, túneles y viaductos, que incrementan los kilómetros recorridos por los automotores.

Así pues, con respecto a este tema se puede destacar que, en el año 2016, Guerrero contó con dos aeropuertos internacionales (Acapulco y Zihuatanejo); un puerto marítimo (Acapulco) y una red carretera de 18,323 km de longitud.

La infraestructura carretera está dividida entre la red federal (1,918 km), carreteras alimentadoras estatales (3,926 km), la red rural (6,381 km) y brechas mejoradas (6,098 km). De las cuales se encuentran pavimentadas el 29%, revestidas el 38%, mejoradas el 28% y de terracería el 5%.

En cuanto a la flota vehicular de la entidad se puede destacar que a diciembre de 2015 se tenía registro de un total de 1,029,881 vehículos en circulación, 70% de los cuales corresponden a automóviles, 21% a camiones y camionetas de carga, 6% a camiones de pasajeros y 3% a motocicletas. La fracción más importante de esta flota vehicular está registrada en la ciudad de Acapulco y representa aproximadamente el 37% de la flota total en el Estado. Le siguen en importancia Chilpancingo con el 13% y Taxco con el 9%.

Otro aspecto importante con respecto a la flota vehicular en la entidad es la velocidad con la que ésta crece. Al respecto el índice de motorización es un indicador útil que expresa el número de vehículos de motor registrados en circulación por cada 1,000 habitantes, y en el caso de Guerrero este índice muestra una tendencia constantemente creciente en el periodo 2000 a 2015, periodo en el cual pasó de 112 a 333. Esto es, casi se triplicó en 15 años.

La medición de calidad del aire en el Estado de Guerrero se ha realizado en Acapulco Chilpancingo y Zihuatanejo.

La calidad del aire en una zona determinada, además de ser afectada por elementos climáticos y geográficos, está relacionada directamente con el volumen y características a la atmósfera. El aire es un factor esencial para la vida, donde se encuentran presentes una diversidad de partículas y compuestos químicos provenientes de los procesos industriales, vehículos automotores, quemas agrícolas, combustión de basura y llantas, así como la erosión de los suelos representa una amenaza para la salud de la población, y este factor contribuye en forma importante al incremento de la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, así como un alto costo en atención médica, días laborables perdidos y admisiones hospitalarias por enfermedad, convirtiéndose en una de las principales preocupaciones en muchas ciudades del mundo (Cohen, 2004). Asimismo, en lo que respecta al resto de las interacciones del proyecto con el ambiente, se pretende dar cumplimiento a lo establecido por la normatividad aplicable, en materia de emisiones a la atmósfera de gases de combustión por vehículos a gasolina y diésel (NOM-041SEMARNAT-2015, NOM-042-SEMARNAT -2003, NOM-045-SEMARNAT-2017, respectivamente), de generación de polvos (NOM-024-SSA11993) Y generación de ruido (NOM-OSO-SEMARNAT-1994) por fuentes móviles.

Con respecto a la contaminación de la atmósfera, esta se considera como la alteración de la composición del aire por la presencia de contaminantes emitidos a la atmósfera, generados por las distintas actividades del hombre o por fenómenos naturales; los contaminantes pueden ser, gases de combustión, partículas sólidas y líquidas, microorganismos patógenos, entre otros. En lo referente a la calidad atmosférica, las actividades que pretenden desarrollar el proyecto en el sitio de estudio se encuentran muy por debajo de los niveles permitidos por la Norma Oficial Mexicana 035, lo que significa que la calidad del aire es considerada como buena, cumplimiento con lo establecido en la normatividad aplicable a la regulación de los parámetros de emisión. Para el SAR, debido a la baja densidad poblacional, la contaminación del aire se considera prácticamente inocua a comparación de las grandes ciudades con una menor extensión territorial como lo es la capital del Estado.

NORMAS DE CALIDAD DEL AIRE.

Las normas de calidad del aire fijan valores máximos permisibles de concentración de contaminantes, con el propósito de proteger la salud de la población en general y de grupos con mayor susceptibilidad. Las normas de calidad del aire son publicadas por la Secretaría de Salud en el Diario Oficial de la Federación.

La medición de calidad del aire en el Estado de Guerrero se ha realizado en Acapulco Chilpancingo y Zihuatanejo. En 1993, en el marco del Programa Ambiental de México, fue asignado a la ciudad de Acapulco un muestreador de alto volumen para PM10, este equipo se encuentra bajo resguardo de la Delegación Federal de SEMARNAT en el estado, sin embargo, nunca ha operado.

En 2007 el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático realizó una campaña con equipo móvil en la ciudad de Acapulco. En 2008, el gobierno del estado adquirió dos unidades móviles que fueron instaladas y operaron en Chilpancingo y Zihuatanejo. Las campañas de medición se realizaron entre los meses de marzo a junio.

Actualmente el monitoreo de la calidad del aire se encuentra a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMAREN) del Gobierno del Estado. En el municipio de Acapulco se cuenta con una estación de monitoreo fija que mide los contaminantes criterio, se encuentra ubicada en las instalaciones de Protección Civil del municipio.

Cabe mencionar que no se cuenta con información para realizar el diagnóstico de la calidad del aire de la estación de Acapulco, Guerrero, pues se encuentra fuera de operación. Así mismo se cuenta con una estación de monitoreo atmosférico móvil localizada en Chilpancingo misma que también está fuera de operación. Para los resultados obtenidos para el período de monitoreo de 13 días (del 18 de octubre al 30 de octubre de 2007). La unidad móvil

midió las concentraciones de: dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃), partículas (PM₁₀ y PM_{2.5}); adicionalmente, en el exterior se colocó una torre con sensores para medir dirección y velocidad de viento, temperatura y humedad relativa. Sin embargo, no fue posible obtener información sobre las PM₁₀ y PM_{2.5}. Para los demás contaminantes y de acuerdo a los valores máximos reportados en el estudio se infiere que ninguno de ellos rebasó las normas vigentes en el periodo que se realizó la campaña. Por lo anterior se infiere que, en el Sistema Ambiental cercano a la ciudad de Acapulco, la calidad del aire es **regular**. En ese sentido, **en Guerrero por lo menos en Acapulco y Chilpancingo es obligatorio un Sistema de Monitoreo de Calidad del Aire que funcione de manera continua**. Lo anterior, porque en Acapulco viven más de 800,000 habitantes y además se registraron emisiones superiores a veinte mil toneladas anuales de contaminantes criterio primarios a la atmósfera. Aunque se cuenta ya con una estación de monitoreo en este municipio, es necesario fortalecer su operación para conocer cuáles son los niveles de las concentraciones de los contaminantes y que ésta funcione de manera continua.

IV.2.1.2 Medio Biótico.

IV.2.1.2.1 Flora.

METODOLOGÍA.

El método utilizado para caracterizar las condiciones biológicas del SAR se agrupó en trabajos de gabinete y campo.

1. **TRABAJOS DE GABINETE.** - Previo a la salida de campo, se recopiló y consultó la bibliografía disponible sobre las características bióticas y abióticas de la región, así como los tipos de vegetación. Mediante la búsqueda de información en literatura especializada, se analizaron los datos sobre la distribución de especies de plantas, así como la composición florística de los diversos ecosistemas presentes en el SAR, con la finalidad de identificar y definir qué especies se consideran en algún “STATUS”, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Además, se utilizó la cartografía disponible para delimitar con precisión la zona de estudio. Se ubicaron los poblados, caminos y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional, así mismo se utilizó la cartografía y nomenclatura empleada por el INEGI y CONABIO. Se ubicaron puntos de muestreo en el mapa, determinando sus coordenadas geográficas, para que la brigada de campo pudiera acceder a ellos mediante el apoyo de un GPS.
2. **TRABAJO DE CAMPO.** - Se realizaron recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional, con esto realizar la comparación con la cartografía de INEGI serie VI de Uso de Suelo y Vegetación. Se centró la atención en los fragmentos mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. Se obtuvo un registro fotográfico de las especies y ecosistemas característicos de la región y de interés para este estudio, considerando particularmente especies que se encuentren incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como a las de interés comercial, cultural, médico, etc. Posteriormente se formó una brigada de campo, que conforme a un programa de trabajo realizó el muestreo de la vegetación, en el área de puntual del proyecto y el SAR, teniendo como prioridad considerar aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada, los fragmentos con vegetación secundaria y las cercas vivas.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo a la distribución y vocación forestal de cada tipo de uso de suelo y vegetación dentro del SAR. Con base en lo anterior expuesto a continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

Tabla IV. 15. Listado de los sitios de muestreo.

❖	10 muestreos en Manglar.
❖	4 muestreos en Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se muestra la tabla de coordenadas y la imagen de los sitios de muestreo realizados para el proyecto.

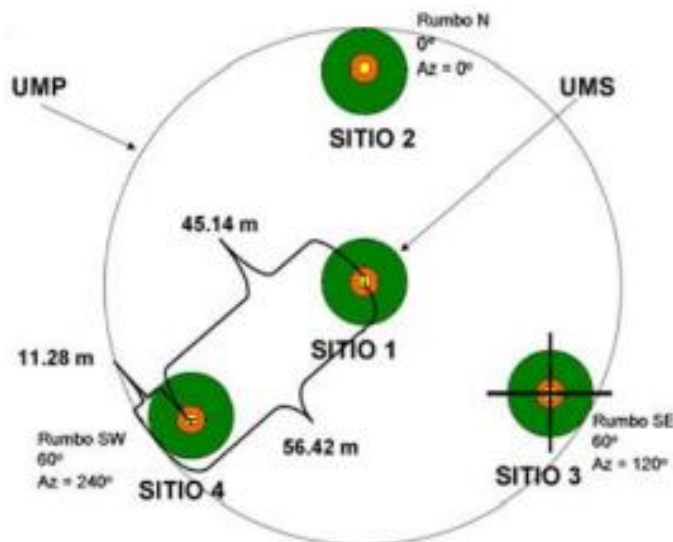
Tabla IV. 16. Coordenadas de los sitios de muestreo.

CONGLOMERADO	CLAVE	USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	COORDENADAS UTM	
			X	Y
1	VM	Manglar	430226	1850569
2	VM	Manglar	430409	1850059
3	VM	Manglar	431399	1849119
4	VM	Manglar	431746	1847993
5	VM	Manglar	431560	1847521
6	VM	Manglar	432208	1846935
7	VM	Manglar	432934	1846271
8	VM	Manglar	433610	1845775
9	VM	Manglar	433987	1845788
10	VM	Manglar	433834	1845399
11	VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	431275	1851400
12	VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	432326	1849631
13	VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	434067	1848039
14	VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	433624	1846801

Fuente: BIOTA, 2021.

Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia. Se tomó la metodología de la CONAFOR con algunas adaptaciones en el cual se emplea un muestreo estratificado sistemático por conglomerados empleado para ecosistemas de Selvas Altas, Medianas, Selvas Bajas, Peten, Selva de Galería, Manglar, Popal, Tular y Vegetación halófila-hidrófila; se ubicaron 14 sitios de muestreo por el método antes señalado, cada sitio represento una parcela circular de una hectárea (56.42 m de radio) para un total de 14 hectáreas muestreadas dentro del SAR, esto se logró con el apoyo de cuerdas con las medidas exactas, así como estacas metálicas para poder fijarlas (Ver fotografías de los sitios de muestreo) se realizaron las parcelas, en la cual se evaluaron cuatro unidades de muestreo secundarias (UMS) o sitios, dispuestos geométricamente en forma de una “Y” invertida con respecto al norte (Ver Imagen de Forma y tamaño de los sitios de muestreo) el sitio número 1 constituyo el centro del conglomerado y los sitios 2, 3 y 4 se consideraron periféricas. La distancia del centro del sitio 1 a cada uno de los sitios restantes es de 45.14 m. El azimut para localizar los sitios 2, 3 y 4 a partir del centro del sitio 1 es de 0°, 120° y 240° respectivamente.

Imagen IV. 33. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 6. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fuente: BIOTA, 2021.

En las siguientes fotografías se observa la realización de los conglomerados de muestreo, así como de obtención de las medidas DAP y Altura, de los ejemplares encontrados dentro de los mismos.

Fotografía IV. 7. Muestreo realizado para el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

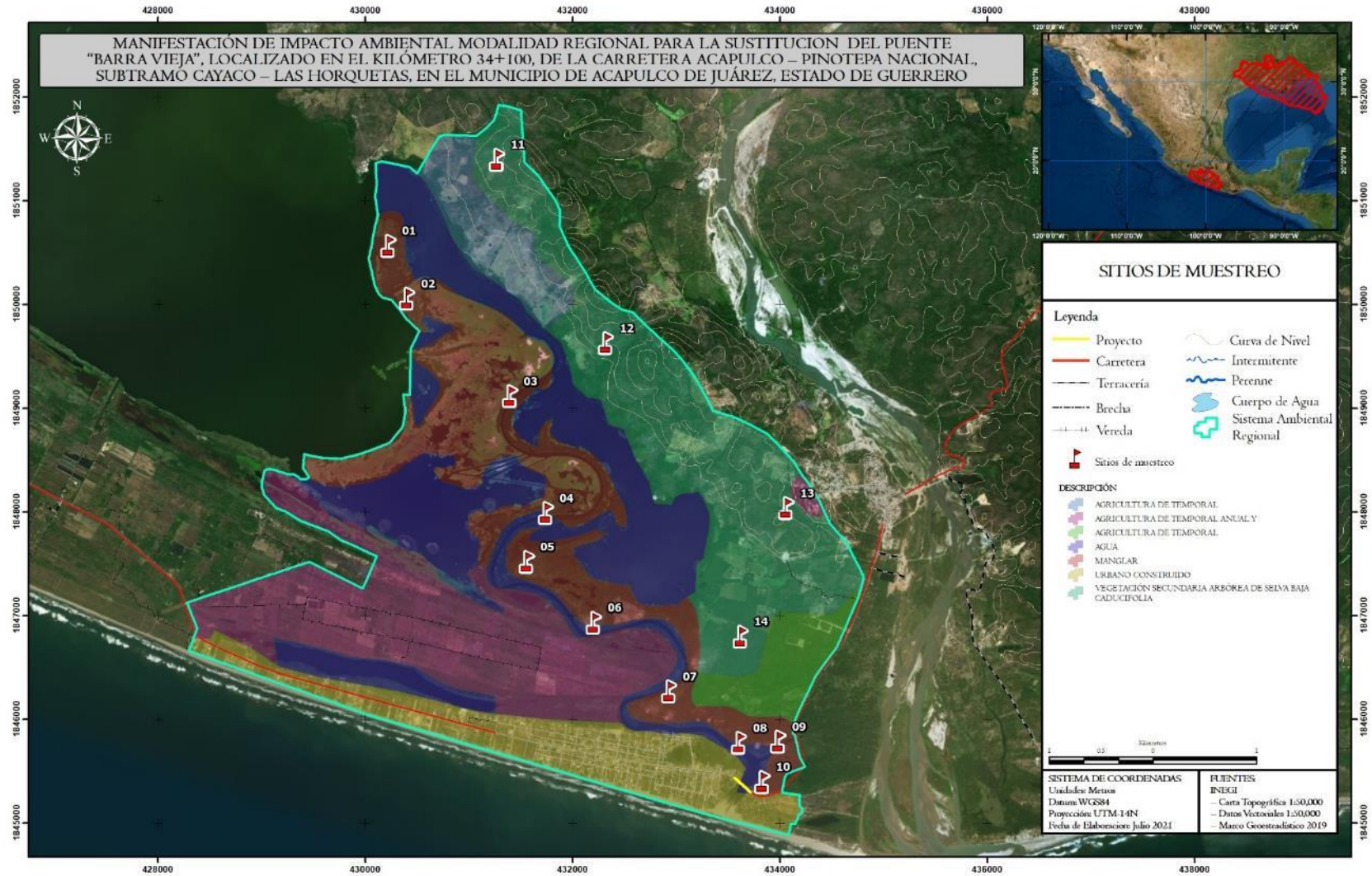
Es importante señalar, que, para complementar el trabajo de campo, se realizaron vuelos con un Dron, con la finalidad de apreciar y tener una idea actualizada de los usos de suelo y vegetación, presentes en el SAR y el puente proyectado.

Fotografía IV. 8. Utilización del Dron en prospección de campo.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 34. Sitios de Muestreo.



Fuente: BIOTA, 2021.

3. ANÁLISIS DE DATOS. - La composición de especies y su diversidad fue caracterizada mediante el registró del número de familias, géneros, especies e individuos. Se calculó el índice de diversidad de Shannon, Simpson y equitatividad de Shannon; con base a los datos recopilados en campo y con apoyo de la clave para determinar los tipos de vegetación de México (Miranda y Hernández-X, 1963) y la cartografía de uso de suelo y vegetación del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) serie VI escala 1 250 000, se determinó que los tipos de usos de suelo y vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional son los siguientes:

- Urbano Construido.
- Agua.
- Agricultura de Temporal Anual.
- Agricultura de Temporal Anual y Permanente.
- Agricultura de Temporal Anual Permanente.
- Manglar
- Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

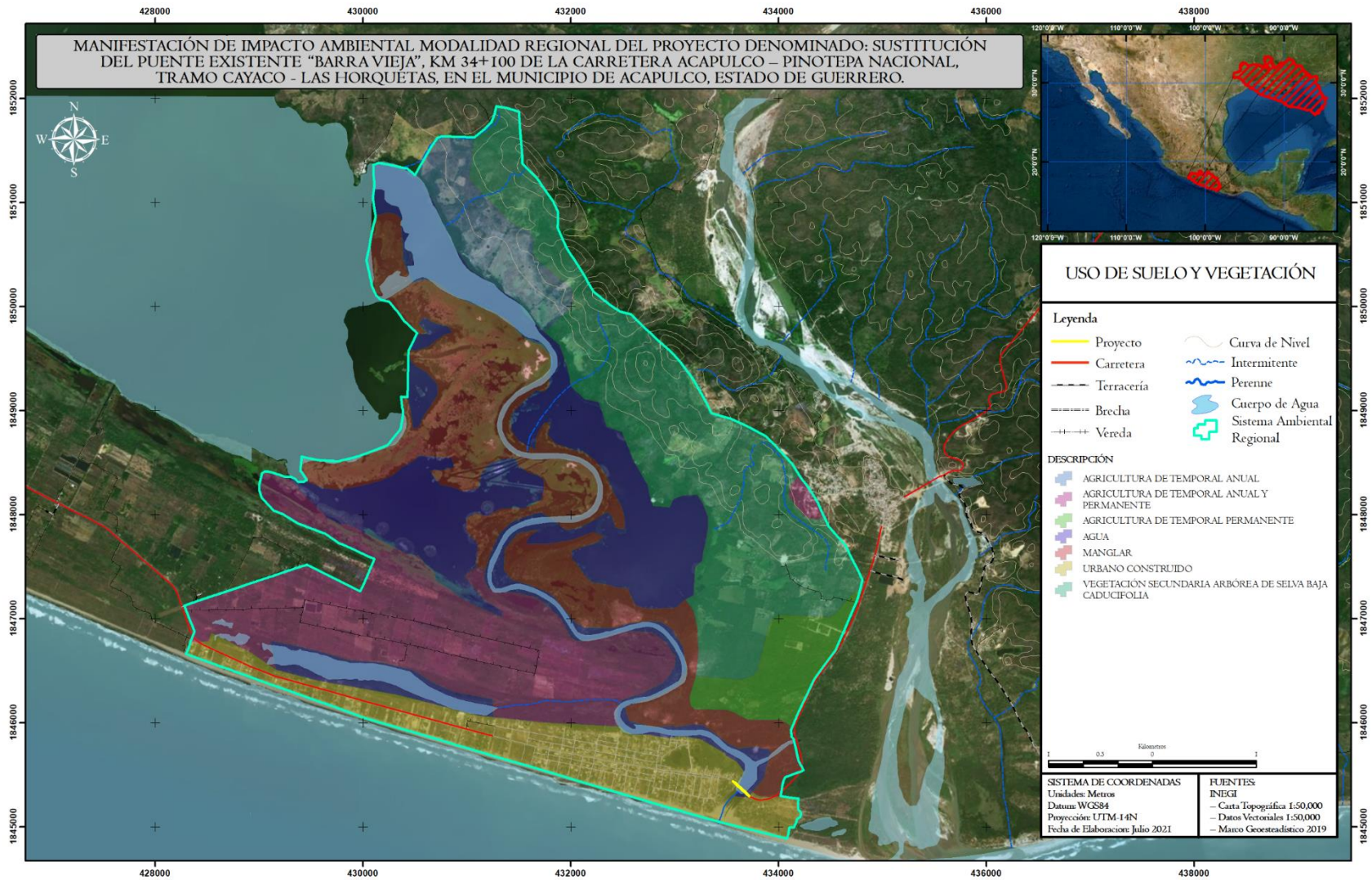
El uso de suelo y vegetación con vocación forestal mayormente representada dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto es Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia con 484.76 ha del total del SAR y en segunda instancia el Manglar con apenas 432.89 ha del total del SAR. Lo anterior afirmado se puede corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 17. Usos de suelo y vegetación ocupados en el SAR.
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL = 2293.95

CLAVE UNIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA EN HECTÁREAS
AH	Urbano Construido	234.90
H2O	Agua	528.07
TA	Agricultura de Temporal Anual	104.79
TAP	Agricultura de Temporal Anual Y Permanente	424.56
TP	Agricultura de Temporal Permanente	83.97
VM	Manglar	432.89
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	484.76
	TOTAL	2293.95

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 35. Uso de Suelo y Vegetación presente el Sistema Ambiental Regional.



Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro del SAR, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBÓREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA.

Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico.

Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera* sp. (cuajote, papelillo, Nopal, chupandia); *Lysiloma* sp. (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba* sp. (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea* sp. (cazahuate); *Pseudobombax* sp. (amapola, clavellina); *Cordia* sp. (ciricote, cuéramo); *Havardia acatlensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina* sp. (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcense*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kuká), *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo), *Heliocarpus terebinthinaceus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma acapulcense* (tepeguaje), *Haematoxylum campechianum*, *Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophiifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida machrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina arborescens* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus aurea* (higo), *Gymnopodium floribundum* (aguana), *Leucanea collinsii* (guaje), *Leucanea esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphyllum*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Bonellia macrocarpa*, *Malpighia mexicana* *Pseudobombax ellipticum*, *Crateva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Parkinsonia florida*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana* (papaturre), *C. floribunda* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauvolfia tetraphylla* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de cactáceas como *Pereskia lychnidiflora*, *Pachycereus* sp. (cardón); *Stenocereus* sp., *Cephalocereus* spp, *Pilosocereus gaumeri*, *Stenocereus griseus*, *Acanthocereus tetragonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia* sp., cactáceas y algunas orquídeas.

Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva

traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna.

En la vertiente del golfo esta selva se localiza en tres áreas Sur del estado de Tamaulipas, sureste del estado de San Luis Potosí y extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro. En el centro de Veracruz en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca, pero sin abarcar estas localidades, pero si las inmediaciones de puerto de Veracruz. En la parte norte de la península de Yucatán ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche.

Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos:

- Arbórea
- Arbustiva
- Herbácea

Fotografía IV. 9. Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.



Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en la parte Noreste dentro del SAR, en el cual existen especímenes característicos como *Bursera simaruba*, *Acacia cochliacantha*, *Pithecellobium lanceolatum*, entre otras más.

Fuente: BIOTA, 2021.

MANGLAR

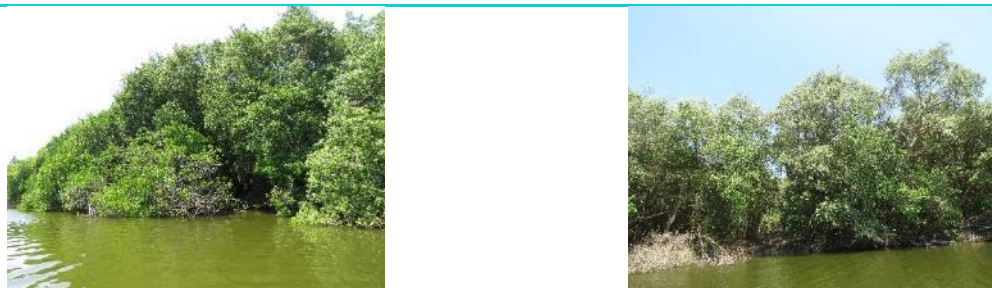
Los manglares son formaciones vegetales que presentan su más alto grado de expresión en la zona costera, alcanzando su máximo desarrollo estructural y donde pueden encontrarse árboles hasta de 40 a 50 m de altura y más de 1 m de diámetro (Yáñez y Lara, 1999). Por otra parte, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], Instituto Nacional Electoral [INE], Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], Comisión Nacional del Agua CONAGUA e Instituto Nacional de Geografía e Informática [INEGI] (2006) mencionan que los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos (CONABIO, 2009, 2014 y 2016).

Valderrama et al. (2017) consideran a los manglares un ecosistema costero altamente dinámico espacial, temporal y biológicamente. Por otra parte, Rodríguez, Chang y Goti (2012), afirman que el ecosistema de manglar es importante por la producción de materia orgánica que se da a través de la cantidad de hojarascas que producen los manglares y es determinada por las hojas, flores frutos y estípulas, que caen al suelo y que representa uno de los más importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario, funcionando como almacenes de carbono.

El principal problema de estos ecosistemas para Guerrero es la disminución en cuanto a su extensión, se estima que de 16,348 hectáreas en el año 1979 han disminuido a 6,693 hectáreas en 2015 (Valderrama et al., 2017). De igual forma la tala o remoción para actividades agrícolas, ganaderas, acuícolas y turísticas, ponen en riesgo la permanencia de ese ecosistema y los servicios ambientales que provee. En el estado de Guerrero existen grandes e importantes extensiones de manglares, sin embargo, hay pocos estudios sobre la producción primaria de mangle y su asociación con los parámetros fisicoquímicos y de la demanda bioquímica del oxígeno del agua, ya que son factores que regulan el establecimiento de las diferentes comunidades de manglares o tipos de humedales (Peralta, Infante y Moreno, 2009).

Fotografía IV. 10. Manglar.





Este tipo de uso de suelo y vegetación se encuentra en una franja en la parte central del SAR que va de Norte a Sur del mismo, en el cual se observaron los cuatro tipos de manglar que existen en México *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*.

Fuente: BIOTA, 2021.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De la superficie total del SAR (2293.95 ha), solo se afectará por el proyecto 0.41 ha, que representan el 0.01% de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.99 % del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área afectada por el proyecto en un 100% será de Urbano Construido que corresponde a una superficie de 0.41 ha.

Tabla IV. 18. Resumen de vegetación de probable de afectación debido al trazo del proyecto.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HAS)	SUP. AFECTADA POR EL TRAZO (HAS)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	484.76	-	-
Manglar	432.89	-	-
Urbano Construido	234.90	0.41	0.01
Agua	528.07	-	-
Agricultura de Temporal Anual	104.79	-	-
Agricultura de Temporal Anual y Permanente	424.56	-	-
Agricultura de Temporal Permanente	83.97	-	-
Total	2293.95	0.41	0.01

Fuente: BIOTA, 2021.

Cabe puntualizar que, debido a la apertura del proyecto, No será necesario solicitar autorización en materia de cambio de uso de suelo, ya que la afectación por el mismo se llevará a cabo en un uso de suelo de Urbano Construido y los elementos a derribar son de tipo ornamental lo cual se evidenciara en el apartado correspondiente.

Con la finalidad de conocer la composición florística del SAR y el área del proyecto, como ya se ha señalado se realizaron 14 muestreos por conglomerados, el acumulado de los mismos se muestra a continuación.

Tabla IV. 19. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 1.

MUESTREO 1							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	430226	Latitud	1850569
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	21	4.5	45	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	55	3.7	29	A	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	69	4.2	34	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	33	5.9	67	A	A
Total			178				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 20. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 2.

MUESTREO 2							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	430409	Latitud	1850059
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	12	3.5	36	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	75	4.1	42	A	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	86	5.3	59	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	44	6.7	71	A	A
Total			217				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 21. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 3.

MUESTREO 3							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	431399	Latitud	1849119
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	78	5.4	87	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	53	3.9	54	A	A
Total			131				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 22. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 4.

MUESTREO 4							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	431746	Latitud	1847993
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	101	6.1	92	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	65	4.5	48	A	A
Total			166				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 23. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 5.

MUESTREO 5							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	431560	Latitud	1847521
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	60	4.6	51	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	35	7.2	88	A	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	86	5.7	71	A	A
	Total		181				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 24. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 6.

MUESTREO 6							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	432208	Latitud	1846935
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	101	5.5	65	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	74	5.1	39	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	43	7.5	92	A	A
	Total		218				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 25. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 7.

MUESTREO 7							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	432934	Latitud	1846271
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	94	5.1	58	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	55	4.2	28	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	32	6.9	67	A	A
	Total		181				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 26. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 8.

MUESTREO 8							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	433610	Latitud	1845775
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	71	5.2	62	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	44	4.3	35	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	21	7.2	55	A	A
	Total		136				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 27. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 9.

MUESTREO 9							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	433987	Latitud	1845788
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	77	5.2	62	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	25	4.3	35	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	19	7.2	55	A	A
	Total		121				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 28. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 10.

MUESTREO 10							
Uso de Suelo y Vegetación	Manglar	Coordenadas		Longitud	433834	Latitud	1845399
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	28	5.2	62	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	59	4.3	35	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	6	7.2	55	A	A
	Total		93				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 29. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 11.

MUESTREO 11							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	431275	Latitud	1851400
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	33	8.1	51	A	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	4.2	33	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	1	4.5	74	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	6	3.5	21	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	2	5.1	66	A	Sin estatus
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	3.3	45	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	5	4.2	56	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	8	6.4	75	A	Sin estatus
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	1	4.1	45	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	5	2.8	29	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	2	3.1	39	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	12	1.8	15	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	5	2.1	19	Ar	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	11	1.1	12	H	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	15	1.3	15	H	Sin estatus
	Total		110				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 30. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 12.

MUESTREO 12							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	432326	Latitud	1849631
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	32	7.5	48	A	Sin estatus
Anacardiáceas	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	4	2.1	18	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	6	3.5	39	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	10	7.1	59	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	5	3.1	33	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	7	4.5	41	A	Sin estatus
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	5	3.8	32	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	3	5.3	58	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	9	4.1	29	A	Sin estatus
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	2	3.9	33	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	15	2.1	17	Ar	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	5	5.8	62	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	5	1.8	15	Ar	Sin estatus
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2	2.9	27	A	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amarago	6	1.4	12	H	Sin estatus
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	8	1.1	16	H	Sin estatus
Total			124				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 31. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 13.

MUESTREO 13							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	Coordenadas		Longitud	434067	Latitud	1848039
Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	28	7.1	51	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	5	3.9	42	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	11	7.5	66	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	4	3.2	35	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	15	4.1	29	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	4	6.2	65	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	4.5	71	A	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	3	3.6	33	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	2	4.6	25	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera schlehtendalii</i>	Miados de gato	1	5.1	31	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	2	2.9	24	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	7	5.8	45	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	5	2.1	15	Ar	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	3	1.6	21	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	8	1.3	12	Ar	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amarago	2	1.1	10	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	1	1.4	13	H	Sin estatus
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	3	0.6	16	H	Sin estatus
Total			106				

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 32. Acumulado de los sitios de muestreo Conglomerado 14.

MUESTREO 14							
Uso de Suelo y Vegetación	Vegetación Secundaria	Coordenadas		Longitud	433624	Latitud	1846801
Familia	Arborea de Selva Baja Caducifolia	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y/o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	21	7.2	78	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	8	6.9	65	A	Sin estatus
Caesalpinaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	5	5.2	57	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Bocote	2	6.1	46	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	1	4.3	64	A	Sin estatus
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	3	5.3	81	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	5	3.4	35	A	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	3	4.6	51	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	3	3.3	44	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	6.4	74	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	7	5.8	45	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	15	4.1	29	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	6	1.6	22	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	9	1.4	11	Ar	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	2	1.1	13	Ar	Sin estatus
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	1	1.2	10	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	1.3	12	H	Sin estatus
	Total		94				

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN.

Para el análisis de la composición florística y valor estructural se utilizaron las siguientes ecuaciones:

El índice de Simpson (Krebs, 1998), el cual indica la probabilidad de que dos individuos tomados al azar en una muestra sean de la misma especie, la fórmula utilizada es la siguiente:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i (n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Dónde:

S: es el número de especies.

N: es el total de organismos presentes (o unidades cuadradas).

ni: es el número de ejemplares por especie.

Este índice está altamente influenciado por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974), y su complemento (1-D) representa una medida de diversidad. El índice de Shannon, este índice mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar en una muestra, (Magurran, 1988; Peet, 1974; Bae y Penev, 1995). Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre 0, cuando hay una sola especie, y el valor máximo suele ser cercano a 5 (puede haber ecosistemas que lo superen), que indica que todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

$$H' = \sum_{i=1}^S pi \log_2(pi)$$

Dónde:
S: número de especies (la riqueza de especies)
Pi: proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): $\frac{ni}{N}$
ni: número de individuos de la especie i
N: número de todos los individuos de todas las especies.

La Equitatividad mide el grado de igualdad de distribución de la abundancia (número de individuos, cobertura, biomasa) de las especies; el valor máximo es de 1 y ocurre cuando todas las especies presentan la misma abundancia. La fórmula utilizada para equitatividad es la siguiente:

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

Dónde:
H': índice de diversidad
H' max = valor máximo de D

Con la finalidad de jerarquizar la dominancia de cada especie en cada tipo de vegetación por los que atraviesa el trazo del proyecto, se utilizó el siguiente índice de valoración estructural: Índice de Valor de Importancia (IVI) (Zarco-Espinosa et al., 2010). Éste se calculó de la siguiente manera:

$$IVI = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La dominancia (estimador de biomasa: área basal, cobertura) relativa se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia absoluta por especie}}{\text{Dominancia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Dominancia absoluta} = \frac{\text{Área basal de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

El área basal (AB) de los árboles se obtuvo con la fórmula siguiente:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

La densidad relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad absoluta por cada especie}}{\text{Densidad absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Densidad absoluta} = \frac{\text{Número de individuos de una especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La frecuencia relativa se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia absoluta por cada especie}}{\text{Frecuencia absoluta de todas las especies}} \times 100$$

Dónde:

$$\text{Frecuencia absoluta} = \frac{\text{Número de sitios en los que se presenta cada especie}}{\text{Número total de sitios muestreados por tipo de vegetación}}$$

ANÁLISIS GENERAL POR TODO EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

De los 14 conglomerados realizados en todo el SAR se obtuvo una riqueza de 2056 individuos pertenecientes a 49 especies, correspondientes a 29 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pithecellobium lanceolatum* es la que tiene la mayor altura con 8.1 metros, seguido de *Bursera simaruba* con 7.6 metros y *Avicennia germinans* con 7.5 metros son las especies con mayor altura dentro del Sistema Ambiental Regional.

En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.75, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 1.9, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el SAR del proyecto es Media, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) media de 0.51 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Laguncularia racemosa* con 57.34, *Conocarpus erectus* con 39.42 y *Avicennia germinans* con 28.12 estas especies son Manglares que constituyen un tipo de vegetación dominante de las costas en la banda tropical y subtropical, que representan un enorme valor científico, económico y cultural para México.

Tabla IV. 33. Estimación del Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	FB	NOM-059-SEMARNAT	NO. SITIOS	ÁREA BASAL	DOMINANCIA ABSOLUTA	DENSIDAD ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VI
Fabaceae	<i>Acacia cochiliacantha</i>	Cubata	10	Ar	Sin estatus	2	283.53	0.0036	0.0049	0.0208	0.3604	0.4864	2.0833	2.93
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	27	Ar	Sin estatus	2	226.98	0.0029	0.0131	0.0208	0.2885	1.3132	2.0833	3.69
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	5	Ar	Sin estatus	1	176.72	0.0022	0.0024	0.0104	0.2246	0.2432	1.0417	1.51
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	3	H	Sin estatus	1	201.06	0.0026	0.0015	0.0104	0.2556	0.1459	1.0417	1.44
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	1	H	Sin estatus	1	78.54	0.0010	0.0005	0.0104	0.0998	0.0486	1.0417	1.19
Anacardiaceae	<i>Amphiterygium adstringens</i>	Cuachalalate	2	A	Sin estatus	1	3421.20	0.0435	0.0010	0.0104	4.3485	0.0973	1.0417	5.49
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	3	A	Sin estatus	1	5153.01	0.0655	0.0015	0.0104	6.5497	0.1459	1.0417	7.74
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	233	A	A	8	6647.63	0.0845	0.1133	0.0833	8.4495	11.3327	8.3333	28.12
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	8	Ar	Sin estatus	1	113.10	0.0014	0.0039	0.0104	0.1438	0.3891	1.0417	1.57
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	9	A	Sin estatus	2	3318.32	0.0422	0.0044	0.0208	4.2177	0.4377	2.0833	6.74
Burseraceae	<i>Bursera schlehtendalii</i>	Miados de gato	1	A	Sin estatus	1	754.77	0.0096	0.0005	0.0104	0.9593	0.0486	1.0417	2.05
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	37	A	Sin estatus	4	3421.20	0.0435	0.0180	0.0417	4.3485	1.7996	4.1667	10.31
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	5	A	Sin estatus	1	804.25	0.0102	0.0024	0.0104	1.0222	0.2432	1.0417	2.31
Caesalpinjiaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	5	A	Sin estatus	1	2551.76	0.0324	0.0024	0.0104	3.2434	0.2432	1.0417	4.53
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	3	A	Sin estatus	1	2642.09	0.0336	0.0015	0.0104	3.3582	0.1459	1.0417	4.55
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	A	Sin estatus	1	4300.85	0.0547	0.0005	0.0104	5.4666	0.0486	1.0417	6.56
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	11	H	Sin estatus	1	113.10	0.0014	0.0054	0.0104	0.1438	0.5350	1.0417	1.72
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	6	A	Sin estatus	2	2042.83	0.0260	0.0029	0.0208	2.5965	0.2918	2.0833	4.97
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	19	A	Sin estatus	4	962.12	0.0122	0.0092	0.0417	1.2229	0.9241	4.1667	6.31
Anacardiáceas	<i>Comocladia engleri</i>	Teliatia	10	A	Sin estatus	2	346.36	0.0044	0.0049	0.0208	0.4402	0.4864	2.0833	3.01
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	565	A	A	10	1194.59	0.0152	0.2748	0.1042	1.5184	27.4805	10.4167	39.42
Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>	Bocote	2	A	Sin estatus	1	1661.91	0.0211	0.0010	0.0104	2.1124	0.0973	1.0417	3.25
Bigoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	16	A	Sin estatus	3	2463.01	0.0313	0.0078	0.0313	3.1306	0.7782	3.1250	7.03
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	9	Ar	Sin estatus	1	95.03	0.0012	0.0044	0.0104	0.1208	0.4377	1.0417	1.60
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	2	A	Sin estatus	1	855.30	0.0109	0.0010	0.0104	1.0871	0.0973	1.0417	2.23
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	1	H	Sin estatus	1	132.73	0.0017	0.0005	0.0104	0.1687	0.0486	1.0417	1.26
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	1	A	Sin estatus	1	3217.00	0.0409	0.0005	0.0104	4.0890	0.0486	1.0417	5.18
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	1	A	Sin estatus	1	4300.85	0.0547	0.0005	0.0104	5.4666	0.0486	1.0417	6.56
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejonuco	5	A	Sin estatus	2	1520.53	0.0193	0.0024	0.0208	1.9327	0.2432	2.0833	4.26
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	7	A	Sin estatus	1	1320.26	0.0168	0.0034	0.0104	1.6781	0.3405	1.0417	3.06
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	39	A	Sin estatus	3	660.52	0.0084	0.0190	0.0313	0.8396	1.8969	3.1250	5.86
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	3	Ar	Sin estatus	1	346.36	0.0044	0.0015	0.0104	0.4402	0.1459	1.0417	1.63
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	1	A	Sin estatus	1	1590.44	0.0202	0.0005	0.0104	2.0215	0.0486	1.0417	3.11
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	791	A	A	10	6647.63	0.0845	0.3847	0.1042	8.4495	38.4728	10.4167	57.34
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	H	Sin estatus	1	113.10	0.0014	0.0010	0.0104	0.1438	0.0973	1.0417	1.28
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2	A	Sin estatus	1	572.56	0.0073	0.0010	0.0104	0.7277	0.0973	1.0417	1.87
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	14	A	Sin estatus	2	1590.44	0.0202	0.0068	0.0208	2.0215	0.6809	2.0833	4.79
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melón amargo	8	H	Sin estatus	2	113.10	0.0014	0.0039	0.0208	0.1438	0.3891	2.0833	2.62
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	A	Sin estatus	1	855.30	0.0109	0.0015	0.0104	1.0871	0.1459	1.0417	2.27
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	15	H	Sin estatus	1	176.72	0.0022	0.0073	0.0104	0.2246	0.7296	1.0417	2.00
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	A	Sin estatus	1	3959.20	0.0503	0.0010	0.0104	5.0323	0.0973	1.0417	6.17
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	114	A	Sin estatus	4	2042.83	0.0260	0.0554	0.0417	2.5965	5.5447	4.1667	12.31
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	A	Sin estatus	1	1590.44	0.0202	0.0005	0.0104	2.0215	0.0486	1.0417	3.11
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	2	A	Sin estatus	1	452.39	0.0058	0.0010	0.0104	0.5750	0.0973	1.0417	1.71
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	2	Ar	Sin estatus	1	132.73	0.0017	0.0010	0.0104	0.1687	0.0973	1.0417	1.31
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	33	A	A	2	1590.44	0.0202	0.0161	0.0208	2.0215	1.6051	2.0833	5.71

Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	6	Ar	Sin estatus	1	380.13	0.0048	0.0029	0.0104	0.4832	0.2918	1.0417	1.82
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	8	H	Sin estatus	1	201.06	0.0026	0.0039	0.0104	0.2556	0.3891	1.0417	1.69
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	2	A	Sin estatus	1	490.88	0.0062	0.0010	0.0104	0.6239	0.0973	1.0417	1.76

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 34. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.

CONCEPTO	RESULTADO
<i>Especies</i>	49
<i>Individuos</i>	2056
<i>Dominancia</i>	0.241
<i>Índice de Simpson</i>	0.759
<i>Índice de Shannon</i>	1.993
<i>Equitatividad</i>	0.5122

Fuente: BIOTA, 2021.

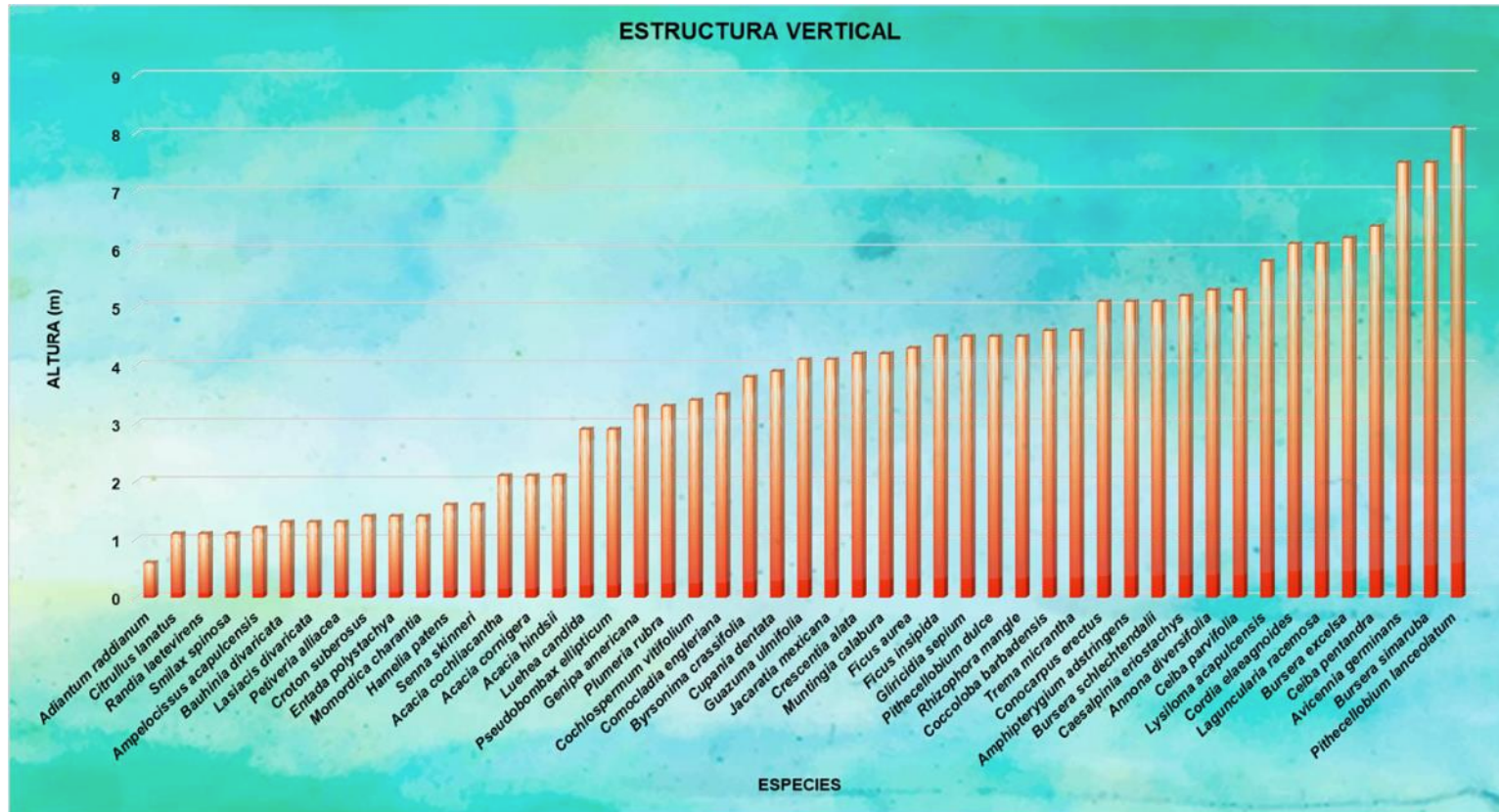
Tabla IV. 35. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (M)	DAP Y /O LONGITUD (CM)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	3	0.6	16	H	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	11	1.1	12	H	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	2	1.1	13	Ar	Sin estatus
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	8	1.1	16	H	Sin estatus
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	1	1.2	10	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	8	1.3	12	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	1.3	12	H	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	15	1.3	15	H	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	9	1.4	11	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	1	1.4	13	H	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melón amargo	8	1.4	12	H	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	3	1.6	21	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	6	1.6	22	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	10	2.1	19	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	27	2.1	17	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	5	2.1	15	Ar	Sin estatus
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2	2.9	27	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	2	2.9	24	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	5	3.3	44	A	Sin estatus
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	3.3	45	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	19	3.4	35	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	10	3.5	21	A	Sin estatus
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	5	3.8	32	A	Sin estatus
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	2	3.9	33	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	39	4.1	29	A	Sin estatus
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	1	4.1	45	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	16	4.2	56	A	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	4.2	33	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	1	4.3	64	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	1	4.5	74	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	7	4.5	41	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	4.5	71	A	Sin estatus
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	33	4.5	45	A	A
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	6	4.6	51	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	2	4.6	25	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	565	5.1	39	A	A
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	2	5.1	66	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Miados de gato	1	5.1	31	A	Sin estatus
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	5	5.2	57	A	Sin estatus
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	3	5.3	81	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	3	5.3	58	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	14	5.8	45	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Bocote	2	6.1	46	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	791	6.1	92	A	A

Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	9	6.2	65	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	6.4	74	A	Sin estatus
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	233	7.5	92	A	A
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	37	7.5	66	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	114	8.1	51	A	Sin estatus

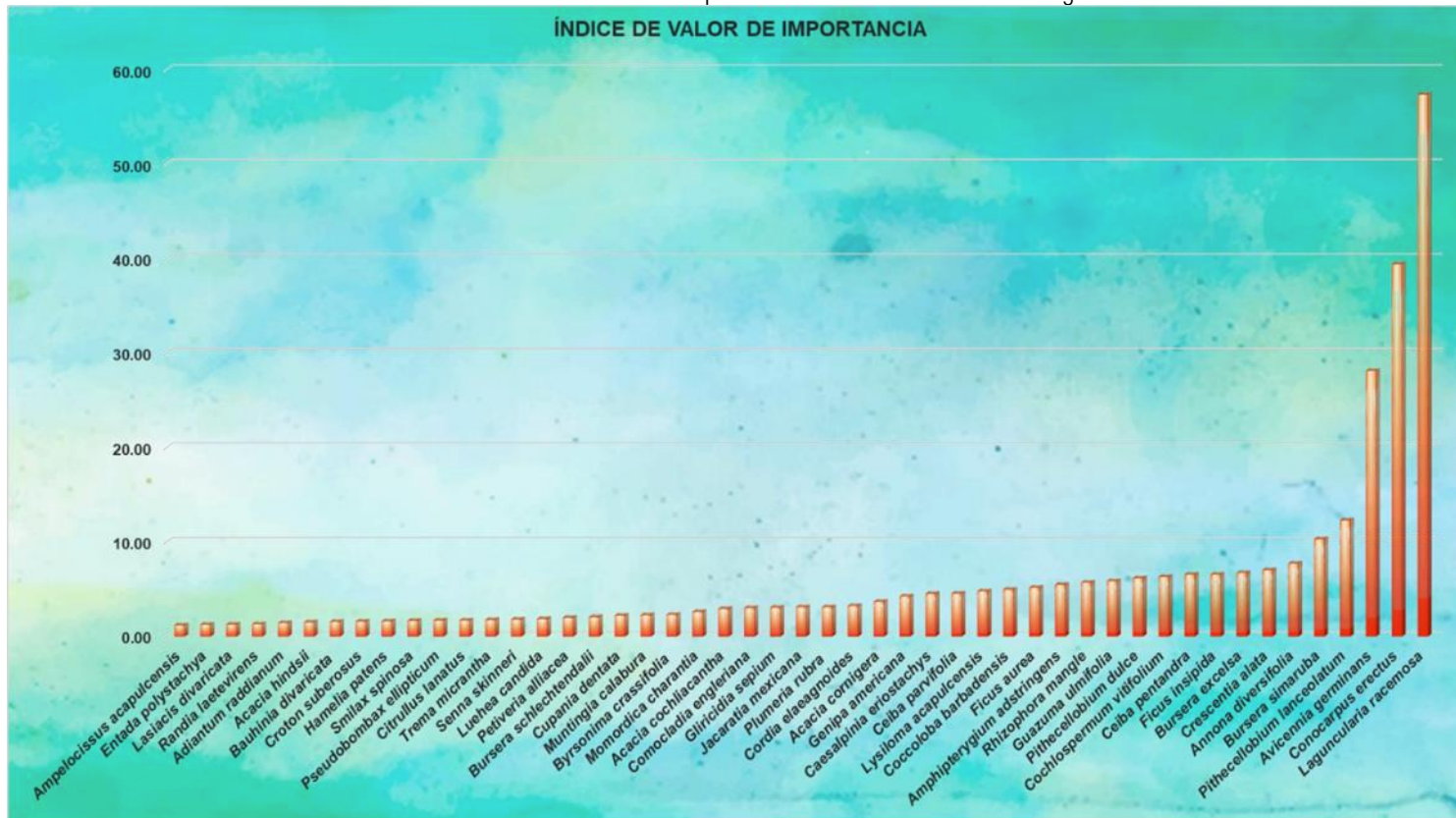
Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 4. Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 5. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: BIOTA, 2021.

ANÁLISIS POR TIPO DE VEGETACIÓN.

A continuación, se realiza el análisis correspondiente por tipo de Uso de Suelo y Vegetación con vocación forestal encontrado en el SAR.

MANGLAR.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 1622 individuos pertenecientes a 4 especies, correspondientes a 3 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Avicennia germinans* con 7.5 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido y *Laguncularia racemosa* con 7.1 metros respectivamente. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.61, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 1.07, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Baja, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.77, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Laguncularia racemosa* con 111.66, *Avicennia germinans* con 90.67 y *Conocarpus erectus* 77.09, son las especies que presentan más alto este valor siendo características de este ecosistema.

Tabla IV. 36. Estimación del Valor de Importancia de Manglar.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	FB	NOM-059-SEMARNAT	NO. SITIOS	ÁREA BASAL	DOMINANCIA ABSOLUTA	DENSIDAD ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	233	A	A	8	6647.63	0.4964	0.1436	0.2667	49.64	14.36	26.67	90.67
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	565	A	A	10	1194.59	0.0892	0.3483	0.3333	8.92	34.83	33.33	77.09
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	791	A	A	10	3959.20	0.2956	0.4877	0.3333	29.56	48.77	33.33	111.66
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	33	A	A	2	1590.44	0.1188	0.0203	0.0667	11.88	2.03	6.67	20.58

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 37. Relación de índices de Manglar

CONCEPTO	RESULTADO
<i>Especies</i>	4
<i>Individuos</i>	1622
<i>Dominancia</i>	0.3802
<i>Índice de Simpson</i>	0.6198
<i>Índice de Shannon</i>	1.076
<i>Equitatividad</i>	0.7758

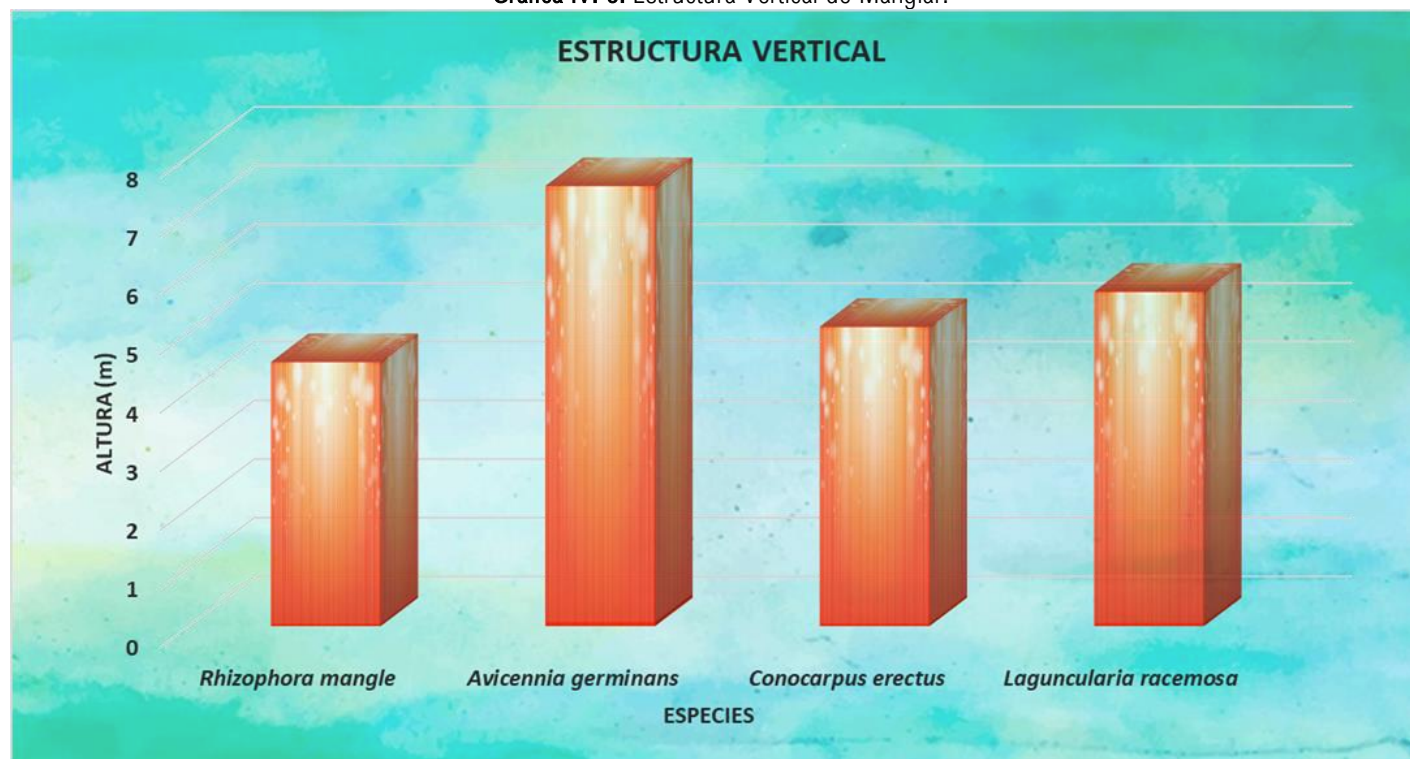
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 38. Estructura vertical de Manglar.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (M)	DAP Y /O LONGITUD (CM)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Candelilla	33	4.5	45	A	A
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	233	7.5	92	A	A
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Botoncillo	565	5.1	39	A	A
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	791	5.7	71	A	A

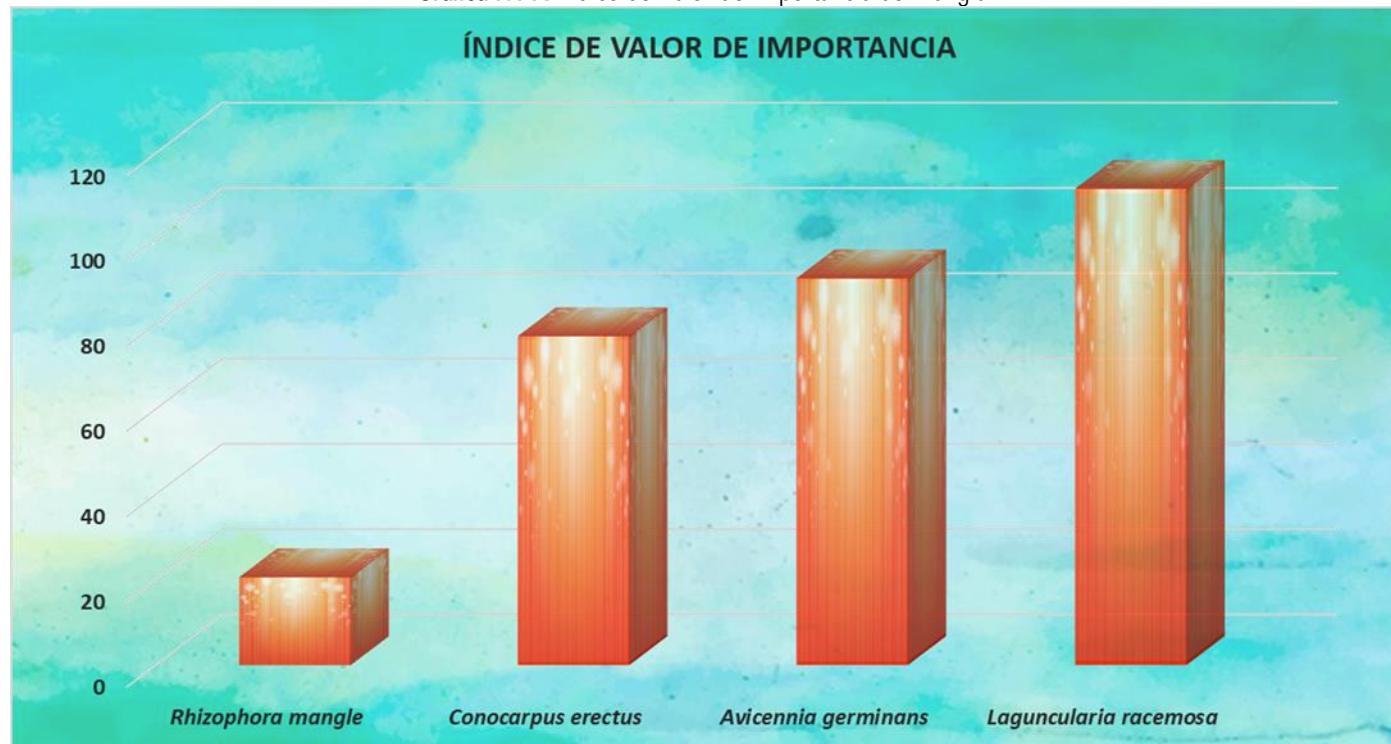
Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 6. Estructura Vertical de Manglar.



Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 7. Índice de Valor de Importancia de Manglar.



Fuente: BIOTA, 2021.

VEGETACIÓN SECUNDARIA ARBOREA DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA.

En este tipo de vegetación se encontró una riqueza de 434 individuos pertenecientes a 45 especies, correspondientes a 26 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Pithecellobium lanceolatum* con 8.1 metros es el que ocupa la primera posición en este sentido, seguido de *Bursera simaruba* con 7.6 metros y *Ceiba pentandra* con 6.4 metros. En lo que respecta al cálculo del índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0.90, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 2.98, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en este uso de suelo del proyecto es Media, con una Equitatividad Alta (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) de 0.78 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Finalmente, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Pithecellobium lanceolatum* 35.64, seguido de *Bursera simaruba* con 20.13 y *Guazuma ulmifolia* con 14.60, siendo las tres especies características de este ecosistema en sucesión secundaria.

Tabla IV. 39. Estimación del Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	FB	NOM-059-SEMARNAT	NO. SITIOS	ÁREA BASAL	DOMINANCIA ABSOLUTA	DENSIDAD ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	DOMINANCIA RELATIVA	DENSIDAD RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	IVI
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	10	Ar	Sin estatus	2	283.53	0.0046	0.0230	0.0303	0.4592	2.3041	3.0303	5.79
Fabaceae	<i>Acacia comigera</i>	Cornezuelo	27	Ar	Sin estatus	2	226.98	0.0037	0.0622	0.0303	0.3676	6.2212	3.0303	9.62
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	5	Ar	Sin estatus	1	176.72	0.0029	0.0115	0.0152	0.2862	1.1521	1.5152	2.95
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	3	H	Sin estatus	1	201.06	0.0033	0.0069	0.0152	0.3256	0.6912	1.5152	2.53
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	1	H	Sin estatus	1	78.54	0.0013	0.0023	0.0152	0.1272	0.2304	1.5152	1.87
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	2	A	Sin estatus	1	3421.20	0.0554	0.0046	0.0152	5.5407	0.4608	1.5152	7.52
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	3	A	Sin estatus	1	5153.01	0.0835	0.0069	0.0152	8.3454	0.6912	1.5152	10.55
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	8	Ar	Sin estatus	1	113.10	0.0018	0.0184	0.0152	0.1832	1.8433	1.5152	3.54
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	9	A	Sin estatus	2	3318.32	0.0537	0.0207	0.0303	5.3741	2.0737	3.0303	10.48
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Miados de gato	1	A	Sin estatus	1	754.77	0.0122	0.0023	0.0152	1.2224	0.2304	1.5152	2.97
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	37	A	Sin estatus	4	3421.20	0.0554	0.0853	0.0606	5.5407	8.5253	6.0606	20.13
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	5	A	Sin estatus	1	804.25	0.0130	0.0115	0.0152	1.3025	1.1521	1.5152	3.97
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	5	A	Sin estatus	1	2551.76	0.0413	0.0115	0.0152	4.1326	1.1521	1.5152	6.80
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	3	A	Sin estatus	1	2642.09	0.0428	0.0069	0.0152	4.2789	0.6912	1.5152	6.49
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	A	Sin estatus	1	4300.85	0.0697	0.0023	0.0152	6.9653	0.2304	1.5152	8.71
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandia	11	H	Sin estatus	1	113.10	0.0018	0.0253	0.0152	0.1832	2.5346	1.5152	4.23
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	6	A	Sin estatus	2	2042.83	0.0331	0.0138	0.0303	3.3084	1.3825	3.0303	7.72
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	19	A	Sin estatus	4	962.12	0.0156	0.0438	0.0606	1.5582	4.3779	6.0606	12.00
Anacardiáceas	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	10	A	Sin estatus	2	346.36	0.0056	0.0230	0.0303	0.5609	2.3041	3.0303	5.90
Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Bocote	2	A	Sin estatus	1	1661.91	0.0269	0.0046	0.0152	2.6915	0.4608	1.5152	4.67
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	16	A	Sin estatus	3	2463.01	0.0399	0.0369	0.0455	3.9889	3.6866	4.5455	12.22
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	9	Ar	Sin estatus	1	95.03	0.0015	0.0207	0.0152	0.1539	2.0737	1.5152	3.74
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	2	A	Sin estatus	1	855.30	0.0139	0.0046	0.0152	1.3852	0.4608	1.5152	3.36
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	1	H	Sin estatus	1	132.73	0.0021	0.0023	0.0152	0.2150	0.2304	1.5152	1.96
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	1	A	Sin estatus	1	3217.00	0.0521	0.0023	0.0152	5.2100	0.2304	1.5152	6.96
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	1	A	Sin estatus	1	4300.85	0.0697	0.0023	0.0152	6.9653	0.2304	1.5152	8.71
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	5	A	Sin estatus	2	1520.53	0.0246	0.0115	0.0303	2.4625	1.1521	3.0303	6.64
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	7	A	Sin estatus	1	1320.26	0.0214	0.0161	0.0152	2.1382	1.6129	1.5152	5.27
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	39	A	Sin estatus	3	660.52	0.0107	0.0899	0.0455	1.0697	8.9862	4.5455	14.60
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	3	Ar	Sin estatus	1	346.36	0.0056	0.0069	0.0152	0.5609	0.6912	1.5152	2.77
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	1	A	Sin estatus	1	1590.44	0.0258	0.0023	0.0152	2.5757	0.2304	1.5152	4.32
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	H	Sin estatus	1	113.10	0.0018	0.0046	0.0152	0.1832	0.4608	1.5152	2.16
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2	A	Sin estatus	1	572.56	0.0093	0.0046	0.0152	0.9273	0.4608	1.5152	2.90
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	14	A	Sin estatus	2	1590.44	0.0258	0.0323	0.0303	2.5757	3.2258	3.0303	8.83
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melón amargo	8	H	Sin estatus	2	113.10	0.0018	0.0184	0.0303	0.1832	1.8433	3.0303	5.06

Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	A	Sin estatus	1	855.30	0.0139	0.0069	0.0152	1.3852	0.6912	1.5152	3.59
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	15	H	Sin estatus	1	176.72	0.0029	0.0346	0.0152	0.2862	3.4562	1.5152	5.26
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	A	Sin estatus	1	3959.20	0.0641	0.0046	0.0152	6.4120	0.4608	1.5152	8.39
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	114	A	Sin estatus	4	2042.83	0.0331	0.2627	0.0606	3.3084	26.2673	6.0606	35.64
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	A	Sin estatus	1	1590.44	0.0258	0.0023	0.0152	2.5757	0.2304	1.5152	4.32
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	2	A	Sin estatus	1	452.39	0.0073	0.0046	0.0152	0.7327	0.4608	1.5152	2.71
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	2	Ar	Sin estatus	1	132.73	0.0021	0.0046	0.0152	0.2150	0.4608	1.5152	2.19
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	6	Ar	Sin estatus	1	380.13	0.0062	0.0138	0.0152	0.6156	1.3825	1.5152	3.51
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	8	H	Sin estatus	1	201.06	0.0033	0.0184	0.0152	0.3256	1.8433	1.5152	3.68
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	2	A	Sin estatus	1	490.88	0.0079	0.0046	0.0152	0.7950	0.4608	1.5152	2.77

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 40. Relación de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

CONCEPTO	RESULTADO
Especies	45
Individuos	434
Dominancia	0.09895
Índice de Simpson	0.901
Índice de Shannon	2.982
Equitatividad	0.7834

Fuente: BIOTA, 2021.

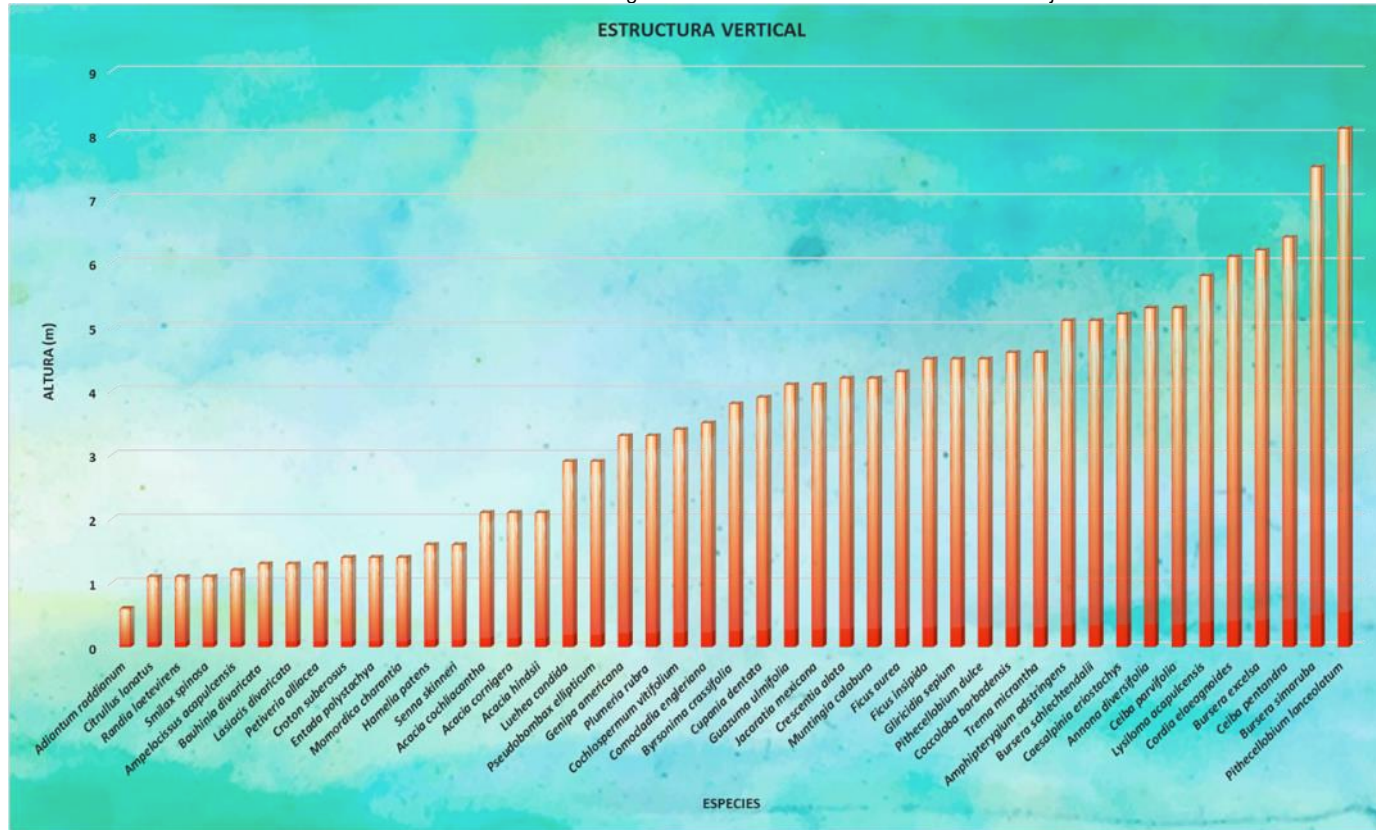
Tabla IV. 41. Estructura vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (M)	DAP Y /O LONGITUD (CM)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	3	0.6	16	H	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	11	1.1	12	H	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	2	1.1	13	Ar	Sin estatus
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	8	1.1	16	H	Sin estatus
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	1	1.2	10	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	8	1.3	12	Ar	Sin estatus
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	2	1.3	12	H	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	15	1.3	15	H	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	9	1.4	11	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	1	1.4	13	H	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melón amargo	8	1.4	12	H	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	3	1.6	21	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	6	1.6	22	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	10	2.1	19	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	27	2.1	17	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	5	2.1	15	Ar	Sin estatus
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	2	2.9	27	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	2	2.9	24	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejorucu	5	3.3	44	A	Sin estatus
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	1	3.3	45	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	19	3.4	35	A	Sin estatus
Anacardiáceas	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	10	3.5	21	A	Sin estatus
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	5	3.8	32	A	Sin estatus
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	2	3.9	33	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	39	4.1	29	A	Sin estatus
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	1	4.1	45	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	16	4.2	56	A	Sin estatus

Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	3	4.2	33	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	1	4.3	64	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	1	4.5	74	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	7	4.5	41	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	2	4.5	71	A	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	6	4.6	51	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	2	4.6	25	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	2	5.1	66	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Miados de gato	1	5.1	31	A	Sin estatus
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	5	5.2	57	A	Sin estatus
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	3	5.3	81	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	3	5.3	58	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	14	5.8	45	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Bocote	2	6.1	46	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	9	6.2	65	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	1	6.4	74	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	37	7.5	66	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	114	8.1	51	A	Sin estatus

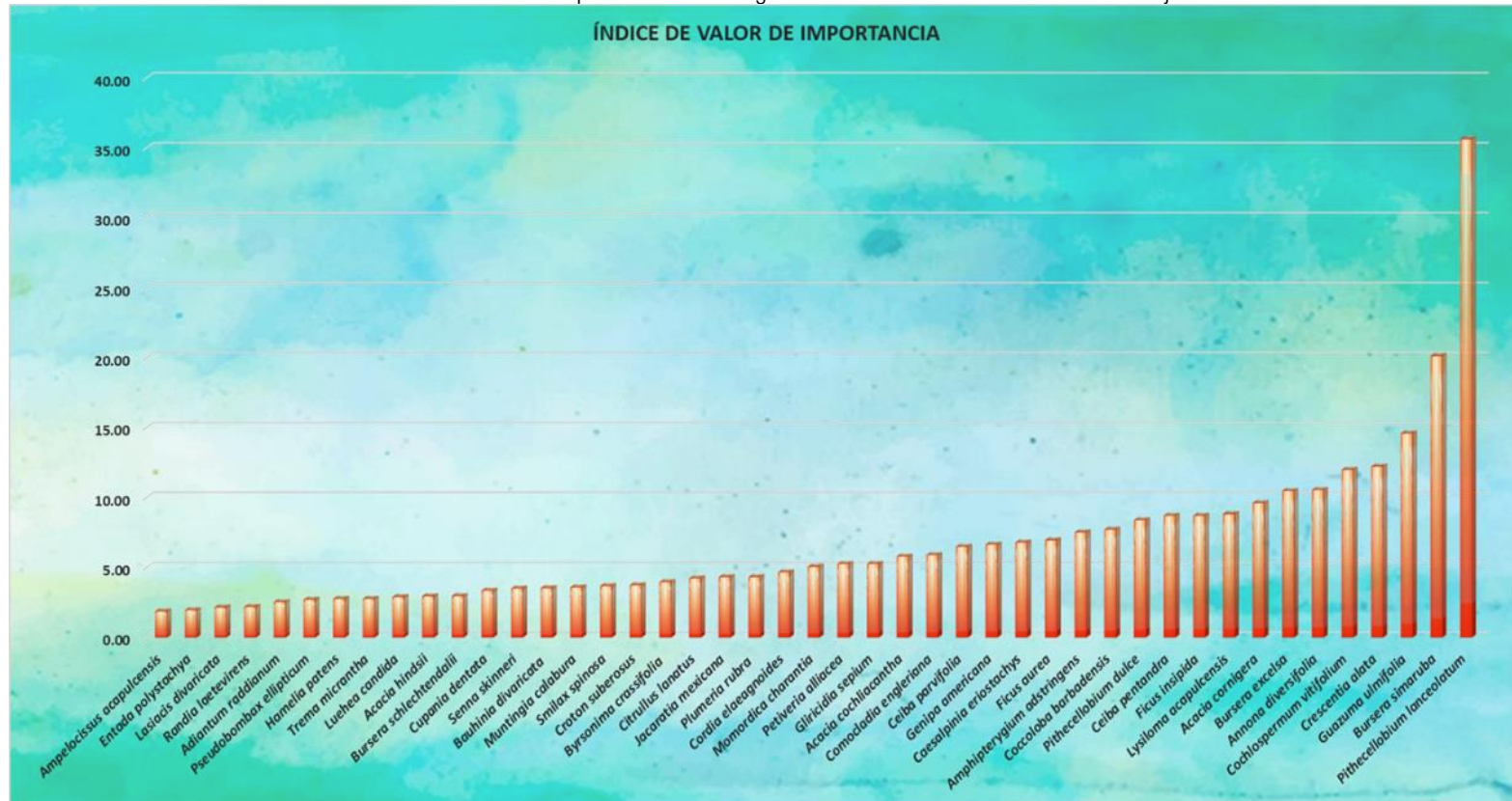
Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 8. Estructura Vertical de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.



Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 9. índice de Valor de Importancia de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia.



Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Fotografía IV. 11. Condiciones ambientales "Florísticas" en las que se encuentra la zona del proyecto.



En la imagen se observan especímenes de *Mimosa pigra* y *Acacia cochliacantha* arbustos abundantes en las proximidades del proyecto.



Es común encontrar en las cercanías al proyecto y en el SAR especímenes de *Pithecellobium dulce* y *Cocos nucifera*, este último se cultiva ampliamente la región y ha desplazado zonas naturales.



En la imagen se observan individuos de la familia *Tabebuia rosea* los cuales se encuentran en las proximidades al sitio del proyecto como especies ornamentales debido a su gran belleza.



Terminalia catappa es una especie encontrada en las proximidades del proyecto.



Muntingia calabura es una de las especies que se observó de manera aislada en las proximidades del proyecto.



Conocarpus erectus es el segundo manglar con mayor representatividad dentro del SAR, su éxito se debe a que se establece en zonas de poca inundación y salinidad.



En la fotografía se muestra la especie *Laguncularia racemosa* la cual cuenta con la mayor representatividad dentro del SAR del proyecto y es altamente susceptible al viento debido a sus raíces superficiales.





En la fotografía se muestra la especie *Avicennia germinans* el cual se localiza en los sitios cenagosos más alejados de la inundación.



Rhizophora mangle es el Mangle con menor representatividad dentro del SAR del proyecto, en la parte Noroeste del mismo.



Gliricidia sepium y *Bursera simaruba* son especies que cuentan con gran representatividad dentro de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia del SAR.



En buena parte del SAR, se encuentra distribuida la especie *Acacia cornigera*.



Bauhinia divaricata es una especie característica de Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia.



Bursera excelsa especie que se encontró de manera recurrente dentro de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia del SAR.



Coccoloba barbadensis se encontró con buena distribución dentro del SAR del proyecto.



Pithecellobium lanceolatum esta especie es la que cuenta con mayor dominancia y altura dentro de la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia del SAR.



Guazuma ulmifolia es una especie pionera típica en la sucesión secundaria de la Selva Baja Caducifolia.

Fuente: BIOTA, 2021.

Es importante señalar que las condiciones ambientales del Sistema Ambiental Regional son de un mediano grado de conservación, en lo que respecta a sitios cercanos al proyecto se localizaron condiciones de perturbación, debido a las actividades antrópicas, como la agricultura principalmente el cultivo de palma de coco y la zona turística de Barra Vieja, donde la presencia de restaurantes es común a lo largo de toda la Carretera. Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, no existirá remoción vegetal

significativa por la realización de este, así como también es importante resaltar que el beneficio relacionado con la construcción del proyecto.

ESPECIES SUJETAS A AFECTACIÓN DEBIDO AL PROYECTO.

Como ya se ha señalado, solo existirá remoción de algunos elementos vegetales debido a la realización del proyecto en la parte donde quedarán los accesos al mismo, los cuales se muestran a continuación.

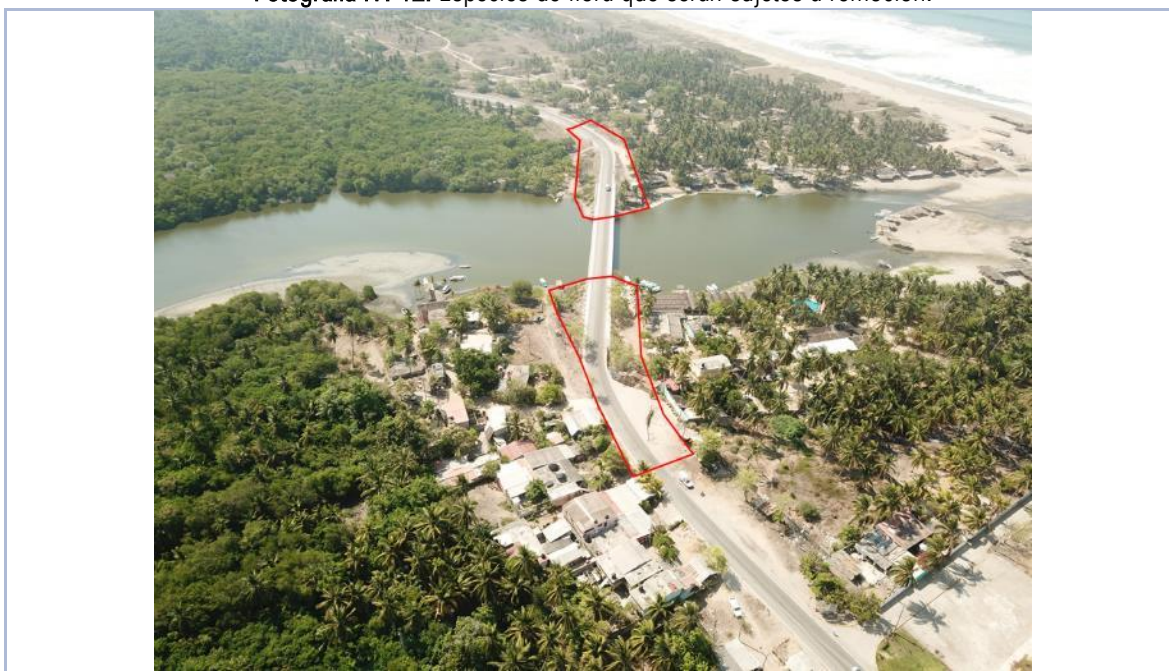
Tabla IV. 42. Acumulado de especies de flora que serán sujetos a remoción.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010	DAP y/o Longitud (cm)	Altura (m)	FRECUENCIA
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza negra	Ar	Sin estatus	54	1.6	18
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	A	Sin estatus	13	2.3	5
Araceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	A	Sin estatus	87	8.5	8
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	Ar	Sin estatus	10	1.8	10
Fabaceae	<i>Leucaena diversifolia</i>	Guaje	A	Sin estatus	51	2.5	18
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán rosado	A	Sin estatus	56	3.2	22
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	A	Sin estatus	33	4.9	3
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	A	Sin estatus	51	5.4	1
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Ar	Sin estatus	13	1.5	7
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	A	Sin estatus	74	6.1	1
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar	Sin estatus	10	1.6	4
	Total						97

Donde: FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto,

Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía IV. 12. Especies de flora que serán sujetos a remoción.

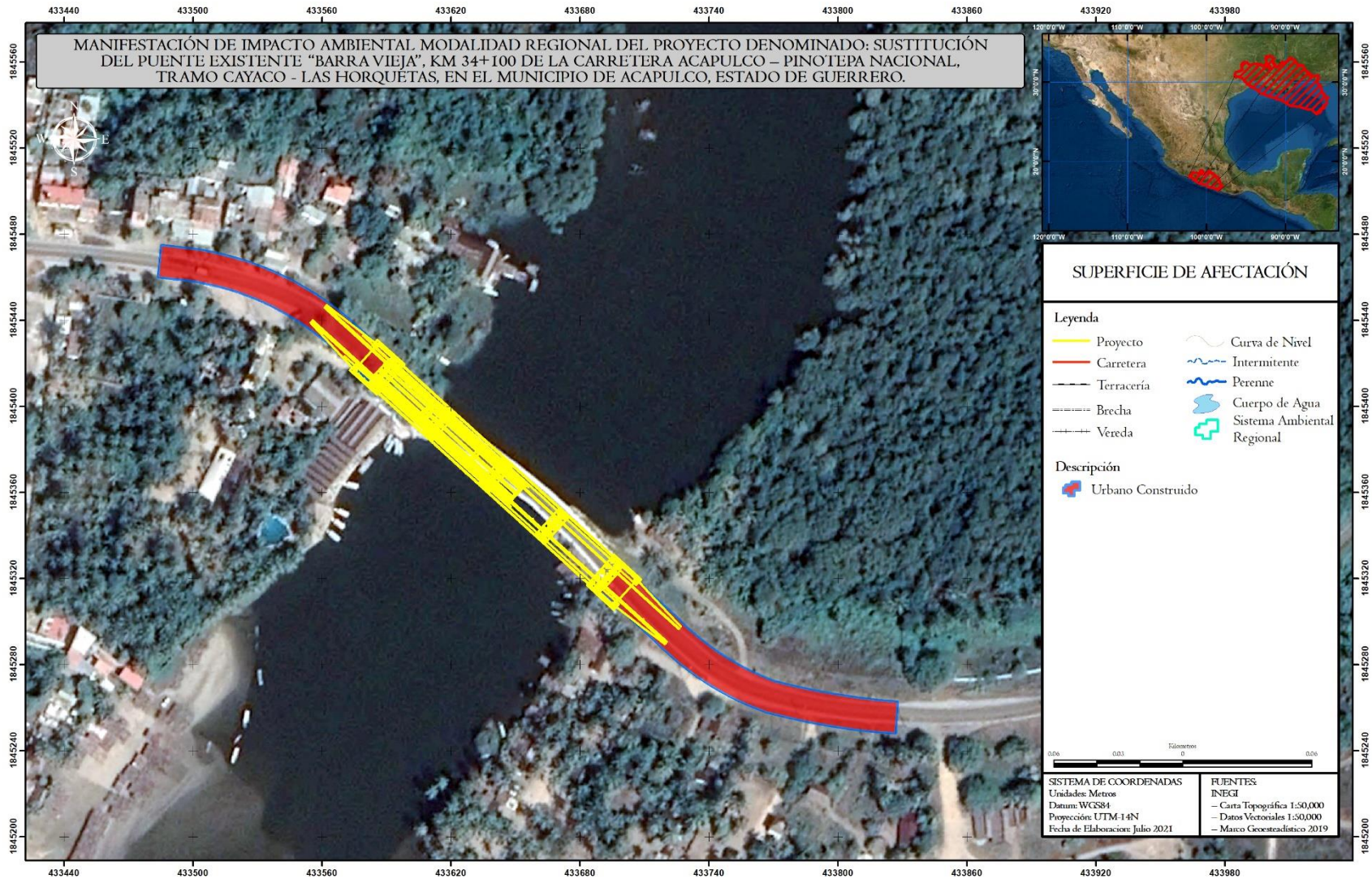




En esta parte del proyecto existirá remoción de algunos árboles y arbustos de las especies *Mimosa pigra*, *Acacia cochliacantha*, *Acacia cornigera* entre otras.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 36. Localización del área de afectación por el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Para el proyecto: **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**, se removerán 97 elementos vegetales, 58 son árboles, 39 arbustos.

Tabla IV. 43. Número final de especies de flora que serán sujetos a remoción debido al proyecto.

ESTRATO	NÚMERO DE ORGANISMOS
Arbóreo	58
Arbustivo	39
TOTAL	97

Fuente: BIOTA, 2021.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL.

En el SAR no se existe formalmente la explotación de especies de interés comercial maderables, sin embargo, en la prospección de campo se observó la presencia de cultivos básicos como el maíz, de frutales como la naranja, palmeras de cosos. La extracción de productos maderables principalmente se da para emplearlos como combustible dándose de manera común esta actividad en el Municipio.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

La importancia de la flora mexicana recae en el número total de especies, su riqueza y número de endemismos. El alto porcentaje de endemismos se explica por la antigüedad de la flora mexicana y también por su grado de aislamiento ecológico y biogeográfico, también existe cierta relación florística entre las zonas templadas y cálidas de México, las cuales permiten el desarrollo de una flora particular con un gran número de endemismos. La relación de plantas cuantificadas en el SAR con algún estatus de riesgo permitió determinar que existen dentro del mismo 4 especies de manglares *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*, los cuales se encuentran tipificados con la categoría de A (Amenazada) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, estos individuos de solo se observaron a poco más de 47 metros del proyecto, por lo que no se verán afectados en ninguna de las etapas del proyecto.

Tabla IV. 44. Clasificación del estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ESTATUS	CATEGORÍA
E	Probablemente extinta en el medio silvestre
P	En peligro de extinción
A	Amenazadas
Pr	Sujeta a protección especial

Fuente: BIOTA, 2021.

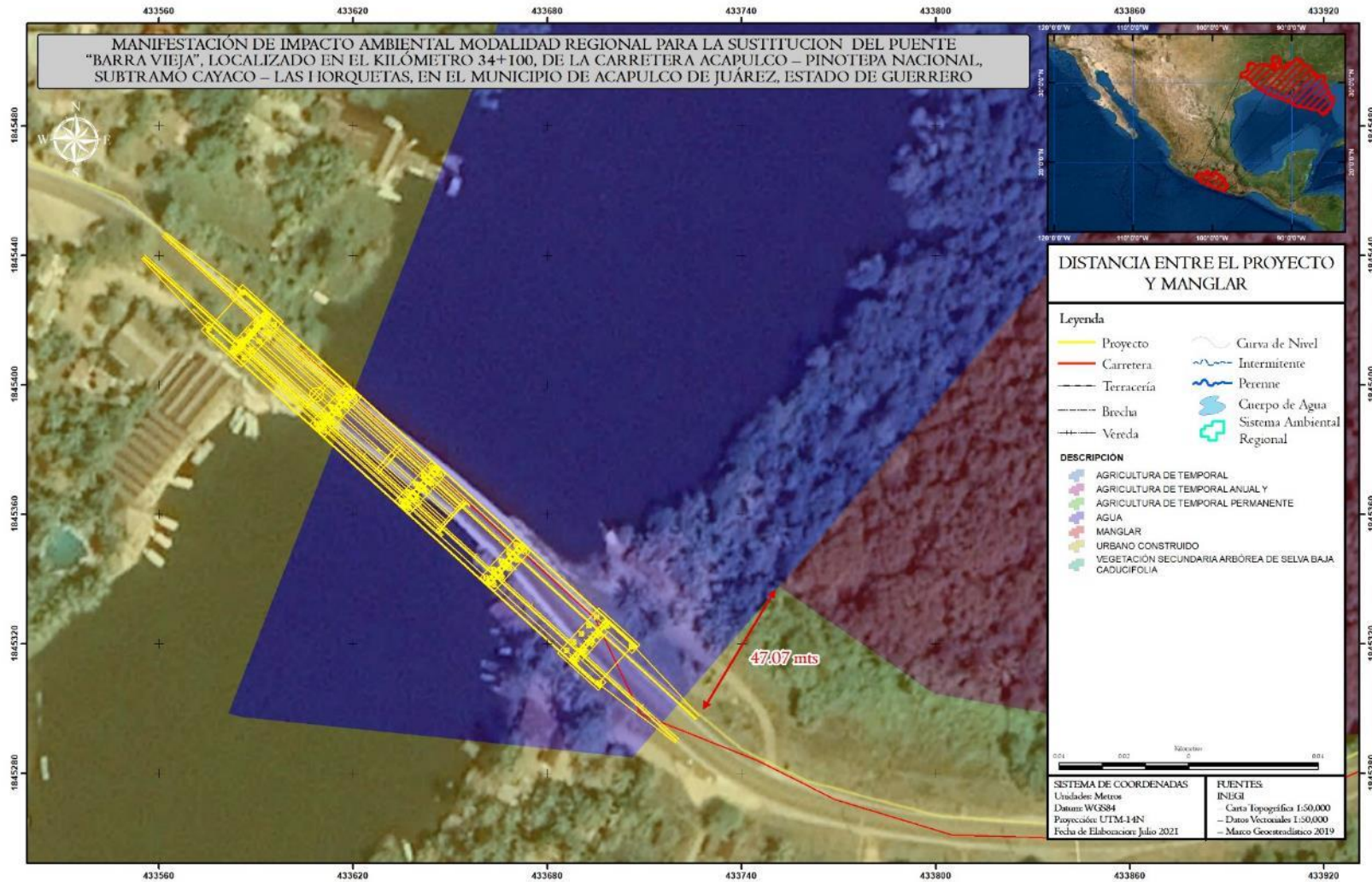
A continuación, se muestra evidencia fotográfica de las especies protegidas antes señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, encontradas dentro del SAR.

Fotografía IV. 13. Especies con estatus de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



En las imágenes se muestran especímenes de *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Rhizophora mangle*.

Imagen IV. 37. Distancia del proyecto y manglar.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 45. Listado de especies ornamentales y malezas presentes en las proximidades al proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	Ar	Sin estatus
Araceae	<i>Cocos nucifera</i>	Cocotero	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Ficus	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Leucaena diversifolia</i>	Guaje	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa pigra</i>	Zarza negra	Ar	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amargo	H	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	Ar	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Plátano	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Guayacán rosado	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	A	Sin estatus
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	Abrojo de flor amarilla	H	Sin estatus
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	H	Sin estatus

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 46. Listado general de especies encontrado dentro de los muestreos realizados dentro del SAR.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT-059-2010
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i>	Cubata	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia cornigera</i>	Cornezuelo	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Acacia hindsii</i>	Cornezuelo	Ar	Sin estatus
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i>	Culandrillo	H	Sin estatus
Vitaceae	<i>Ampelocissus acapulcensis</i>	Uva cimarrona	H	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Amphipterygium adstringens</i>	Cuachalalate	A	Sin estatus
Annonaceae	<i>Annona diversifolia</i>	Anona	A	Sin estatus
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i>	Mangle negro	A	A
Fabaceae	<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de cabra	Ar	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera excelsa</i>	Mulato	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera schlechtendalii</i>	Miados de gato	A	Sin estatus
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Palo mulato	A	Sin estatus
Malpighiaceae	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nanche	A	Sin estatus
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia eriostachys</i>	Iguanero	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba parvifolia</i>	Algodoncillo	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	A	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i>	Sandía	H	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Roble de la costa	A	Sin estatus
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Apánico	A	Sin estatus
Anacardiáceas	<i>Comocladia engleriana</i>	Tetlatia	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Conocarpus erectus</i>	Mangle Botoncillo	Ar	A
Boraginaceae	<i>Cordia elaeagnoides</i>	Bocote	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Crescentia alata</i>	Cirian	A	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Croton suberosus</i>	Croton	Ar	Sin estatus
Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Amolador	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Entada polystachya</i>	Bejuco prieto	H	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus aurea</i>	Amate	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Amate	A	Sin estatus

Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	Tejoruco	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Palo de sol	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Cuahulote	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Hamelia patens</i>	Hierba del toro	Ar	Sin estatus
Caricaceae	<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonete	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Laguncularia racemosa</i>	Mangle bobo	Ar	A
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Carricillo	H	Sin estatus
Malvaceae	<i>Luehea candida</i>	Algodoncillo	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Tepehuaje	A	Sin estatus
Cucurbitaceae	<i>Momordica charantia</i>	Melon amarago	H	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	A	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Hierba de las gallinitas	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamúchil	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Espina de timuche	A	Sin estatus
Apocynaceae	<i>Plumeria rubra</i>	Flor de mayo	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Clavelina	A	Sin estatus
Rubiaceae	<i>Randia laetevirens</i>	Cruzeta	Ar	Sin estatus
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora mangle</i>	Mangle Candelilla	A	A
Fabaceae	<i>Senna skinneri</i>	Paraca	Ar	Sin estatus
Smilacaceae	<i>Smilax spinosa</i>	Cocolineca	H	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Joverillo	A	Sin estatus

Fuente: BIOTA, 2021.

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la remoción de 97 elementos vegetales, 58 son árboles, 39 arbustos, cabe señalar que ninguna de estas especies se encuentra en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, es importante no afectar la vegetación de manera innecesaria aun y cuando las especies no sean consideradas bajo algún estatus.

IV.2.1.2.2. Fauna.

Debemos entender por fauna silvestre en el sentido más amplio de la palabra a todos aquellos animales que viven en libertad sin recibir ninguna ayuda directa del hombre para obtener sus satisfactores (alimento, abrigo, pareja etc.). Desde este punto de vista quedarían incluidos todos los organismos, desde los invertebrados más pequeños hasta los vertebrados más grandes.

En este sentido, la distribución de los organismos en el espacio se encuentra en función de los factores abióticos, de tal manera que la diversidad en áreas templadas es alta y decrece conforme se incrementa la latitud y altitud. Asimismo, en ecosistemas terrestres la diversidad es alta en áreas con lluvia abundante y baja en zonas secas. Peterson (1993) demuestra que existen diversos patrones diferentes para la riqueza de especies y endemismos, asimismo señala que es fundamental tomar en cuenta el hábitat donde viven las especies para preservar la diversidad biológica.

La fauna cambia de acuerdo con la estructura del ecosistema, ya que los simples pastizales, zonas arboladas o zonas agrícolas con corta estatura, cobertura baja, ofrecen a las especies animales, en particular a las aves, menos nichos utilizables, a diferencia de las formaciones más densas, altas y estructuralmente complejas (Challenger, 1998, CONABIO, 2003).

La Fauna Silvestre se distingue por sus características biogeográficas, *espacial* y *temporal*:

La espacial- se referencia a los sitios característicos donde el animal realiza sus actividades cotidianas, de percheo, de pernoctación, los recorridos diurnos o nocturnos y es propio de cada especie.

Así las aves pequeñas (Orden: Passeriformes) están en el sotobosque, especies como los tiranos en el dosel de los árboles y sobre ellos las rapaces, zopilotes y las auras. Mamíferos como el venado se ubica entre la maleza espesa, los Lagomorfos prefieren las zonas abiertas; pericos y urracas por abajo del dosel de los árboles de denso follaje como platanillo, guarumbos y encinos.

La temporal- se refiere a la presencia en un espacio y tiempo determinado como ejemplo los felinos que tienen grandes desplazamientos terrestres, y solo utilizan el área como paso. La migración de chipes y gavilanes solo se da en invierno. Otras especies migran diariamente como la paloma y pericos que cruzan por esta zona o permanecen solamente un periodo corto. La evolución del área es de gran importancia ya que condiciona la presencia o ausencia de determinadas especies. Esta evolución tiene mucho que ver con la fragmentación del hábitat, que entre más deteriorada menor número de especies, aunque puede haber abundancia de unas cuantas especies. Es el caso del área que se encuentra bastante impactada por el sobrepastoreo y de hecho un área del proyecto existen desmontes abandonados. Esta característica tiene como consecuencia la erradicación de la fauna nativa y su desplazamiento a otra región menos impactada (Fa y Morales, 1998).

De tal forma que es de gran importancia conocer el estado actual de los diferentes grupos de fauna que pueden presentarse en las superficies en donde se ubica el proyecto, **“MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.”**

Metodología para la caracterización de la fauna.

La caracterización de la fauna se determinó mediante una metodología que consideró lo siguiente:

- Investigación bibliográfica
- Trabajo de Campo

Para la caracterización de la fauna terrestre, se llevó a cabo una búsqueda de las especies que puedan estar presentes en la región y para ello se realizaron dos actividades con el fin de determinar adecuadamente la diversidad faunística, la primera actividad consistió en realizar consultar al Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y para complementar dicha información se realizó una visita de campo en los sitios donde se pretende desarrollar el proyecto para obtener registros recientes de las especies de fauna silvestre presentes en el área de estudio.

Investigación Bibliográfica

El trabajo consistió en la búsqueda y revisión de publicaciones relativas a trabajos sobre la fauna de la región. El objetivo es determinar, cuales pudieran ser las especies de fauna que probabilísticamente en función de las estructuras florísticas que a su vez conforman el hábitat, se pueden encontrar en el área a afectar y así en su momento poder determinar el tipo de acciones preventivas de impactos a aplicar para evitar daños a este tipo de recursos.

También se consideró la consulta de otras fuentes de información como el estudio de caso de La Biodiversidad de Guerrero, el plan municipal de desarrollo del municipio de Acapulco de Juárez, entre otros artículos o publicaciones científicas del estado y de la región en donde se inserta el proyecto.

Características de la fauna a nivel nacional

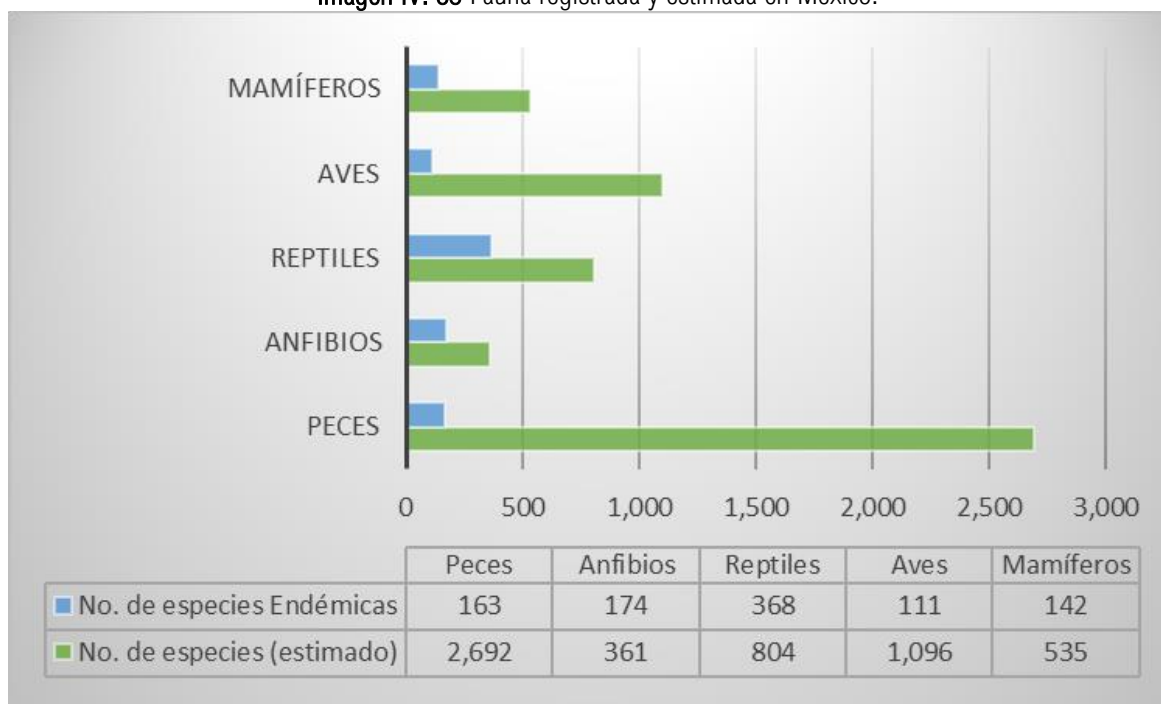
México alberga una diversidad biológica y cultural excepcional. En poco más de 1% de la superficie terrestre posee al menos 10% de la diversidad biológica del mundo. Una gran parte de esa biodiversidad es exclusiva de nuestra nación, lo que constituye un privilegio y representa una gran cantidad de opciones para el desarrollo del país, una responsabilidad hacia nuestra sociedad y hacia el mundo, así como un reto de gran complejidad para su manejo (Ceballos y Oliva, 2005).

Por lo que nuestro País presenta características especiales que han propiciado una mayor diversidad ecológica a lo largo de las costas, montañas, mesetas y cañadas, donde pueden encontrarse prácticamente todos los tipos de ecosistemas conocidos mundialmente (SEMARNAT, 2010). Durante su historia geológica, el territorio mexicano ha sufrido una serie de cambios que dieron como resultado su accidentada topografía, lo que junto a su ubicación en el continente americano determinó también una gran variedad climática. Todos estos factores no sólo han influido enormemente en la distribución y riqueza de los ecosistemas aquí establecidos y, por consiguiente, en la variedad de plantas y animales que constituyen nuestra fauna y flora silvestre.

El número total de especies descritas en el país se acerca a las 65 mil, cifra muy por debajo de las más de 200 mil especies que, en una aproximación conservadora, se estima habitan en el país. La fauna la integran aproximadamente 171 mil especies de invertebrados, en su mayoría artrópodos (cerca de 86 mil especies) e insectos (78 mil especies), además de cerca de 5 mil especies de vertebrados, mayormente peces (2 mil 122 especies) y aves (mil 250 especies). (CONABIO, 2010).

La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad presenta en 2010 los siguientes datos:

Imagen IV. 38 Fauna registrada y estimada en México.



Fuente: CONABIO, 2010

De acuerdo con datos presentados por CONABIO en el año 2010, México alberga entre el 60% y 70% de la diversidad total del planeta. Lo que se origina principalmente al relieve del territorio, variedad de climas y confluencia de dos regiones Biogeográficas la Neártica y la Neotropical.

Es claro que México cuenta con una riqueza biológica, lo que implica una responsabilidad mayor para toda la sociedad que debe reflejarse en compromisos e iniciativas viables y efectivas para su conservación. Esta misma riqueza ofrece otras oportunidades para el país y en sus diferentes sectores económicos, incluyendo comunidades rurales, ejidos o propiedad privada y organizaciones sociales, que se puede reflejar en beneficios ecológicos y socioeconómicos derivados de la biodiversidad mexicana (CONABIO, 2010).

Rutas migratorias de aves

Muchas de las aves que migran a través del país se conocen como aves neotropicales migratorias, o aves que anidan en Estados Unidos o Canadá y pasan los meses de invierno en México, Centro y Sudamérica, o caribe 346 especies de aves del hemisferio occidental son migrantes Neo tropicales.

Las aves migratorias se mueven hacia el Sur dentro de México y puntos más al Sur. Dependiendo del clima daño, algunas especies migran hacia golfo de México mientras que otras se irán más allá del golfo. En la frontera entre México y Estados Unidos hay continuos movimientos de aves en ambas direcciones.

La migración de las aves se considera generalmente con un movimiento con dirección norte-sur, con las líneas de concentración siguiendo las costas, las montañas y los valles. En general, puede decirse, que las grandes rutas de

migración se conforman muy cercanamente a los rasgos topográficos más importantes cuando estos se presentan en la dirección que debe llevar viaje.

Las rutas migratorias pueden definirse como las líneas de viajes individuales desde un punto particular de reproducción hacia los sitios donde las aves pasarán invierno. Existen, por otro lado, las llamadas “Rutas migratorias mayores”, que son aquellas áreas más amplias en donde rutas migratorias relacionadas se asocian o mezclan en una región geográfica definida.

Hay cuatro “Rutas Migratorias Mayores” principales, que provienen de Canadá, pasan por Estados Unidos y llegan a México o bien, pueden continuar hasta Centroamérica, éstas se han denominado: Pacífico (zona de influencia en el estado de Sinaloa). Con excepción de las costas, los límites no están fielmente definidos en las zonas de reproducción del norte, las zonas de internación del Sur, campos donde hay traslape, pero todas las rutas convergen en la región de Panamá.

Imagen IV. 39 Principales rutas migratorias de aves en la República Mexicana



Fuente: [www. Dumas/erg/duma/habitat/es/educativo/avesacuaticas.htm](http://www.Dumas/erg/duma/habitat/es/educativo/avesacuaticas.htm)

Características de la fauna a nivel estatal y regional

El estado de Guerrero es una de las cuatro entidades con mayor diversidad biológica de México producto de su ubicación geográfica y condiciones ecológicas (Flores-Villela & Gérez, 1994; Challenger, 1998, Botello *et al.*, 2015). Las condiciones tanto históricas como ecológicas de la entidad han favorecido la presencia de una avifauna biodiversa que incluye un total de 545 especies (Almazán-Núñez *et al.*, 2017), que representan el 51% de la avifauna nacional (Navarro *et al.*, 2014a). A pesar de la gran diversidad de aves que presenta el estado de Guerrero y de que en los últimos años se han incrementado notablemente los estudios avifaunísticos en regiones de interés (e.g., Morales & Navarro, 1991; Navarro & Peterson, 1999; Almazán-Núñez & Navarro, 2006; Almazán-Núñez *et al.*,

2009; Rojas-Soto *et al.*, 2009; Nova-Muñoz *et al.*, 2011), todavía existe poca información sobre la distribución, historia natural y ecología de las aves (Almazán-Núñez *et al.*, 2017). Esta carencia de información ha limitado la aplicación de estrategias adecuadas de manejo y conservación para este y otros grupos de fauna (Almazán-Núñez, 2009; Botello *et al.*, 2015). Un ejemplo de lo anterior es la poca representatividad de áreas naturales protegidas de carácter federal en la entidad, ya que menos del 0.1% de su superficie está destinada a la protección de sus recursos naturales (Kolef & Moreno, 2006; Bezauri-Creel *et al.*, 2012), lo que puede conducir a decisiones erróneas sobre el manejo y conservación de su avifauna a largo plazo.

En contraste con la biodiversidad del estado, Guerrero cuenta con menos del 0.1% de su territorio decretado como área protegida (Bezauri-Creel, Torres, Ochoa y Castro-Campos, 2012) y se calcula que, a la fecha, ha perdido alrededor del 32% de su hábitat natural (SEMARNAT, 2009) y, menos del 30% de los hábitats naturales actuales pueden ser identificados como vegetación primaria (SEMARNAT, 2008). Anualmente, se pierde entre el 0.5 y 0.7% de la cobertura de bosques y 2.4 y 2.7% de selvas tropicales, además de encontrarse entre los estados con mayor fragmentación de bosques y selvas en México (22-24%), con una tasa anual entre 23.7 y 36.3% de sobre-pastoreo (SEMARNAT, 2008). Guerrero se ubica como uno de los estados con mayor marginación social y pobreza en México, situación que se traduce en fuertes presiones socioeconómicas para cambiar el uso de suelo de áreas con vegetación natural remanente a sistemas agropecuarios (Deininger y Minten, 1999; Figueroa, Sánchez Cordero, Meave y Trejo, 2009).

En este escenario, la pérdida de hábitats naturales que impacta negativamente a la biodiversidad puede concebirse como un proceso cuantificable de disminución y modificaciones de la riqueza de especies, sus abundancias poblacionales, diversidad genética y sus patrones de distribución (Best, Bergin y Freemark, 2001; Challenger y Dirzo, 2009; Fahrig, 2003; Steffan-Dewenter, Munzenberg, Burger, Thies y Tschamtkke, 2002; Venier y Fahrig, 1996). Diversos estudios han relacionado índices de pérdida de hábitats –representados por los principales tipos de vegetación– con la pérdida de la diversidad biológica (Kinnaird, Sanderson, O'Brien, Wibisono y Woolmer, 2003; Myers, 1998; Toledo, Carabias y González-Pacheco, 1989). Estos estudios establecen tendencias de riesgo de los tipos de vegetación, pero no permiten discernir el impacto de la pérdida de hábitat sobre la fauna a nivel de especie (Sánchez-Cordero, Illoldi-Rangel, Linaje, Sahotra y Peterson, 2005; Sánchez-Cordero, Munguía y Peterson, 2005), que es una de las mayores amenazas a las que está expuesta la biodiversidad, al asociarse con la disminución en la abundancia poblacional, diversidad genética y extensión en la distribución de las especies (Best *et al.*, 2001; Fahrig, 2003; Steffan-Dewenter *et al.*, 2002; Venier y Fahrig, 1996).

Avifauna

De acuerdo con N.E. Jacinto-Flores *et al.*, los patrones de distribución de la avifauna en la Costa del Pacífico de Guerrero (CPGro) no han sido bien estudiados, aun-que en el contexto estatal se ha señalado esta región como la segunda más importante por su riqueza de especies y su concentración de endemismos (Navarro, 1998). A la fecha, la información para esta región es dispersa y fragmentada, y no existen evaluaciones que prioricen su conservación bajo ningún enfoque.

La riqueza de la CPGro está compuesta por 370 especies incluidas en 58 familias y 21 órdenes; de estas, un total de 51 especies son endémicas de México, mientras que el esta-tus estacional está repartido en 216 especies residentes (58%) y 154 migratorias (42%; apéndice). El estimador de riqueza indicó que se tiene registrado el 77%

del total esperado ($481 \text{ especies} \pm 0.07$; DE); es decir, se estima que faltan alrededor de 114 especies por registrar en el área de estudio. Estos valores indican que el inventario para la zona es representativo (Gómez-de Silva y Medellín, 2001). Los patrones de riqueza estimados a partir de los MDE indican que las áreas de mayor riqueza de especies (196-262 especies), endemismos (35-45 especies) y especies en riesgo (20-30 especies) se ubican principalmente hacia las zonas montañosas del centro-oeste del área de estudio y disminuyen hacia la porción oriental

Herpetofauna

De acuerdo con uno de los últimos recuentos de especies de anfibios y reptiles, el grupo herpetofaunístico más abundante en México corresponde a los saurios, taxón constituido por 19 familias, 54 géneros y 396 especies (Johnson *et al.*, 2010).

El número de anfibios y reptiles representa el 10% de la riqueza. Además, la biodiversidad de la herpetofauna representa más del 50% de especies endémicas de México. Esto hace al país el más importante del mundo desde el punto de vista biogeográfico (Flores-Villela, 1993). En el estado de Guerrero ocupa una parte considerable de esta área en la que se han registrado 231 taxas, de los cuales 48 (21%) son endémicos. La región fisiográfica de la Sierra Madre del Sur posee la mayor diversidad de anfibios y reptiles del estado.

El estado de Guerrero, en el sur de México es una de las regiones con mayor diversidad biológica del país (Flores-Villela & Gerez, 1994). Actualmente su diversidad está estimada en 259 especies de anfibios y reptiles de acuerdo con el último listado (Palacios-Aguilar & Flores-Villela, 2018), pero algunas especies han sido adicionadas a esta lista por diferentes autores en los últimos años. A lo largo de la historia, la exploración de la región ha dado como resultado el descubrimiento y descripción de un gran número de especies nuevas para la ciencia o especies no documentadas para el estado.

Mamíferos

La mastofauna silvestre del estado de Guerrero está conformada por al menos 149 especies, pertenecientes a 11 órdenes, 27 familias y 87 géneros. De la mayoría de las especies se conoce poco acerca de su comportamiento, ecología e historia natural.

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (trampeos) e indirectos (rastros), pero no hubo ningún éxito de captura.

De manera general la fauna silvestre que se distribuye en los alrededores del trazo y el SAR, principalmente en la zona Sur del trazo. La zona solo tiene los registros de los planes municipales de los municipios cercanos a este y son algo ambiguos al no contar con conteos oportunos ni seguimientos a través de los años en las estribaciones de la sierra en donde se encuentran especies como: onzas, martas, tejones, víboras de cascabel, víboras sordas, coralillas, lagartijos, águilas, zopilotes, gallinas, urracas, chachalacas, tiranos, gorriones, primavera, calandrias, entre otras. Además de una variedad de palomas (Ruiz y Rocha, 2009). Algunas de ellas acostumbradas a las condiciones antropogénicas.

Es posible que, para la zona de estudio, los movimientos altitudinales y latitudinales (Arizmendi *et al.*, 1990) estén correlacionados con las fluctuaciones en la abundancia de las especies; por ejemplo, algunas de las especies raras

son claramente características de hábitats montañosos cuyas poblaciones se dispersan a otros sitios durante épocas de escasez de recursos, o son migrantes de paso que se presentan en pocas cantidades en el interior de México (e. g. Carnívoros, Apodiformes).

Fauna acuática

La diversidad de la macrofauna en ecosistemas limnéticos y estuarinos ha sido relacionada con el arreglo espacial y los tipos de hábitat con diferente complejidad cuantitativa y cualitativa (Heck y Crowder 1990). La selectividad de las especies por un determinado hábitat ha sido relacionada tanto con la preferencia por presas y la disminución de la mortalidad por depredación (Florida y Sánchez 2010; Hansen HWD0. 2011).

De acuerdo con Yanñez- Arancibia (1977), las lagunas costeras de Guerrero presentan un ciclo de fisiología ambiental con tres periodos ecológicos anuales: Periodo 1 (normal, salinidades entre 15 y 34‰), agosto a noviembre, las lagunas se encuentran en contacto con el mar a través de una boca en la barrera arenosa existiendo un intercambio biológico, físico y químico. Periodo 2 (hipersalino, salinidades mayores de 35‰ noviembre a mayo, las lagunas se encuentran aisladas del mar y la evaporación excede a los aportes de aguas dulces; mínimo volumen de agua en las lagunas, Periodo 3 (hipo salino, salinidades menores de 15‰ mayo a agosto, las lagunas se encuentran aisladas del mar y los aportes de aguas dulces exceden a la tasa de evaporación; máximo volumen de agua en las lagunas.

La macrofauna bentónica tiene representantes de Porifera, Cnidaria, Annelida, Mollusca (bivalos y gastrópodos) en fondos blandos y duros, Arthropoda (*Scalpellidae*, *Balanidae*, *Penaeidae*, *Palaemonidae*, *Callinassidae*, *Diogenidae*, *Coenobitidae*, *Portunidae*, *Xanthidae*, *Pinnotheridae*, *Grapsidae*, *Gecarcinidae*, *Ocypodidae*, *Isopoda* y *Tanaidacea*) distribuidos en: a) facie de playa, b) facie de manglar, c) facie bentónico pelágico, y d) facie bentónico de fondos arenosos y fangosos. En general el bento está pobremente representado y no caracteriza a las lagunas en particular. La diversidad varía en el espacio y en el tiempo y muy pocas especies se encuentran presentes todo el año y a través de todo el sistema lagunar, estas especies fueron 9 (8.5%) y en número de individuos 10 152 (64%) de las colectas totales, i. e., *Galeichthys caerulescens* (3 396), *Mugil curema* (2 825), *Diapterus peruvianus* (1831), *Lile stolifera* (478), *Dormitator latifrons* (425) *Mugil cephalus* (402), *Cichlasoma trimaculatum* (384), *Gerres cinereus* (267) y *Gobionellus microdon* (145).

La dinámica ecológica del ambiente se refleja en la composición cualitativa y cuantitativa de las comunidades ictiofaunísticas, las cuales, en todo el sistema lagunar, están constituidas por un 14%, de peces dulceacuícolas, 6% de peces marinos propiamente estuarinos, 28% de peces marinos que utilizan el estuario como áreas de crianza, 31% de peces marinos que utilizan el estuario como adultos y para alimentarse, y 21% de peces marinos visitantes ocasionales de periodicidad acíclica. Esta proporción varía en las diferentes lagunas en su composición y abundancia relativa de especies de acuerdo con: a) las condiciones hidrológicas del sistema ecológico, consecuencia de b) la época del año y el período ecológico de las lagunas, c) la localidad dentro del estuario y sus gradientes de salinidades, y d) la disponibilidad del alimento.

La diversidad ictiofaunística, la productividad pesquera de las lagunas, y la complejidad de la trama trófica, están en relación directa con la influencia marina que reciben las lagunas durante el periodo.

Características de la Laguna de Tres Palos

Características de la Laguna de Tres Palos

Superficie aproximada 50 km²; se ubica entre el Río Papagayo y el Río Sabana, al suroeste de Acapulco; profundidad media 2.50 m; distancia aproximada de la costa 2,000 m; se orienta de oeste a este; la laguna se abre al mar a través de un largo y profundo canal meándrico.

Ictiofauna de la Laguna de Tres Palos.

Las lagunas costeras de Guerrero presentan un ciclo de fisiología ambiental con tres periodos ecológicos anuales:

- *Periodo 1* (normal, salinidades entre 15 y 34‰), agosto a noviembre, las lagunas se encuentran en contacto con el mar a través de una boca en la barrera arenosa existiendo un intercambio biológico, físico y químico.
- *Periodo 2* (hipersalino, salinidades mayores de 35‰) noviembre a mayo, las lagunas se encuentran aisladas del mar y la evaporación excede a los aportes de aguas dulces; mínimo volumen de agua en las lagunas,
- *Periodo 3* (hipo salino, salinidades menores de 15‰) mayo a agosto, las lagunas se encuentran aisladas del mar y los aportes de aguas dulces exceden a la tasa de evaporación; máximo volumen de agua en las lagunas.

En cuanto a la Ictiofauna, Castro-Aguirre considera la presencia de 16 especies de peces marinos que penetran a las aguas continentales en esta región. En tanto Miller (1986) considera un total de 12 especies secundarias registradas para estos sistemas hidrológicos. Sin embargo, podemos mencionar que la compilación realizada por Miller y Smith (1986), quienes señalan un total de 34 especies (tanto secundarias como periféricas) que pertenecen a 19 familias constituye hasta el momento el recuento más completo de la ictiofauna representativa de las regiones prioritarias en cuestión.

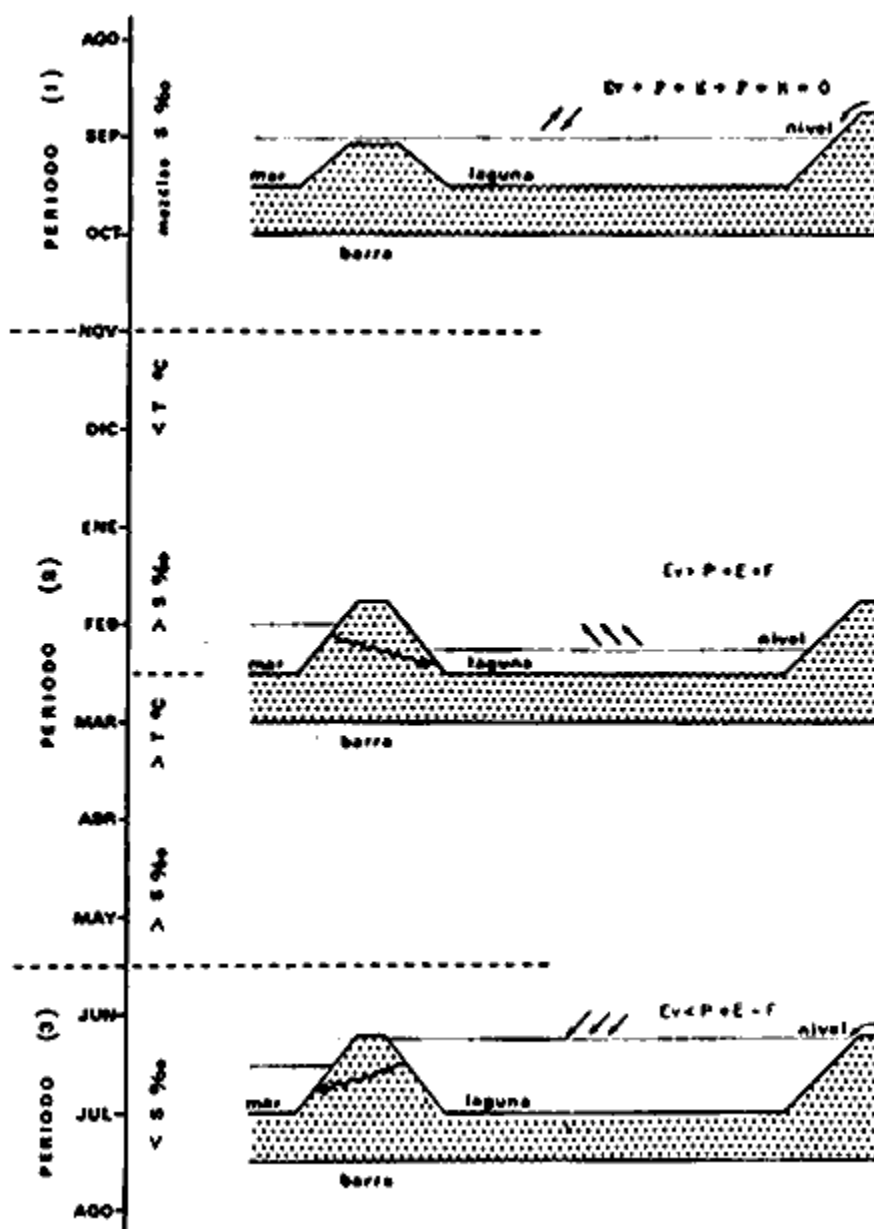
DINÁMICA AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS

Por las características climáticas, geomorfológicas, hidrodinámicas, biológicas y ecológicas, las lagunas costeras de Guerrero corresponden a un *sistema lagunar costero*.

Este sistema lagunar presenta una dinámica ambiental con 3 situaciones ecológicas marcadas que determinan cambios en la estructura ictio faunística de las lagunas y que puede ser definido como un *ciclo de fisiología ambiental* (Ver siguiente imagen).

1. *El periodo de barra abierta al mar*. Es un periodo normal donde se manifiesta la mayor influencia marina en el ecosistema y mezclas de aguas dulces o salobres y marinas con un gran intercambio biológico, físico y químico. El nivel medio de las lagunas oscila con las marcas pero en un rango limitado. Las salinidades máximas son de 34‰ oscilando desde $\pm 15\%$. Las temperaturas oscilan entre 29 y 31°C. La precipitación es alta al igual que el escurrimiento y la evaporación. (Agosto, septiembre octubre, noviembre)

2. *El periodo de secas.* Es un periodo que se va haciendo *hipersalino*. No hay contacto con el mar y por lo tanto se carece de intercambio biológico, físico y químico. Hay un marcado descenso del volumen de agua interno y grandes presiones ambientales, principalmente por aumento de la salinidad y la temperatura. Las salinidades máximas registradas han sido de 125‰ oscilando desde $\pm 35\text{‰}$. Las temperaturas oscilan entre 28 y 40°C. No existe precipitación como tampoco escurrimiento, pero la evaporación es muy alta. (Noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo).



Ciclo de fisiología ambiental que presenta las lagunas de Salinas de Apozahuilco, Chautengo, Tecomate, Nuxco, Salinas de Cuajo y Potosí; y en mucho menor proporción (en efectos biológicos) las lagunas de Tres Palos, Coyuca y Mitla. La laguna de Chautengo puede ampliar su periodo (1) hasta diciembre, así como la laguna de Nuxco lo reduce a un máximo de 15 días. E_v = evaporación, P = precipitación, E = escurrimiento, F = filtración, M = mareas.

3. *El periodo de lluvias.* Es un periodo *hiposalino*. No hay contacto con el mar y por lo tanto se carece de intercambio biológico, físico y químico. Hay un marcado aumento de volumen de agua interno y un nuevo estrés por la disminución brusca de la salinidad. Existe intercambio biológico con alguna fauna dulceacuícola continental. Con la subida del nivel del agua se forma una cabeza hidrostática y en un efecto combinado con la erosión de la barra desde el mar, se fuerza la abertura de la misma para reiniciar el ciclo. Las salinidades van de 0 a 12‰. Las temperaturas oscilan entre 29 y 35°C. La precipitación es muy alta al igual que el escurrimiento y la evaporación. (mayo, junio, julio, agosto).

Este ciclo de fisiología ambiental, resumido en la figura anterior, es válido, en mayor o menor medida, para las lagunas Salinas de Apozahualco, Chautengo, Tecomate, Nuxco, Salinas del Cuajo y Potosí. Las lagunas de Tres Palos, Coyuca y Mitla son grandes cuerpos de agua casi dulce, con salinidades máximas de 3.5‰ que no manifiestan cambios marcados durante el año. Mitla por permanecer cerrada artificialmente al mar desde hace 9 o 10 años, y Coyuca y Tres Palos por efectos físicos del canal meándrico que las separa del mar. Los factores que intervienen son: a) la precipitación, b) el escurrimiento; c) la evaporación; según Lankford (comunicación personal) d) la filtración a través de la barra y desde el nivel superior; y e) las mareas.

La predominancia de organismos de origen marino es notoria con respecto a los de origen dulceacuícola, y no existen especies endémicas en el área.

Los moluscos constituyen un grupo de trascendental importancia ecológica y comercial. Sus comunidades tienen representantes marinos y dulceacuícolas, siendo estos últimos poco diversificados, solamente con las especies *Ammicola* sp y *Neritina cassiculum*. Las especies de origen marino más comunes han sido *Felaniella* (Z.) *sericata*, *Iphigenia allior*, *Mytella strigata* y *Tagelus* (T) *longisinuatus*. Los "ostiones" no son importantes en el sistema lagunar y sólo ocasionalmente ha habido desarrollo de *Crassostrea iridescens* y *C. Palmula* por periodos cortos de tiempo Stuardo y Villarroel (1976).

En general la fauna bentónica es pobre en todas las lagunas costeras estudiadas y no caracteriza a las lagunas en particular, como ocurre, por el contrario, con la fauna de peces, y aún con el tipo de vegetación presente incluyendo al fitoplancton.

El macrobentos prácticamente no existe, pero pueden encontrarse algunos crustáceos como *Macrobrachium tenellum*, *Pennaeus* spp, algunos Grapsidos y jaibas *Callinectes toxotes* y *Callinectes arcuatus* en la zona del canal. Entre la fauna zooplanctónica destacan Cladocera, Ostracoda, Copepoda, Isopoda, Anphipoda, aunque algunos de ellos no son parte de las comunidades zooplanctónicas pueden ser colectados por lo somero de las aguas. Las larvas de los insectos *Chironomus* sp y *Ch. meigen* son muy frecuentes y abundantes, así como también el Isópodo *Cirolana* sp.

COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE LAS COMUNIDADES. ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES Y POBLACIONES

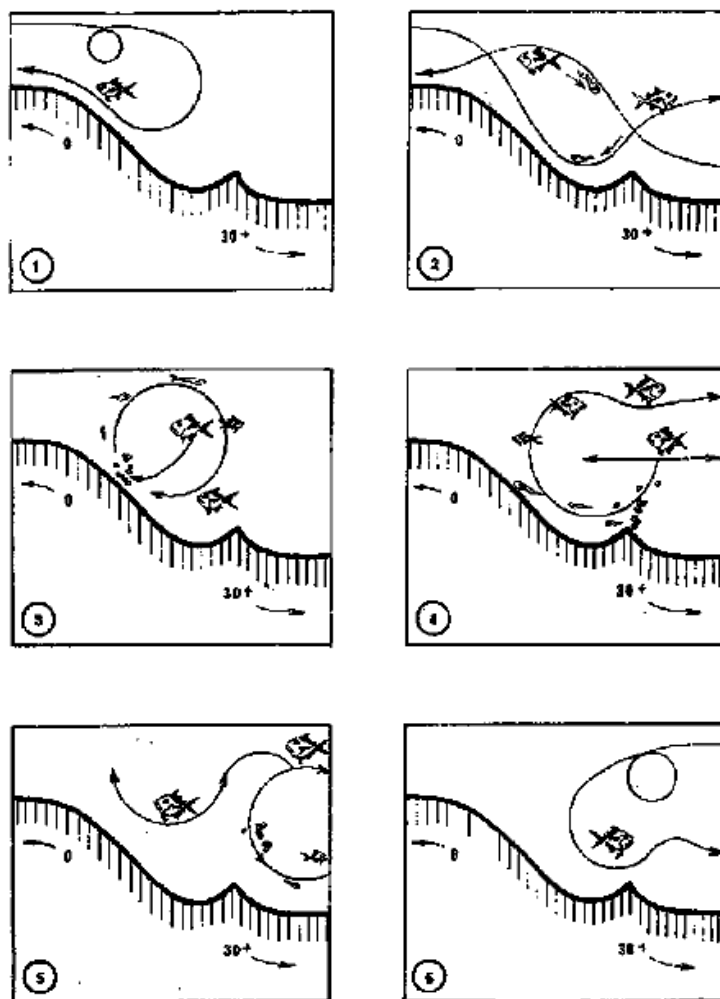
Se acepta que el origen y la distribución de la fauna estuarina deriva parcialmente de la fauna dulceacuícola y parcialmente de la fauna marina; reconociéndose, por consiguiente, diversos componentes faunísticos. Particularmente en el caso de los peces, Yáñez-Arancibia (1975a y 1976b) y Yáñez-Arancibia y Nugent (1977) considera que en las lagunas costeras de México pueden presentarse seis componentes ictiofaunísticos.

La dinámica ecológica del ambiente se refleja en la composición cual y cuantitativa de esas comunidades ictiofaunísticas, las que pueden estar formadas por todos o solamente algunos de los siguientes grupos:

- 1) peces *dulceacuícolas* que ocasionalmente penetran en las aguas salobres,
- 2) peces *anadromos* y *catadromos*, en tránsito a través del estuario,
- 3) peces verdaderamente *estuarinos*, los cuales permanecen toda su vida en el estuario, pudiendo penetrar ocasionalmente al mar o al agua dulce,
- 4) peces *marinos* que utilizan el estuario como áreas de *crianza*, o para *desovar*, pero pasan la mayor parte de su vida en el mar, regresando al estuario estacionalmente,
- 5) peces *marinos* que efectúan visitas al estuario, generalmente como *adultos* y para *alimentarse*,
- 6) visitantes *marinos ocasionales* que irregularmente penetran al estuario por diferentes razones (marejada, tormentas, etcétera) , no son muy importantes cuantitativa mente pero es necesario señalarlos

Las comunidades varían en su composición y abundancia relativa de especies de acuerdo con: 1) las condiciones hidrológicas del sistema, consecuencia de 2) la estación del año, 3) la localidad dentro del estuario y sus gradientes de salinidad y, eventualmente, puede existir un 4) factor, la disponibilidad de alimento.

Considerando las 105 especies encontradas en el sistema lagunar costero de Guerrero, pueden ser caracterizadas de la siguiente manera:



Composición de las comunidades ictiofaunísticas en estuarios y lagunas costeras de México. (1) Peces dulceacuícolas, (2) peces migratorios en tránsito, (3) y (4) peces marinos eurihalinos, (5) y (6) peces marinos estenohalinos.

En la laguna de Tres Palos, la comunidad ictiológica está constituida por 38 especies agrupadas en 18 familias y 30 géneros (Yáñez-Arancibia, 1978).

Según Castillo y Gil-Guerrero (2005) en un territorio adjunto al espacio donde se ubica la laguna de Tres Palos, se identificaron y registraron los siguientes mamíferos: ardilla gris, mapache, tejón, armadillo, tlacuache, murciélago frugívoro, murciélago lengua larga y zorra gris. Los registros para aves son: chachalaca, chicurro, urraca, luis bienteveo, tirano gritón, luisito, pájaro carpintero, zopilote, cotorra montañesa, perico atolero, paloma suelera, cucucha, cucuchita, primavera, bolsero, calandria, casique, zanate, robin, verdín, troglodita ventribarrado, rey de los chicurros, viuda, tapacamino, pelicano, pato buzo, zopilote, tecolotito, golondrina, chuparrosa, turco, martín pescador grande, martín pescador chico y matraquita. Por su parte los reptiles identificados fueron: boa, iguana negra, dragoncito, cuija de tierra y cuija de árbol. En cuanto a la ictiofauna presente en la laguna de tres palos en

Guerrero son; el charal, popoyote, cuatete, tilapia, lisa, charra, róbalo, huevina, pijolin y malacapa. De las cuales Hay 4 especies de 5 en importancia comercial como el Cuatete, Tilapia, Popoyote y Lisa.

De acuerdo con Venecia et al (2019), la ornitofauna presente en el área de Acapulco demuestra tener una abundancia observada de especies continentales a comparación de otros lugares cercanos, las especies que denotaron mayor presencia fueron la gaviota (*Larus heermanni*) y el pelicano pardo (*Pelecanus occidentalis*); la fragata común (*Fragata magnificens*).

Poblaciones en riesgo.

La laguna de Tres Palos se localiza en la costa del Pacífico de México, a 25 km al este de Acapulco, tiene una superficie de 55 km² (5,500 ha) y se comunica al mar por medio de un canal sinuoso de aproximadamente 12 Km de longitud.

Las lagunas costeras son ambientes altamente amenazados a nivel mundial debido principalmente a las acciones del ser humano que se relacionan con la extracción del agua, el crecimiento urbano, el relleno de estos espacios para transformarlos en terrenos habitacionales o en muchos casos, su uso como sumideros de basura. Además, la falta de información y la escasa conciencia sobre la importancia de estos ambientes hace aún más difícil su protección.

En México, 73% de los cuerpos de agua están contaminados y 80% de las descargas de los centros urbanos e industriales se vierten sin tratamiento previo; esto pone en riesgo el equilibrio de su biodiversidad y la pérdida de servicios ecosistémicos (CONAGUA, 2012; Lara-Lara et al, 2008; citados por Ruiz, 2017). Lo anterior permite cuestionarse cuál será su situación en las próximas décadas. La problemática a la que conducen los factores antrópicos genera una alta presión sobre los humedales con consecuencias ambientales, sociales y económicas (Senhadji-Navarro, et al., 2017) y Pires et al., 2017).

Como resultado de las presiones mencionadas, una de las consecuencias más importantes en la biodiversidad ha sido el efecto negativo sobre las poblaciones de muchas especies silvestres en todos los ecosistemas. La disminución de los tamaños poblacionales producto de la reducción de sus áreas de distribución o de su fragmentación puede comprometer su permanencia en los ecosistemas o, simplemente, provocar su extinción en el corto o mediano plazo. Casos particularmente graves son los de las especies con áreas de distribución muy restringidas (en ocasiones a tan sólo unas cuantas hectáreas o cuerpos de agua), las que tienen tamaños poblacionales reducidos o aquellas que poseen ciclos de vida particularmente sensibles a los cambios ambientales. De acuerdo con la “lista roja” que publicó la Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN, por sus siglas en inglés) en 2004, existían 15 mil 589 especies en condición de riesgo. De ellas, 5 mil 188 correspondían a vertebrados, mil 192 a invertebrados y 8 mil 321 a plantas (incluyendo musgos, helechos, hepáticas, gimnospermas y angiospermas). La mayor parte de las especies amenazadas, según el mismo reporte, ocurre en los trópicos (en los bosques tropicales y subtropicales de Centro y Sudamérica y sur de África y sureste de Asia), especialmente en zonas montañosas e islas. Caso particularmente grave es el de los anfibios, que según dicha organización es el más amenazado dentro de los vertebrados y el que tiene una mayor proporción de especies al borde de la extinción (21% del total de las especies descritas; UICN, 2004).

En el caso particular de México, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, el grupo taxonómico con un mayor número de especies en condiciones de riesgo es el de las plantas (tanto angiospermas como gimnospermas), con 939 especies. Dentro de ellas, las familias con mayores números de especies en riesgo son la de las cactáceas (285 especies), orquídeas (181 especies), palmas (64 especies) y magueyes (39 especies). Dentro de los animales, los grupos con más especies en riesgo son los reptiles (466 especies, es decir, 58% de las especies conocidas en

el país), las aves (371, 30% de las especies), los mamíferos (295, 62% de las especies), los anfibios (297, 55% de las especies) y los peces (185, 9% de las especies). A pesar de que la extinción de especies es un proceso natural, durante los últimos años la tasa de extinción registrada en el mundo es más de mil veces mayor que las estimadas a partir del registro fósil (Wilson, 1988; Gentry, 1996). El número de especies consideradas extintas en el mundo desde 1600 a la fecha es de aproximadamente 800, muchas de las cuales se extinguieron en el último siglo. En el caso de nuestro país, según la norma oficial que señala a las especies en riesgo, el total de especies probablemente extintas en la vida silvestre suma a la fecha 41 (19 de aves, 11 de peces, 7 de mamíferos y 4 especies de plantas). La conservación de la biodiversidad, ante la alarmante pérdida y degradación de la superficie de los ecosistemas naturales y las especies que los habitan, en México y el mundo se han implementado distintas estrategias tendientes ya sea a eliminar o reducir las presiones que los amenazan, a mitigar sus efectos, e incluso, a revertir su deterioro. Tales estrategias se han dirigido básicamente a dos de los niveles de la biodiversidad: el de especies y el de ecosistemas. Como ejemplo de los esfuerzos en el primer nivel, se han desarrollado, entre otros, los Programas de Recuperación de Especies Prioritarias (PREP).

Factores directos.

Los ecosistemas se caracterizan por ser dinámicos y cambiantes, al interactuar con factores como la actividad agrícola, urbana y ganadera, la alteración del suelo con contaminantes, la explotación de los recursos no renovables entre otros, ocasionan dinámicas no naturales en el comportamiento de los diferentes hábitats. De las situaciones anteriores se presentan en el Sistema Ambiental del proyecto la agricultura, urbanización y actividad ganadera. Los resultados de estos ejercicios, que no consideran el impacto ambiental, redundan en problemas ecológicos que en muchas ocasiones interrumpen fases de ciclos de vida, empobrecimiento del recurso alimentario y fragmentación o reducción del hábitat, acciones que orillan a los animales a migrar en el mejor de los casos o a la disminución de las poblaciones con reducción de su distribución, desaparición o extirpación, que cuando son endémicas a un área determinada desafortunadamente hablaríamos de especies extintas.

La cacería en México es un factor de presión que afecta a las poblaciones de muchas especies y puede ser dividida en cacería deportiva y de subsistencia; sin embargo, después del recorrido del Sistema Ambiental no se observó esta actividad ni se encontraron evidencias de esta.

En los ecosistemas lagunares, la problemática ambiental se agudiza a causa de la deforestación del manglar, el azolvamiento que ha trastocado el intercambio mar-laguna y, sobre todo, la sobrepesca. La utilización de artes de pesca como trasmallos afectan los ciclos ecológicos y redes tróficas (Zarza-González y Gómez-Quesada, 2011); además, contribuyen a la pérdida de biodiversidad y disminución de la productividad pesquera, afectando la seguridad alimentaria.

Factores indirectos.

El factor principal de amenaza para la conservación a largo plazo de flora y fauna es la *destrucción y fragmentación del hábitat*. (Ceballos y Márquez-Valdemar, 2000, Challenger, 1998; Ramamoorthy, *et al.*, 1998).

La fragmentación genera áreas remanentes de vegetación nativa rodeada de terrenos, tierras agrícolas o de otras formas de uso de tierra. Esto afecta a las plantas y animales dentro de las áreas remanentes, en especial cerca de los límites de estos fragmentos variando las consecuencias desde el momento del aislamiento, la distancia de otros remanentes y el grado de conexión entre ellos (Saunders *et al.*, 1991).

La modificación del hábitat natural ha sido reconocida como una de las presiones no selectivas que afecta simultáneamente a muchas especies y que en últimas décadas ha sido la causa primaria de la desaparición de las especies. El deterioro ambiental producto del rápido avance de las fronteras agrícola, forestal, ganadera y urbana,

pone en serio peligro la perpetuación de ecosistemas completos y de miles de especies. El sitio del proyecto ya ha sido abierto para la actividad agropecuaria.

México tiene el 10% de superficie con actividad agrícola. El crecimiento de la agricultura se ha estimado entre uno o dos por ciento anual. Por otro lado, el número estimado de cabezas de ganado vacuno se ha estimado en 33.9 millones con un crecimiento anual de 1.9%, adicionalmente existen 6.6 millones de ovejas y 10 millones de cabras. 78 millones de hectáreas se utilizan para la ganadería. Se estima que entre 700,000 y un millón de hectáreas son deforestadas por año, lo que coloca a México con una de las tasas más altas de deforestación en el mundo.

El impacto de la destrucción de los ecosistemas arbolados es muy marcado en selvas secas y húmedas, las cuales casi han desaparecido por completo en este siglo. (Ceballos y Márquez-Valdemar, 2000, Challenger, 1998; Ramamoorthy, *et al.*, 1998).

Trabajo de Campo

La metodología de campo para este estudio es basada en varios manuales y modificada por los expertos, considerando las características de la zona del proyecto, abarcando tanto la ruta del puente a sustituir, así como el SAR delimitado. Cada uno de los grupos tuvo un registro de acuerdo con sus características de la especie y del hábitat, así como sus hábitos los cuales se describen a continuación.

- En esta región del país, las especies se encuentran principalmente asociadas a zonas de humedales y al tipo de vegetación asociada a los sistemas fluviales, por lo que, la disponibilidad y extensión de estas áreas serán delimitadas usando imágenes de satélite. Las áreas perturbadas con terrenos particulares o simplemente abiertas serán delimitadas y delineadas como áreas no adecuadas para las especies.
- Se llevó a cabo el control de los muestreos de campo en una bitácora y formatos de campo, así como un recorrido preliminar dentro de la zona de estudio, para reconocer y determinar las especies de fauna.
- La brigada de campo levantó sitios de muestreo de las distintas especies de la zona de estudio. Se realizaron transectos en la zona adyacentes a las obras de protección del margen del cauce, durante la visita de campo.
- Se centró la atención en los ecosistemas más característicos y mejor conservados, así como en aquellos lugares donde se consideró que probablemente exista mayor afectación derivada del desarrollo del proyecto. A su vez se realizaron técnicas directas (observación, captura, etc.) e indirectas (búsqueda de rastros, huellas, excretas, entrevistas informales con gente de la región, etc.) para la determinación de distribución y abundancia de especies. Se llevó el control de sus actividades a través de bitácora y formatos de campo.
- El rastreo de cada sitio se inició a las 08:00 AM y finalizó a las 18:00 PM, aproximadamente 10 horas/persona/día de trabajo efectivo. El área será revisada, para asegurar un muestreo efectivo y representativo.

Método de muestreo de herpetofauna

Mediante la técnica de transecto se camina lentamente a través del área elegida, revisando charcas, troncos caídos, huecos, hendiduras, tocones o rocas, entre los árboles, la hojarasca, plantas epifitas, grietas, todas estas áreas constituyen los microhábitats potenciales de anfibios.

Para la recolecta de especímenes se utilizaron varias técnicas. Los anfibios serían capturados a mano (salamandras, ranas y sapos) o bien con redes de diferentes tamaños (especialmente renacuajos), aun cuando la temporada del

muestreo fue en épocas de lluvias no se encontró algún ejemplar en nuestros puntos de muestreo, aun se considera las técnicas para la manipulación de las especies que se encuentren en cuanto se lleve a cabo el proyecto.

Al manipular los renacuajos o los adultos se corre el mayor riesgo de contaminación, pues se entra en contacto directo con el medio donde crecen las zoosporas. Para minimizar este riesgo es necesario desinfectar las manos después de manipular a cada animal con solución desinfectante quirúrgica o utilizar guantes desechables, un par por cada muestra o animal. NUNCA se deben manipular anfibios muertos o moribundos sin guantes. Si no se dispone de guantes desechables, se insertan las manos dentro de las bolsas plásticas que se usarán para transportar a los ejemplares y luego se voltean para envolver al animal. Se debe usar una bolsa por animal para evitar contaminación entre animales y ninguna debe ser reusada, una vez que ha entrado en contacto con el ejemplar. Los animales vivos también deben aislarse en bolsas plásticas grandes individuales para evitar la contaminación entre individuos.

Imagen IV. 40 Esquema captura a mano de anfibios

Manipular los animales vivos con las manos si no se dispone de guantes desechables



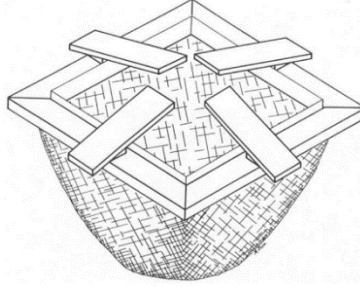
Aislar los animales vivos en bolsas plásticas grandes individuales para evitar la contaminación entre individuos. Se debe usar una bolsa por animal para evitar contaminación entre animales y ninguna debe ser reutilizada una vez que haya entrado en contacto con el espécimen.

Después de manipular cada animal, desinfectar las manos con solución desinfectante quirúrgica o utilizar guantes desechables, un par por cada muestra o animal.

Para la captura de anfibios y reptiles acuáticos (tortugas) se utilizan trampas de tipo nasa con uno o varios embudos en su interior (formando compartimentos en donde quedan atrapados los individuos) acopladas a una red de desvío (Vogt 1980). De manera similar a las barreras de desvío que se usan en ambientes terrestres, estas trampas se colocan de manera individual o en conjuntos para cubrir áreas pequeñas o grandes en humedales, arroyos, lagunas y orillas de ríos. Pueden permanecer colocadas por varios días y requieren de ser revisadas por la mañana y tarde. Este método permite capturar tortugas, cocodrilos, anfibios y serpientes acuáticas.

Otro tipo de trampa conocida como trampa de foso flotante es particularmente útil para atrapar tortugas dulceacuícolas que se asolean con frecuencia. Para contener organismos de mayor tamaño como los cocodrilos adultos es necesario emplear un bastón domador con lazada de cable de acero para cerrar el hocico del animal y poder manipularlo.

Imagen IV. 41 Esquema trampa de foso flotante para tortugas dulceacuícolas

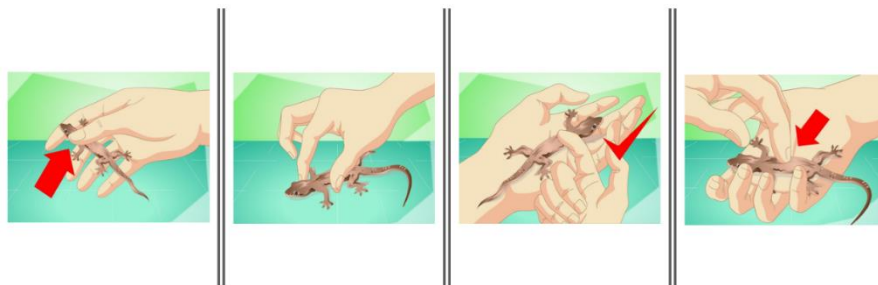


Para la captura de reptiles terrestres, se realiza un recorrido en la totalidad de las áreas a intervenir por las obras de construcción del proyecto y puntos de muestreo al azar en las zonas aledañas a este. Se rastrea el área involucrada en busca de reptiles, se removieron piedras y se revisan los lugares con arbustos y árboles; y se procedió a la observación e identificación de ejemplares de importancia.

Se hacen recorridos aledaños al área de sustitución del puente “Barra Vieja”, de extensión variable y tiempo fijo (2 horas) y a orillas del río. Los ejemplares se recolectan manualmente con redes de acuario, ligas de hule, caña de pescar, ganchos y pinzas herpetológicas (Gaviño *et al.*, 1992). Los ejemplares se determinan mediante la experiencia profesional y con claves especializadas (Duellman y Wellman, 1960; Lynch, 1965; Duellman, 1970).

Los métodos más efectivos para la captura viva de reptiles son los lazos de nylon y la captura manual directa con ligas (lagartijas), algunas más sofisticadas son los ganchos para atrapar a especies arborícolas que están muy altas en el dosel. Todo esto con el propósito de optimizar el esfuerzo de captura en el terreno, se tiene en cuenta los aspectos de la ecología de las distintas especies. Debido a que los reptiles son seres vivos que requieren de una fuente de energía externa para poder desarrollar sus actividades diarias, el mayor esfuerzo de captura se realizó durante el período del día en que ellos resulten con mediana actividad en orden a facilitar la captura (mañana y media tarde). Por esta razón, el registro y captura de individuos se realiza principalmente durante días asoleados. No se tuvo éxito al no tener registro de ninguna especie.

Imagen IV. 42 Forma de manipulación de reptiles.



Para serpientes se usan ganchos herpetológicos y a las especies observadas se les toma fotografía para su registro o bien se recolectan directamente los organismos con la mano.

Los organismos recolectados se depositan en bolsas o contenedores de plástico, o sacos de lona delgada para ser fotografiados, cuidando que contengan humedad suficiente para evitar que se deshidraten y mueran. Para evitar daños a los individuos, conviene depositarlos en bolsas o contenedores por separado de acuerdo con el sitio de captura y la especie. Todos los individuos son liberados posterior a la toma de fotografías.

Imagen IV. 43 Algunos instrumentos y trampas para capturar anfibios y reptiles: redes, ganchos herpetológicos, lazos y nasas.

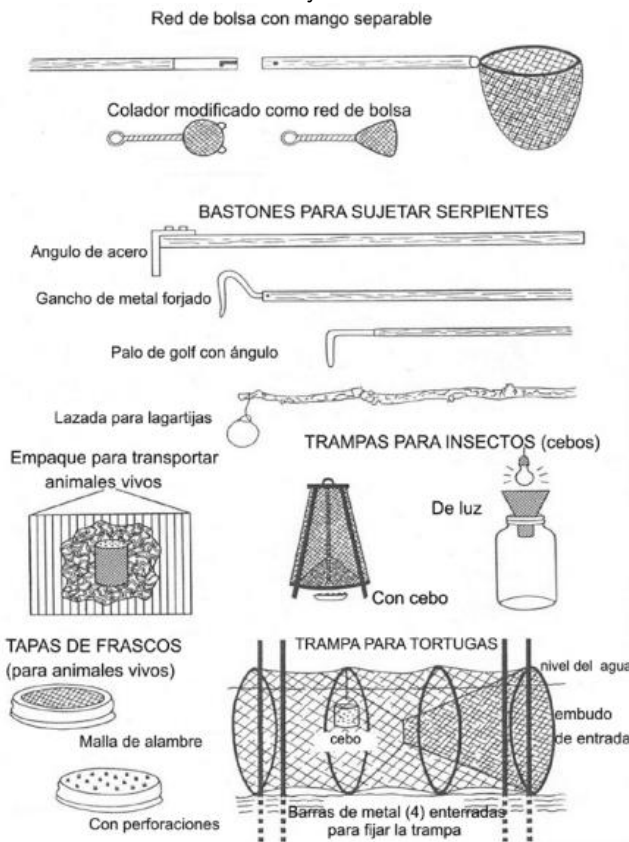


Tabla IV. 47 Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna

FECHA:		Hora:		Participantes:
LUGAR DE MUESTREO:		Coordenadas:		
MUNICIPIO:		Tipo de vegetación		
ESPECIE:		Cantidad		
ADULTO/JOVEN:		Larvas	Huevos:	
DESCRIPCIÓN DEL LUGAR				
LAGO	Laguna	Pantano	Cañada	Charco
SUBSTRATO				
BARRO/ARCILLA	Arena/Grava	Piedras	Rocas	Otro
CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES:				
ANCHO DEL CUERPO		Longitud total:		
ANCHO DE LA CABEZA		Longitud de la cabeza		
LONGITUD HOCICO-CLOACA		Observaciones		
HÁBITOS ALIMENTICIOS				

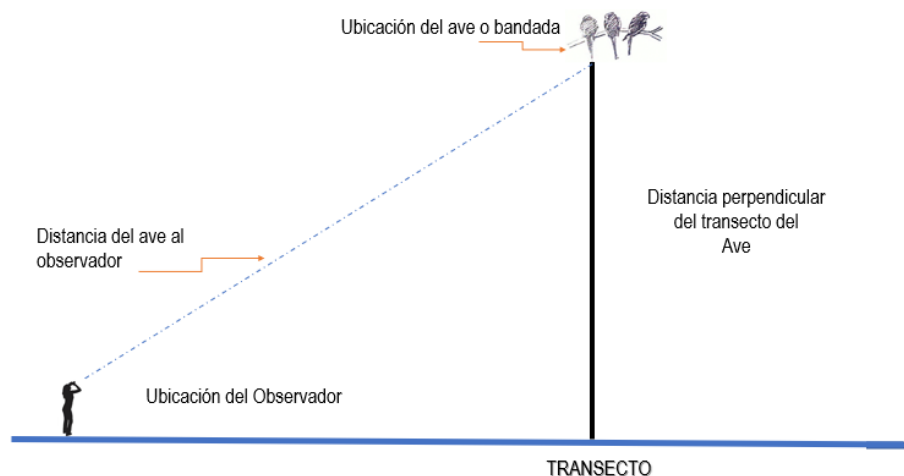
Fuente: Biota 2021

Método de muestreo de aves

Para la avifauna se aplicaron técnicas de observación durante los transectos propuestos durante la mañana y por la tarde. Se formó una brigada de campo que, conforme a un programa de trabajo, levantaron sitios de muestreo.

Estas observaciones se realizaron con ayuda de binoculares 8 x 40 y 10 x 42, y en ocasiones con una cámara reflex con lente 270-500 mm, que permitió la creación de un banco de imágenes de las especies encontradas. Y el apoyo de las guías de campo (National Geographic Society, 2006; Peterson y Chalif, 1989); durante el desarrollo de los censos se tomaron los siguientes datos: especie, número de individuos, hora, y otras observaciones de utilidad, con esos datos se realizó el inventario de especies. El registro de las distintas especies se realizó por puntos en la zona adyacente al proyecto y en la periferia del río, a lo largo de dos sesiones. Con la técnica de transecto se recorrió lentamente a través del área elegida.

Imagen IV. 44 Observación directa para Aves



Fuente: Biota 2021

Con el fin de identificar a las principales especies que habitan en la zona, se llevó un registro de las aves observadas y el número de individuos de cada una de ellas. Para saber con certeza que aves transitan o viven en el trazo proyectado se llevó a cabo un solo transecto con el fin de estandarizar el muestreo.

Imagen IV. 45 Ejemplificación del muestreo de Aves



Fuente: Biota 2021

Para cada sitio de muestreo se esperó un promedio de 5 a 15 minutos, mientras se tomaba el registro de las especies presentes en ellos y su abundancia (número de individuos observados en el sitio de muestreo). Que consistieron en registrar todas las especies y el número de individuos de cada una que fueron escuchados durante 10 minutos, desde cada uno de los puntos de muestreo.

Método de muestreo de mamíferos

En cuanto al registro de mamíferos se utilizaron métodos directos (trampeos) e indirectos (rastros), pero no hubo ningún éxito de captura.

Los métodos para la captura y observación de animales silvestres incluyen una variedad de técnicas de trampas (de golpe y trampas cámara). Para los mamíferos se utilizan trampas de captura viva, las cuales tienen la ventaja de asegurar la captura de los animales en perfectas condiciones. Y de fotografía para tener la evidencia del ejemplar, sin ser lastimado o estresado.

Las trampas Sherman, que son trampas de aluminio cerradas utilizadas en la captura de pequeños mamíferos y juveniles de mamíferos de tallas más grandes. La trampa Sherman es la más utilizada debido a que son plegables y de fácil transporte. Para la captura de medianos mamíferos existen dos tipos de trampa: Havahart y Tomahawk (Nacional), ambas son trampas de rejillas y presentan un mecanismo disparador de tipo basculante (accionador de una o dos puertas). Tomahawk es la más utilizada debido a que son plegables.

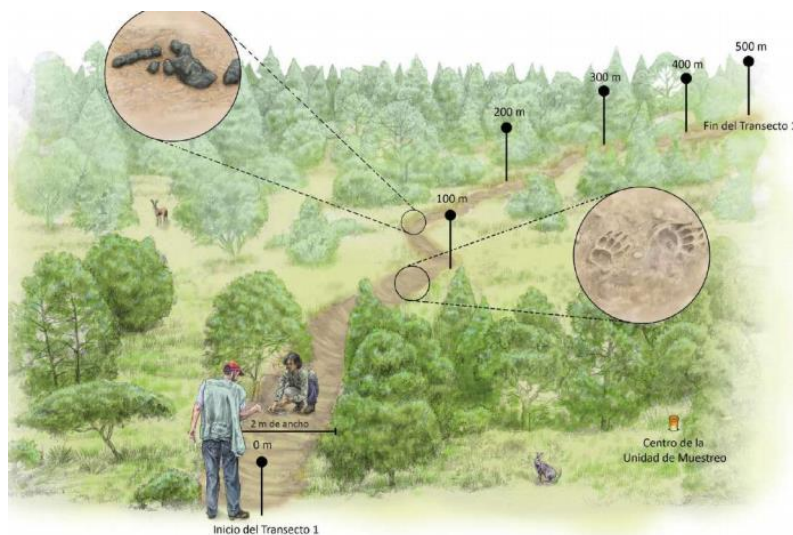
Imagen IV. 46 Ejemplificación de colocación de trampas cámara



Fuente: Biota 2021

Otro muestreo que se realizó fue el colocar trampas cámara (Moultrie®) método que es utilizado para conocer las tendencias poblacionales usando transectos; todo con el fin de detectar tanto actividad diurna como nocturna en el área de influencia del proyecto y el SAR. También se selecciona un punto de muestreo, en zonas aguas arriba y abajo en sitios con vegetación más conservada, tomando en cuenta la dimensión del proyecto se considera el muestreo en estas zonas. Estas zonas abiertas están cercanas a terrenos privados por lo que se tomaron en cuenta, para conocer la dispersión de las especies en la zona; por lo tanto, es menos probable encontrar especies en estas zonas por la actividad antropogénica. A partir de la longitud total del transecto nos alejamos a sitios más conservados y con coberturas más amplias, de acuerdo con la superficie del SAR, fueron ubicadas 5 trampas separadas entre 800 y 1,000m entre ellas.

Imagen IV. 47 Unidad de muestreo para mamíferos



Fuente: SEMARNAT, 2018

El rastreo de huellas se llevó a cabo en época de lluvia, con observaciones entre las 7:00 a.m. y las 5:00 p.m. Se emplearon transectos lineales, para así abarcar la longitud total del trazo, el cual contenía el tipo de vegetación más conservado y representativos.

A partir de la longitud total del transecto nos alejamos 100m paralelo al camino, y sólo para la longitud de éste con relación a las coberturas presentes, fueron ubicadas 26 trampas de huella separadas cada 100 m. Para la elaboración de cada trampa se colocó un molde de madera cuadrado de (70x70 cm con 3cm de profundidad) con tierra suelta y húmeda, para un buen marcaje de las huellas.

Imagen IV. 48 Ejemplificación de montaje de trampas huella



Fuente: Biota 2021

En la zona de estudio, se ubicaron tres trayectos en función de los senderos establecidos y trayectos donde no existían senderos. Se colocaron 10 estaciones olfativas y se realizaron recorridos diurnos y nocturnos. Todos los

datos colectados se incluyeron en las hojas de registro de campo georreferenciando el punto del evento con GPS, fecha de registro, tipo de registro (visual, auditivo, rastro).

En cada una de las trampas se colocó un cebo como atrayente, el cual correspondió a algún tipo de alimento de preferencia para cada una de las dietas de los animales a estudiar, avena (herbívoros), huevos y tocino (carnívoros), papaya y plátano (herbívoros, omnívoros); estos cebos fueron alternados al azar para cada una de las trampas a lado y lado del transecto. Ya quedando activada para la toma de datos y el registro de huellas.

Método de muestreo de ictiofauna

Para el caso de la fauna acuática dado que el proyecto se pretende desarrollar sobre el cauce de un río, se realizaron muestreos específicos sobre el área de estudio, para conocer si existen especies de fauna acuática (ictiofauna) en las áreas del cauce donde se pretende construir la protección del margen.

El objetivo fundamental del muestreo consiste en visualizar la mayor diversidad posible de fauna acuática. Para ello deben explorarse cuidadosamente cada uno de los hábitats posibles en cada lugar de muestreo.

Redes y mallas

El uso de redes sumergidas aumenta la efectividad en el muestreo ya que permite la captura parcial de ejemplares (renacuajos, ranas, sapos, peces) en los cuerpos de agua, lo que facilita la observación directa y posterior identificación de especie.

- Muestreo en aguas poco profundas
La red de pantalla es la ideal para obtener en estos hábitats la mayor diversidad posible.
- Muestreo en aguas profundas
En la mayoría de los casos el muestreo debe hacerse en las orillas hasta un metro de profundidad, moviendo la red de mano (D-net) en forma de barrido sobre la vegetación y el fondo.
- Muestreo en aguas de poca corriente o estancada
Conviene usar la red de mano de la misma manera que para aguas profundas. El fondo debe barrerse solo superficialmente. Adicionalmente, deben recogerse piedras, ramas, hojas y otros objetos que pueda haber en el lugar.

Conviene usar la red de mano de la misma manera que para aguas profundas. El fondo debe barrerse solo superficialmente. Adicionalmente, deben recogerse piedras, ramas, hojas y otros objetos que pueda haber en el lugar.

Selección y delimitación del punto de muestreo

Se escogerá el tramo del río más representativo, en cuanto a vegetación de ribera, en su caso, y morfología de la orilla se refiere, ya que estas dos variables, aportan heterogeneidad de hábitats, constituyen refugios y proporcionan sombra a los peces. Se evitará incluir singularidades tales como puntos de vertido, afluentes permanentes o presas. Se escogerá un tramo delimitado por obstáculos naturales o rápidos, los cuales actúan de barrera natural para los peces.

El área de muestreo debe tener una longitud 10 veces la anchura media del río, con un mínimo de 50 m². Como criterio general el tramo de muestreo seleccionado deberá tener una longitud de al menos 50 m y deberán estar presentes todas las unidades de hábitat características de la masa de agua (pozas, rápidos y tablas).

La selección del tramo se realizará en función de la anchura de la masa de agua:

- Ríos con anchura > 15 m. En este tipo de ríos la secuencia poza-rápido-tabla suele ocupar longitudes superiores a los 100 m por lo que, para obtener una muestra representativa en términos de composición y abundancia, será necesario llevar a cabo una estratificación del muestreo. De esta forma se evita que aumente excesivamente la longitud del tramo muestreado. El número de submuestras deberá ser proporcional al número de hábitats presentes. También se muestrea la anchura completa.
- Ríos profundos no vadeables en su totalidad. Se aplican los mismos criterios mencionados anteriormente pero solo se muestrean las orillas (zonas vadeables), por lo que conviene aumentar la longitud del tramo muestreado en función del área no vadeable que se deja de pescar.

Equipo y Materiales

Red tipo D-net

Esta red se usa para hacer un “barrido” a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10 m a lo largo de ambas orillas).

Red de mano o pantalla

Consiste en usar una red de más o menos 1 m² con un ojo de malla de 500 µm aproximadamente; la red está sujeta a dos mangos de madera o aluminio. Una persona se coloca en contra de la corriente y sostiene la red con ambas manos, mientras la otra, colocada en dirección de la corriente, remueve el fondo con los pies o con las manos (se recomienda usar guantes fuertes). El material removido se acumula en la red y con él, las larvas y ejemplares que haya en el área del barrido. Este procedimiento debe repetirse por lo menos tres veces o hasta que se haya cubierto un área de unos 6 m² aproximadamente.

Imagen IV. 49 Ejemplos tipos de red utilizadas para el muestreo



Red tipo D-net



Red de mano o pantalla

Fuente: Biota 2021

Según la delimitación y cálculos, la superficie con acumulación de agua en el tramo donde se pretenden realizar las actividades de protección, con un ancho promedio del cauce de 440 m.

Al ser el ancho promedio del río mayor a 15 m se estratificó el muestreo. Durante un recorrido por los márgenes del cauce se determinaron los puntos de muestreo para la fauna acuática, dichos puntos se ubican dentro del puente a sustituir.

Todos los muestreos se realizaron en áreas de alta representatividad, en cuanto a vegetación de ribera y morfología de la orilla se refiere.

Resultados

Como resultado de los muestreos realizados en campo se obtuvo registro de 27 especies en los sitios cercanos al proyecto y dentro del SAR, de las especies registradas, ninguna de ellas se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Sitios de muestreo

Como se ha mencionado el muestreo en campo se realizó basado en varios manuales y modificada por los expertos, lo anterior en función de las características presentes en la zona del proyecto y abarcando tanto la zona de cruce del puente, como el Sistema Ambiental (SA) delimitado.

En la siguiente imagen se muestran los puntos de muestreo realizados tanto en el área del proyecto como sobre las superficies del SAR.

Imagen IV. 50 Localización de sitios de muestreo de Ictiofauna



Fuente: Elaboración propia con imagen Google Earth

Imagen IV. 51 Localización de trampas cámara



Tabla IV. 48 Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna

ID PUNTO	X	Y
P1 ICTIOFAUNA	433395.68	1845116.20
P2 ICTIO FAUNA	434011.42	1844925.68
P3 ICTIOFAUNA	433184.84	1845509.30
P4 ICTIO FAUNA	429766.95	1846288.95
P5 ICTIO FAUNA	431509.44	1847716.17
P6 ICTIO FAUNA	433209.09	1848724.63
P7 ICTIO FAUNA	431186.38	1850367.58
TRAMPA CAMARA 1	433690.55	1845348.26
TRAMPA CAMARA 2	433180.87	1846550.69
TRAMPA CAMARA 3	429560.94	1847158.64
TRAMPA CAMARA 4	431205.00	1850500.00

Fuente: Elaboración propia

Los registros e identificación de individuos en su mayoría se observaron en zonas del SAR un tanto alejadas de la zona del proyecto en donde se encuentran las zonas de manglar mejor conservadas (aguas arriba del sistema lagunar) que proporcionan refugio y seguridad a la fauna que habita y transita en el área.

Es importante mencionar que de las metodologías empleadas para el muestreo la de mayores resultados fue la de observación directa mediante los recorridos prospectivos en la zona del proyecto y transectos sobre el canal barra vieja ya que mediante este método se observaron 26 de las 27 especies registradas. Por su parte lo muestreos de ictiofauna en la orilla del canal con la técnica de la red tipo D-net no rindieron frutos y si bien se registraron 5 ejemplares de fauna acuática estos se registraron durante un recorrido prospectivo en lancha sobre el cauce del canal y se pudo observar dichos ejemplares muertos flotando cercanos a las orillas.

Con respecto a los muestreos realizados con trampa cámara NO se obtuvieron registros bajo este método, esto se encuentra asociado a la escasa presencia de fauna terrestre en la zona debido a la presión antrópica y disminución de hábitats primarios dentro del SAR; con respecto a los demás métodos utilizados para mamíferos como trampas Sherman y trampas huella el resultado del muestreo también fue nulo.

Considerando que la zona se encuentra previamente impactada por el asentamiento de viviendas e infraestructura de servicios turísticos, la presencia de aves en el sitio del proyecto es media, con respecto a la herpetofauna y los mamíferos la presencia es ocasional o baja, ya que estos grupos faunísticos huyen de zonas perturbadas y se distribuyen en zonas más conservadas para evitar que la presencia humana afecte los nichos donde viven. Dado lo anterior se considera que el factor fauna será poco impactado con las obras del proyecto. Con respecto a la fauna acuática es importante resaltar que su abundancia o diversidad no se verán afectadas por el proyecto ya que el flujo perenne y la longitud del espejo de agua proporcionan rutas alternativas para el paso de peces, además es importante resaltar que no se obtuvieron registros de ictiofauna sobre el margen del río. Es de importancia resaltar que al tratarse de una sustitución de infraestructura se debe considerar que la fauna se encuentra familiarizada con la presencia de la estructura del puente, por lo que, se prevé que las especies que se localicen en el área del proyecto, durante las obras se desplazarán hacia sitios que presenten mejores condiciones ambientales y menor presión humana, para su protección y asegurar su supervivencia en condiciones más favorable para la crianza y alimentación y una vez terminadas las obras las especies que sobrevuelan o transitan la zona del proyecto volverán a la dinámica actual.

Registros de fauna en el sitio del proyecto y el SAR

Como se ha mencionado el sitio del proyecto se localiza sobre el cauce del canal de barra vieja perteneciente al sistema lagunar tres palos, dada la localización del proyecto y debido a la interrelación que existe entre el sistema lagunar y la presencia de aves, durante la prospección de campo se encontró la evidencia de aves que volaban, perchaban, descansaban y buscaban alimento por el sitio.

En este sentido se registraron 27 especies de fauna silvestre (25 aves, 1 de reptiles y 1 especie de ictiofauna), los registros se realizaron en áreas cercanas al proyecto y en su mayoría en las superficies con mayor grado de conservación del SA, donde entre otras cosas pudimos observar, asentamientos humanos, infraestructura para servicios turísticos, embarcaderos para pescadores, zonas de manglar, áreas inundables y los canales que integran el sistema lagunar. La fauna observada se registró mediante el método de observación directa; algunas especies como las aves ya se han acostumbrado a la presencia humana. Por lo tanto, la presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto tiene una movilidad constate y por lo que se reitera que no se afectará de forma significativa dadas las condiciones del sitio y la presencia de la estructura actual del puente.

De acuerdo con la revisión bibliográfica de las especies registradas en campo, como ya se mencionó NO se encontró ninguna especie listada en algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A su vez, aun y cuando los registros no arrojaron especies en la mencionada NOM, esto no implica que en la zona no se distribuyan especies protegidas, por lo que, se deberán ejecutar medidas de conservación y protección para todos los organismos que se identifiquen en las zonas del proyecto durante las obras.

Al momento de las prospecciones en campo dentro del área del proyecto y SAR se presentó presencia de reptiles es baja y de mamíferos por lo que las especies de este grupo son de tendencia baja, y para las aves una diversidad media, aunque, hay que puntualizar que esta tendencia se dio en los lugares óptimos de hábitat, es decir zonas de manglar mayormente conservadas y sitios alejados de la infraestructura turística.

Derivado del recorrido de campo se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentan a continuación.

Tabla IV. 49 Especies registradas en la zona del proyecto y SAR del proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
REPTILES Y ANFIBIOS				
LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	Visual	Sin estatus
PECES				
CHICHLIDAE	<i>Tilapia mossambica</i>	Tilapia	Visual	Sin estatus
AVES				
ANATIDAE	<i>Anser anser</i>	Ganso común	Visual	Sin estatus
TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	Visual	Sin estatus
	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	Visual	Sin estatus
	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	Visual	Sin estatus
ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Visual	Sin estatus
	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Visual	Sin estatus
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor		
ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Visual	Sin estatus
	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	Visual	Sin estatus
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	Visual	Sin estatus
	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	Visual	Sin estatus
	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Visual	Sin estatus
CHARADRIIDAE	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	Visual	Sin estatus
CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Visual	Sin estatus
THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Visual	Sin estatus
	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis ojos rojos	Visual	Sin estatus
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Visual	Sin estatus
RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	Visual	Sin estatus
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	Visual	Sin estatus
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Visual	Sin estatus
COLUMBIDAE	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	Visual	Sin estatus
ALCEDINIDAE	<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	Visual	Sin estatus
HIRUNDINIDAE	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	Visual	Sin estatus
	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	Visual	Sin estatus
PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Águila pescadora	Visual	Sin estatus

Fuente: Biota 2021

Del total de estas 27 especies registradas 1 pertenece al grupo de los anfibios y reptiles, 1 pertenece a los peces y 25 al grupo de aves; es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra listada en la NOM-059- SEMARNAT-2010.

Mediante la observación directa se observaron especies de aves como: golondrina manglera (*Tachycineta albilinea*), garza blanca (*Ardea alba*), golondrina pecho gris (*Progne chalybea*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Luisito común (*Myiozetetes similis*), entre otros; estas especies fueron identificadas mediante observación directa e indirecta, registro fotográfico y es común observar ganado vacuno en las áreas agropecuarias y aves de corral.

Las consideraciones de protección se aplicarán para los organismos en la prospección de campo. Derivado del recorrido de este, se tomó el registro de las especies visualizadas, de aquellas que se encontró algún registro directo e indirecto, mismos que se presentaron en la tabla anterior.

A continuación, se presentan imágenes de algunas especies registradas en el área del proyecto:

Imagen IV. 52 Especies registradas en la zona del proyecto y su SAR



Phalacrocorax brasilianus



Ardea alba



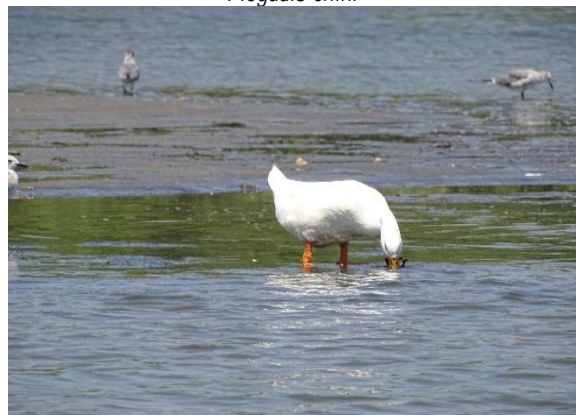
Tachycineta albilinea



Plegadis chihi



Megaceryle torquata



Anser anser



Streptopelia decaocto



Tyrannus melancholicus



Quiscalus mexicanus



Eudocimus albus Y *Charadrius wilsonia*



Crotophaga sulcirostris



Egretta tricolor, *Ardea alba* y *Charadrius wilsonia*



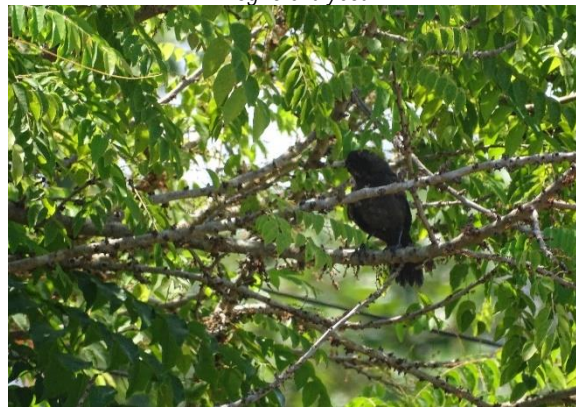
Egretta thula



Progne chalybea



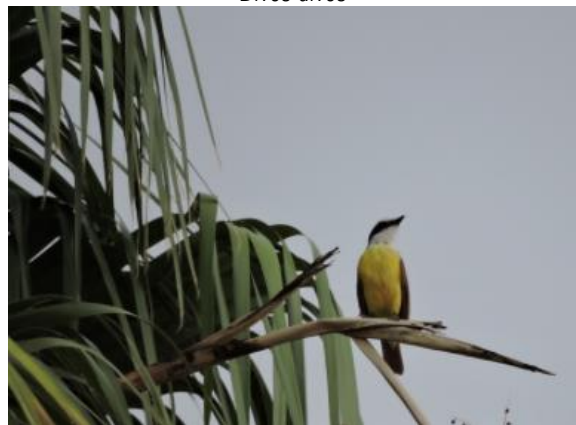
Myiozetetes similis



Dives dives



Coragyps atratus



Pitangus sulphuratus



Icterus cucullatus



Pandion haliaetus



Leptodactylus melanonotus



Tilapia mossambica

Es importante destacar que el efecto adverso sobre la fauna silvestre en esta zona será localizado y puntual, esto debido a que actualmente la fauna se encuentra adaptada a la estructura del puente existente y a la presencia humana dado que es una zona pesquera y de actividades turísticas, por lo que se considera que los efectos adversos sobre la fauna podrán darse primordialmente durante el retiro de la estructura actual, así como durante la cimentación de la nueva estructura, lo anterior debido primordialmente a la alteración de los niveles usuales de ruido y a la presencia de cuerpos extraños (perforadoras) en el fondo del canal. Además, hay que considerar las condiciones ambientales que presenta el factor agua ya que existen registros (UAGro, 2019) donde se presentan altos índices de contaminación del sistema lagunar tres palos, lo que ha afectado la supervivencia de especies acuáticas a lo largo del tiempo. También se puede ver palapas donde ofrecen servicios de restaurantes establecidos en ambos márgenes del cauce.

Se puede catalogar con base en lo anterior y en la naturaleza del proyecto y su extensión, como un proyecto con impactos locales pues se trata de la sustitución de una estructura existente y su extensión es corta por lo que se prevé que los efectos sobre el cauce sean puntuales y específicamente el factor fauna no se verá modificado significativamente.

Se espera que, una vez concluido el proyecto, el ecosistema y las condiciones ambientales para la fauna presente en el sitio retornarán sin mayor incidencia en un corto periodo de tiempo.

La inserción de actividades turísticas y extractivas (pesca) han sido actividades dominantes en la zona del proyecto lo que ha provocado la reducción de manglar y dunas ya sea por cambio de uso de suelo o por contaminación del sistema lagunar, por lo que el área del proyecto está altamente urbanizada y su SAR se encuentra bajo una intensa presión ejercida por dichas actividades. Lo anterior se demuestra en las siguientes imágenes.

Imagen IV. 53 Condiciones ambientales del proyecto y el SA





Como ya se ha mencionado, el factor antrópico y el proceso de urbanización son variables críticas en los procesos de conservación de humedales (Senhadji-Navarro, 2017). Las localidades ubicadas al noreste de la laguna presentan una dinámica social, económica y cultural de alta similitud, cuyo centro es el cuerpo de agua y los recursos que les proporciona, así como la no inclusión a la zona turística Diamante. La problemática ambiental se agudiza a causa de la deforestación del manglar, el azolvamiento que ha trastocado el intercambio mar-laguna y, sobre todo, la sobrepesca. La utilización de artes de pesca como trasmallos afectan los ciclos ecológicos y redes tróficas (Zarza-González y Gómez-Quesada, 2011); además, contribuyen a la pérdida de biodiversidad y disminución de la productividad pesquera, afectando la seguridad alimentaria. Las políticas diseñadas para favorecer el desarrollo económico de la región condujeron a modificaciones ambientales notorias que han provocado la degradación ambiental en las últimas décadas. Entre estas modificaciones sobresalen las efectuadas al sistema hidrológico, al cambio del uso del suelo y cobertura vegetal, y a la contaminación de ecosistemas acuáticos y terrestres por residuos sólidos y vertimientos al sistema lagunar.

Abundancia de especies

La estimación de la abundancia (o densidad) implica costos y tiempos asociados al muestreo, por lo tanto, debemos preguntarnos: ¿Se requiere saber el número total de individuos que conforman la población de interés? y ¿Para qué quiero saber el tamaño de la población? Estas preguntas, aunque aparentemente obvias resultan fundamentales para decidir la metodología a seguir. Dependiendo de la respuesta que obtengamos, variará enormemente la selección del método de estimación y, consecuentemente, repercutirá en los costos de muestreo.

La experiencia en muestreos para el manejo y muestreo de fauna silvestre ha mostrado que en muchos casos no es necesario estimar el número total de individuos sino simplemente tener algún indicador confiable del tamaño población. Además, dependiendo de la respuesta a la segunda pregunta la cual involucra el objetivo de manejo ya que dependiendo si se va a aprovechar, conservar o controlar a determinada población o solo determinar su presencia, entonces la necesidad o no de un estimador exacto del tamaño de la población, puede variar. En estos casos, la experiencia de muestreo también ha demostrado que en algunos casos el empleo de índices de abundancia y riqueza de especies es suficiente para resolver el problema de estimación.

El tamaño de una población (N) no es estático, sino que cambia en el tiempo (t). Por conveniencia, la población en el tiempo inicial se denota N1, al tiempo dos N2, al tres N3, etc. Las unidades del tiempo varían dependiendo de la especie. Por ejemplo, días o semanas para insectos, años para mamíferos, décadas o centurias para algunos árboles. Una población con determinada abundancia en determinado momento crece debido a la tasa de nacimientos (b), decrece dependiendo de la tasa de fallecimientos (d), crece debido a la tasa de inmigración (i) y decrece por la tasa de emigración (e). Como consecuencia, una población crece si nacen más animales de lo que mueren, y en el caso contrario la población decrece.

En los modelos de crecimiento poblacionales clásicos se asume que el efecto de la migración es mínimo o nulo. Sin embargo, se sabe que la migración y los movimientos de dispersión tienen un papel muy importante en la dinámica de numerosas poblaciones animales, lo cual ha sido incorporado en los modelos metapoblacionales que se introducen en un capítulo posterior. Cuando la cantidad de recursos (alimento, espacio, parejas, otros) son ilimitados, la población puede experimentar un crecimiento exponencial, aumentando su tamaño de manera acelerada. Esto es lo que se conoce como modelo de crecimiento exponencial. La Ecuación general que describe este tipo de crecimiento exponencial de la población es: $[dN/dt = rN]$:

- Donde r es la tasa instantánea de crecimiento poblacional. Lo que esta Ecuación significa es que el cambio de la abundancia a través del tiempo es una función de la abundancia actual de la misma y la tasa a la cual ésta crece. Por lo tanto, la población crece si $r > 0$, se mantiene estable si $r = 0$, decrece si $r < 0$.

En vida libre difícilmente los recursos serán ilimitados por periodos prolongados. El cambio en la disponibilidad de alimento debido a cambios estacionales y anuales en la cantidad de lluvia; la disminución del espacio, territorio, pareja y otros recursos debido al aumento de individuos, son algunos de los principales factores que incrementan la posibilidad de competencia entre los animales. Como consecuencia, el crecimiento originalmente exponencial que experimenta una población paulatinamente comienza a disminuir. Esto se debe a que la tasa de nacimientos irá disminuyendo y simultáneamente la de mortandad aumentando. Gradualmente habrá un tope máximo después del cual la población dejará de crecer e incluso comienza su decrecimiento para mantenerse relativamente constante a lo largo del tiempo.

Para el caso del proyecto MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO., se obtuvo un total de 27 especies registradas de las cuales 1 pertenece a anfibios, 1 pertenece a peces y 25 al grupo de aves, entre las que destacan en cuanto a su frecuencia de aparición: Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con el 20.16%, Cormorán neotropical (*Phalacrocorax brasilianus*) con el 17.64%; Golondrina manglera (*Tachycineta albilinea*) con el 13.86%, Ganso común (*Anser anser*) con el 11.34%, Chorlo pico grueso (*Charadrius wilsonia*) con el 10.08%, estas especies fueron identificadas mediante observación directa, cabe mencionar que de las especies mencionadas ninguna se encuentra catalogada en la NOM-059.

Los sitios con mayor presencia de fauna silvestre son aquellos que se encuentran en sitios alejados de áreas perturbadas, cerca de manchones con áreas abiertas para forrajear. Las especies registradas se observaron volando, perchando y forrajeando en el área del SAR y en zonas cercanas a la zona del proyecto. Las aves son buenos indicadores de la salud de los ecosistemas; los cambios en sus poblaciones reflejan cambios en los hábitats; por ejemplo, en la presencia de enfermedades y en el clima. Estas proporcionan servicios ambientales invaluable, como el control de plagas y a el reciclaje de los nutrientes al alimentarse de carroña (Feria-Arroyo y Peterson, 2002).

Índices ecológicos

La biodiversidad o diversidad biológica se define como “la variabilidad entre los organismos vivientes de todas las fuentes, incluyendo, entre otros, los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que forman parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas” (UNEP, 1992).

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa).

Para el presente estudio se utilizaron diferentes métodos propuestos para medir la biodiversidad al nivel de especies.

ÍNDICE DE SHANNON – WIENER (1949)

El índice de Shannon se basa en la teoría de la información, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia), (Magurran, 2001). El problema básico de la medición de estos parámetros es que no es posible contar todas las especies individuos de una comunidad, por lo tanto, no existe ningún índice que se extrajo en su medición. Hay índices mejores que otros, dependiendo del tipo de colecta que se realice. Se utilizaron los métodos que a continuación se describen:

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H = - \sum_{i=1}^S \pi_i \ln \pi_i$$

La diversidad máxima ($H_{\max} = \ln S$) se alcanza cuando todas las especies están igualmente presentes. Un índice de homogeneidad asociado a esta medida de diversidad puede calcularse como el cociente $H/H_{\max} = H/\ln S$, que será uno si todas las especies que componen la comunidad tienen igual probabilidad ($\pi_i = 1/S$).

$$\pi = n_i/N$$

Dónde:

- n_i = número de individuos en el sistema de la especie determinada i
- N = número total de individuos
- S = número total de especies.

En comunidades naturales, este índice suele presentar valores entre 1.5 y 3.5 y sólo raramente sobrepasa los 4.5 (Margalef 1972, citado en Magurran 1987). Magurran (1989), que enuncia que para el Índice de Shannon-Weiner, los valores inferiores a 1.5 se consideran como diversidad baja, los valores entre 1.6 a 3.4 se consideran como diversidad media y los valores iguales o superiores a 3.5 se consideran como diversidad alta.

ÍNDICE DE MARGALEF

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = k \sqrt{N}$ donde k es constante

(Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S , da $D_{Mg} = 0$ cuando hay una sola especie.

Este índice es utilizado para estimar la riqueza de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

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

Donde:

S =número de especies

N = número total de individuos

En el índice de Margalef, los valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

ÍNDICE DE PIELOU

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

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

Donde $H'_{\max} = \ln(S)$.

Este trabajo aborda el problema con un enfoque aplicado. Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, se propone un método de muestreo para la inferencia, y se discuten los resultados de siete especies de aves.

El uso generalizado del índice de Shannon como una expresión sintética de la biodiversidad ha estimulado la aparición de estimadores que corrigen el sesgo y mejoran la cuantificación de la variabilidad aleatoria para permitir la construcción de intervalos de confianza. Hasta la década pasada el estimador máximo verosímil constituyó la única opción y su uso generalizado produjo con toda seguridad subestimaciones de los valores reportados en la literatura. La aparición de alternativas que mejoran la estimación puntual porque corrigen el sesgo negativo, como la de Chao y Shen (2003) o de Pla (2004), revitalizan la utilidad de este índice.

Estimación del Tamaño Poblacional

Para estimar la densidad poblacional de numerosas especies de fauna se utilizaron métodos de conteo directo y métodos de conteo indirecto. Los métodos directos se pueden separar en categorías:

- conteo en transectos
- captura—marcaje

En el caso de los métodos indirectos se han empleado varios entre los que destaca:

- conteo de huellas,
- excrementos,
- madrigueras,
- cantos, entre los principales

Existen varios criterios que pueden permitir seleccionar un método, entre los que destacan: las facilidades del trabajo de campo, el tiempo disponible, la experiencia del personal, el presupuesto asignado, el acceso a equipo y programas de cómputo, y la habilidad del personal para el manejo de éste, entre otros. Sin embargo, no existe ningún método que brinde los mejores resultados para cualquier especie y condiciones de hábitat. Cada método tiene ventaja y limitaciones que deben considerarse antes de seleccionar el sitio de muestreo. La selección de determinado método depende de los objetivos para lo cual se quiere conocer la densidad y de las limitaciones de tiempo y costo. Ningún método sustituye un mal diseño de muestreo, incorrecta toma de datos, errores de procesamiento de datos. La persona encargada de hacer las estimaciones debe estar preparada y conocer las bases teóricas y prácticas de cada método. Se deben dar estimaciones del promedio y variación de la densidad. No obstante, todas estas dificultades, el éxito en el manejo de la fauna dependerá de una excelente preparación por parte de los técnicos y especialistas de fauna silvestre.

En aquellas áreas donde el tamaño poblacional se supone puede ser muy bajo, la superficie de hábitat muy extensa, y la heterogeneidad ambiental alta, entonces el esfuerzo de muestreo debe ser mayor. Siempre es recomendable muestrear lo más frecuente e intensamente la unidad de manejo (con la precaución de que la frecuencia de los muestreos no llegue a constituir un factor de perturbación adicional e indeseable para los animales). Se debe definir el método más adecuado a las condiciones particulares y así tener el mejor diseño para el muestreo, para que este sea representativo de toda la heterogeneidad ambiental presente en el área de trabajo. En lo posible, se sugiere hacer un muestreo estratificado (es decir, diferenciando los tipos de hábitat o manchones). Debe ponerse mucha atención para no violar los supuestos de cada método. La aplicación de los algoritmos debe realizarse con pleno conocimiento de las bases en que estos se sustentan.

Aplicación de los índices ecológicos

Este resultado de acuerdo con nuestro método de muestreo aborda el problema con un enfoque aplicado. Se describen los métodos de estimación de la biodiversidad expresada mediante la riqueza y el índice de Shannon, y se discuten los resultados de 27 especies, 1 de reptiles, 1 de pez y 25 de aves registradas en todo el proyecto zona del proyecto y sistema ambiental (ZP y SA).

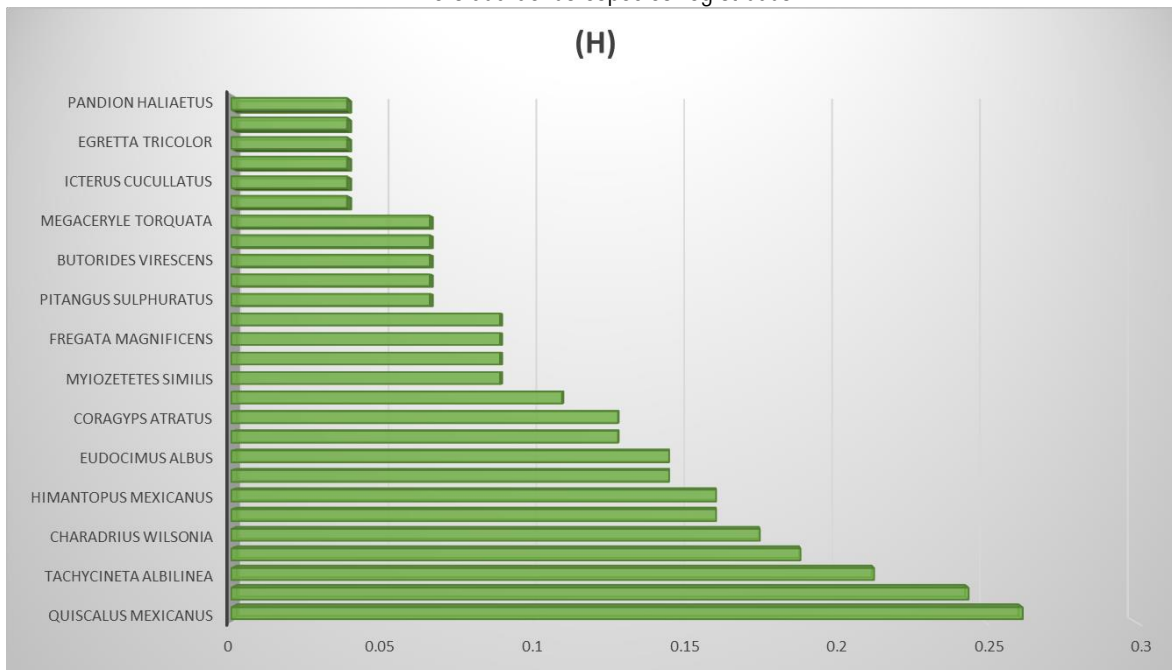
Tabla IV. 50 Abundancia relativa y diversidad de las especies registradas

LUGAR DE AVISTAMIENTO	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
SAR	ANFIBIOS Y REPTILES	LEPTODACTYLIDAE	<i>Leptodactylus melanonotus</i>	Ranita hojarasca	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319
SAR	PECES	CHICHLIDAE	<i>Tilapia mossambica</i>	Tilapia	5	126	0.040	Sin estatus	0.12804936
SAR	AVES	ANATIDAE	<i>Anser anser</i>	Ganso común	9	126	0.071	Sin estatus	0.18850409
SAR	AVES	TYRANNIDAE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	2	126	0.016	Sin estatus	0.06576404
SAR Y ZP	AVES	TYRANNIDAE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3	126	0.024	Sin estatus	0.08899213
SAR Y ZP	AVES	TYRANNIDAE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	6	126	0.048	Sin estatus	0.14497726
SAR Y ZP	AVES	ICTERIDAE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	16	126	0.127	Sin estatus	0.26205628
SAR	AVES	ICTERIDAE	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	126	0.024	Sin estatus	0.08899213
SAR	AVES	ICTERIDAE	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319
SAR Y ZP	AVES	ARDEIDAE	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	7	126	0.056	Sin estatus	0.16057621
SAR	AVES	ARDEIDAE	<i>Greta thula</i>	Garza dedos dorados	2	126	0.016	Sin estatus	0.06576404
SAR	AVES	ARDEIDAE	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319
SAR	AVES	ARDEIDAE	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319
SAR	AVES	ARDEIDAE	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	2	126	0.016	Sin estatus	0.06576404
SAR	AVES	CHARADRIIDAE	<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	8	126	0.063	Sin estatus	0.17503748
SAR Y ZP	AVES	CATHARTIDAE	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	5	126	0.040	Sin estatus	0.12804936
SAR Y ZP	AVES	THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	6	126	0.048	Sin estatus	0.14497726

LUGAR DE AVISTAMIENTO	GRUPO	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
SAR	AVES	THRESKIORNITHIDAE	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis ojos rojos	2	126	0.016	Sin estatus	0.06576404
SAR Y ZP	AVES	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	14	126	0.111	Sin estatus	0.24413606
SAR	AVES	RECURVIROSTRIDAE	<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	7	126	0.056	Sin estatus	0.16057621
SAR	AVES	FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	3	126	0.024	Sin estatus	0.08899213
SAR	AVES	CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319
SAR	AVES	COLUMBIDAE	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	3	126	0.024	Sin estatus	0.08899213
SAR	AVES	ALCEDINIDAE	<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	2	126	0.016	Sin estatus	0.06576404
SAR	AVES	HIRUNDINIDAE	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	4	126	0.032	Sin estatus	0.10952341
ZP	AVES	HIRUNDINIDAE	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	11	126	0.087	Sin estatus	0.21287502
SAR	AVES	PANDIONIDAE	<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	1	126	0.008	Sin estatus	0.03838319

Fuente: Biota 2021

Diversidad de las especies registradas



Fuente: Biota 2021

índices de riqueza, diversidad y equidad para las especies totales registradas

Índice de shannon	2.97442591
H'Max	3.29583687
índice de Margalef	5.3760307
Índice de Pielou	0.90247971

Fuente: Biota 2021

De acuerdo con nuestros resultados obtenidos, en general la fauna silvestre del proyecto de acuerdo con los índices calculados, nos indica que las aves son las más diversas en el área del proyecto presentando un total de 25 especies observadas y un total de 120 individuos registrados; mientras que los reptiles tuvieron una abundancia de 1 especie observada y un total de 1 ejemplar, por su parte la fauna acuática fue representada por una sola especie y 5 ejemplares y los mamíferos presentan una diversidad nula ya que no se obtuvieron registros.

En cuanto a los grupos de fauna se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto diversidad y abundancia se refiere

Tabla IV. 51 Abundancia relativa y diversidad para las aves

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
<i>Anser anser</i>	Ganso común	9	120	0.075	Sin estatus	0.19427004
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	2	120	0.017	Sin estatus	0.06823908
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	3	120	0.025	Sin estatus	0.09222199
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	6	120	0.050	Sin estatus	0.14978661
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	16	120	0.133	Sin estatus	0.26865374
<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	3	120	0.025	Sin estatus	0.09222199
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso negro menor	1	120	0.008	Sin estatus	0.03989576
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	7	120	0.058	Sin estatus	0.16575893
<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	2	120	0.017	Sin estatus	0.06823908
<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza Nocturna Corona Negra	1	120	0.008	Sin estatus	0.03989576
<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	1	120	0.008	Sin estatus	0.03989576
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	2	120	0.017	Sin estatus	0.06823908
<i>Charadrius wilsonia</i>	Chorlo pico grueso	8	120	0.067	Sin estatus	0.18053668
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	5	120	0.042	Sin estatus	0.13241891
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	6	120	0.050	Sin estatus	0.14978661
<i>Plegadis chihi</i>	Ibis ojos rojos	2	120	0.017	Sin estatus	0.06823908
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	14	120	0.117	Sin estatus	0.25065068
<i>Himantopus mexicanus</i>	Monjita Americana	7	120	0.058	Sin estatus	0.16575893
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Tijereta	3	120	0.025	Sin estatus	0.09222199
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	1	120	0.008	Sin estatus	0.03989576
<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de collar turca	3	120	0.025	Sin estatus	0.09222199
<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	2	120	0.017	Sin estatus	0.06823908
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	4	120	0.033	Sin estatus	0.11337325

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	11	120	0.092	Sin estatus	0.21904634
<i>Pandion haliaetus</i>	Aguila pescadora	1	120	0.008	Sin estatus	0.03989576

Fuente: Biota 2021

Es importante mencionar que los cálculos para los grupos de reptiles y peces no se presentaron debido a que al registrarse solo una especie e individuo la diversidad es de 0.

Tabla IV. 52 Índices de riqueza, diversidad y equidad para las aves

Índice de shannon	2.89960286
H'Max	3.21887582
índice de Margalef	5.01306348
Índice de Pielou	0.90081228

Fuente: Biota 2021

Las especies de aves presentan un índice de Shannon de 2.89 un índice de Margalef de 5.01 y un índice de Pielou de 0.90, lo que se puede traducir como una diversidad media, una comunidad faunística equitativa en cuanto las especies presentes y con una riqueza alta.

A manera de análisis a continuación se presenta un análisis comparativo de los índices aplicados para el área del SA y del proyecto, esto ya que, si bien para algunos grupos de fauna la riqueza es alta, es importante conocer los índices por separado para determinar las condiciones faunísticas en cuanto a diversidad y riqueza se refiere.

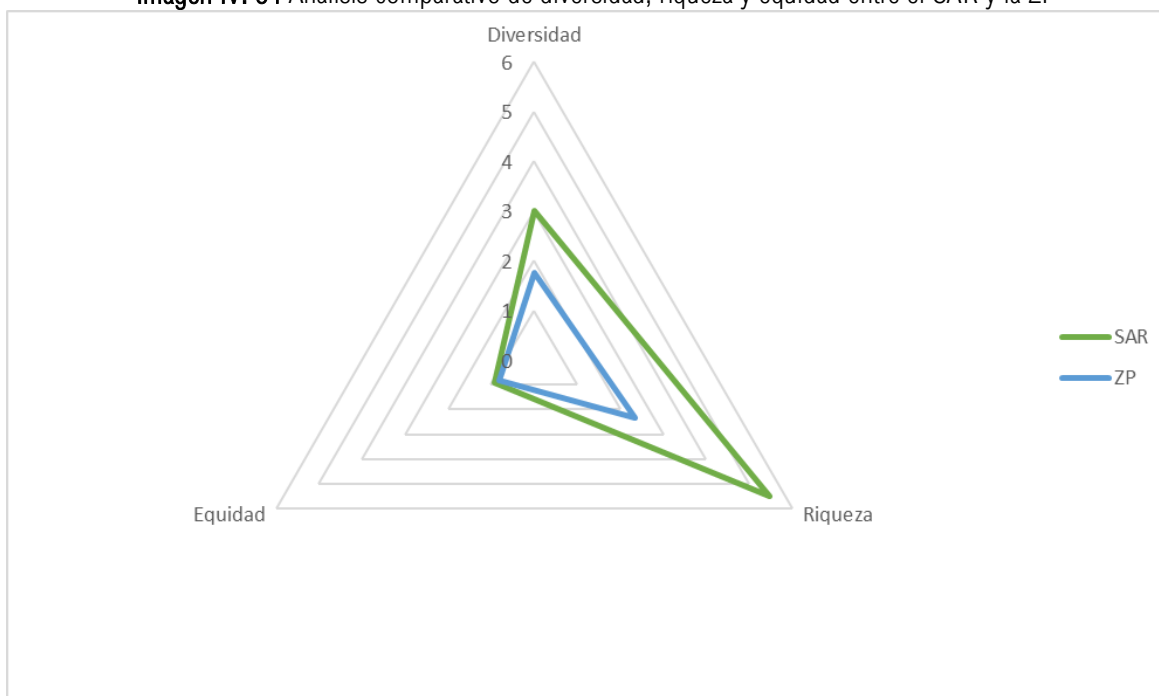
Tabla IV. 53 Índices de riqueza, diversidad y equidad para el SAR y ZP

Índice	Indicador	SAR	ZP
Índice de Shannon	Diversidad	2.995752065	1.75905552
Índice de Margalef	Riqueza	5.47723332	2.35211283
Índice de Pielou	Equidad	0.919479221	0.80058067

Fuente: Biota 2021

Con base en los índices obtenidos podemos concluir que si bien el SA del proyecto se considera un sitio con alta riqueza, diversidad media y muy equitativo esto se puede asociar a su extensión y a la presencia de numerosas fuentes de agua lo que lo hace un sitio idóneo para la migración de poblaciones faunísticas aun y cuando su estado de conservación no es el óptimo y existe un alto grado de presión antrópica. Por otro lado, podemos observar que el sitio del proyecto al tener una extensión mucho menor y mantener una presencia humana constante debido a la existencia de asentamientos humanos, infraestructura turística y la estructura del puente actual, presenta una diversidad y riqueza baja y es menos equitativo en comparación con el sistema ambiental.

Imagen IV. 54 Análisis comparativo de diversidad, riqueza y equidad entre el SAR y la ZP



Como se observa en la gráfica anterior las condiciones en cuanto a distribución y presencia de fauna son ampliamente mejores en el SA del proyecto, por lo anterior, se considera que, con la aplicación de diversas medidas de prevención y protección para la fauna, el proyecto podrá impactar de una manera ínfima a las poblaciones de fauna que en el habitan.

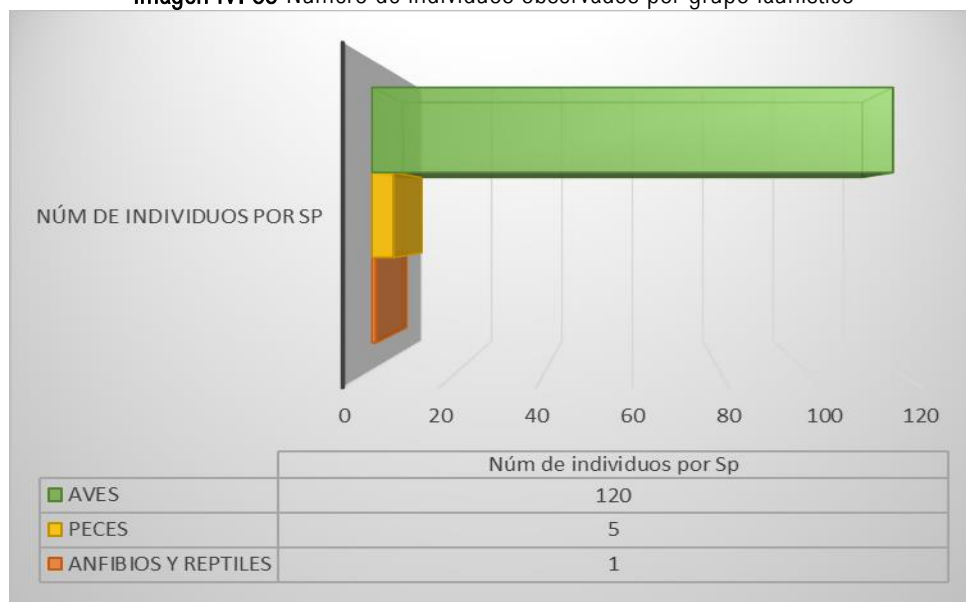
Análisis de fauna considerando las especies que se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Con base en los muestreos realizados en campo se tiene que no se obtuvieron registros de especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo, al tratarse de una zona con presencia de manglar y con presencia de sistemas lagunares y la dinámica ecosistémica que esto implica, se debe considerar que existe una amplia probabilidad de que dentro del SA existan especies listadas en la NOM 059, esto con base en la investigación bibliográfica y en los datos de distribución potencial de diversas especies que presenta la CONABIO, por lo que se deberán ejecutar mediadas de prevención para la ejecución del proyecto, asimismo en caso que durante los recorridos de campo previos al inicio del proyecto se detecten especies faunísticas en la NOM 059, se deberán reportar e incluir dentro de los programas ambientales y medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

Grupo faunístico indicador de la situación medioambiental

Con base en las observaciones registradas en campo se realizó el conteo de individuos observados y se clasificaron de acuerdo con el grupo de fauna al que pertenecen, los resultados se muestran a continuación.

Imagen IV. 55 Número de individuos observados por grupo faunístico



Fuente: Biota 2021

Las aves son un grupo modelo para estudios biológicos en general, se utilizan como indicadoras de la conservación de especies silvestres y para identificar regiones perturbadas o que necesitan protección, ya que son buenas indicadoras del potencial de la biodiversidad de una región porque son fáciles de observar y monitorear. Por lo que para este proyecto de sustitución son nuestro grupo indicador del estado de conservación del ecosistema no sólo del área donde se construirá el puente sino de sus alrededores también.

Esta descripción es solamente representativa de las aves observadas durante los recorridos de campo para realizar el inventario de flora, sin un seguimiento por estaciones, las especies observadas son las residentes comunes de nuestro estado.

Para efectuar la identificación de las aves se basó en la experiencia misma del consultor pues en este caso así se pudo efectuar, en caso contrario se cuenta con apoyo de guías de identificación de aves.

Debido a que se utilizará la ruta del puente existente para el proyecto, ya no existe vegetación ni fauna silvestre susceptible de afectación en el trazo, toda vez que en su momento las especies se desplazaron a zonas con cobertura vegetal a la relacionada con las especies, de tal forma que no existirá afectación a la fauna silvestre regional por el desarrollo del proyecto.

La generación de ruido que producirán tanto la maquinaria pesada y los camiones de volteo durante su operación, representa afectaciones mínimas sobre la fauna silvestre de la zona, al perturbar su hábitat, debido a que solo será un viaje diario y será un proceso muy rápido de llenado y traslado del material pétreo.

Otro factor que puede ser negativo es la constante presencia de las personas que serán empleadas como mano de obra en el proyecto, que puede ahuyentar a los animales silvestres.

Análisis integral de los distintos grupos de fauna.

Las especies que se localicen en el área del proyecto se desplazarán hacia sitios que presentan mejores coberturas de vegetación y menor presión humana. Estos desplazamientos que se dan a gran escala de los animales desempeñan funciones tanto para el individuo como para la especie. Los individuos pueden asegurar o conseguir alimentos más favorables, facilidades para la crianza, cambios de clima o, simplemente, más sitios en donde vivir. Una especie puede beneficiarse si los desplazamientos conducen al establecimiento de nuevos hábitats en donde la especie pueda persistir en el caso de que el hábitat anteriormente ocupado sea destruido. Los desplazamientos pueden también ayudar a la especie incrementando el volumen de variabilidad genética sobre el cual la selección natural puede operar. Tres tipos básicos de desplazamientos entre los vertebrados son: la dispersión de los jóvenes, la emigración masiva y la migración.

Requerimientos de hábitat de la Fauna Silvestre

El hábitat de un animal silvestre provee de ciertos elementos esenciales: refugio, alimento, agua, sitios de reproducción (nidos, madrigueras, cuevas) y una zona claramente bien definida, llamada territorio, en la cual un animal tiene dominio físico contra invasores (Álvarez y Lachica, 1991). Si este hábitat se ve impactado de alguna forma, los animales buscan lugares más seguros para proveer estos elementos.

La cubierta vegetal puede servir para proteger un animal de condiciones climáticas adversas. Por ejemplo, los árboles que alivian a los nidos de calores del medio día; estos al ser removidos, hacen que las especies que los habitan, como las aves, estas buscan nuevos árboles para hacer sus nidos, descanso, sombra y percha. La cubierta puede amparar también a los animales silvestres de sus depredadores. Respecto al recurso del agua, los animales pueden sobrevivir durante semanas si alimento, pero solo unos cuantos días sin agua. Por ejemplo, las golondrinas y especies de la Familia Columbidae pueden volar más de 50km, del sitio donde anidad a las fuentes de agua (Morales-Pérez y Navarro-Sigüenza, 1991).

Alimento. A base de sus hábitos alimenticios, los animales vertebrados pueden clasificarse como herbívoros, pero esta, está sujeta a las modificaciones basadas en perturbaciones al lugar. El acceso de un animal al alimento adecuado puede estar influido por muchos factores, incluyendo la densidad de población, incluyendo la densidad de población, el clima, la destrucción del hábitat (por fuego, apertura de caminos, inundaciones, fragmentación del hábitat, o insectos). A causa de que los mamíferos (y presumiblemente las aves) pueden emplear el 90% del tiempo de actividad buscando alimento, la importancia de la disponibilidad de alimento es básica; y si en estas franjas son removidas, estas especies afectadas tienden a migrar y buscar mejores condiciones de hábitat.

Para el caso de las aves, Feria – Arroyo y Peterson (2002), resume las varias funciones para las cuales pueden servir el territorio de estas especies, provisión de alimento apropiado; medio para mantener la unidad y el establecimiento de una pareja; regulación de la densidad de población (los territorios, son en promedio, más pequeños en donde el alimento es abundante); reproducción de la interferencia con actividades de crianza (copulación, construcción del nido, incubación); reducción de las pérdidas por depredación resultantes de familiarizarse con los sitios de refugio, así como de la dispersión de la población); y reducción de la transmisión de enfermedades infecciosas.

Incremento de hábitats. Cuando un ecosistema es fragmentado por causas antrópicas, esto repercute al hábitat de muchas especies. El hábitat fragmentado tiene dos características que lo hacen diferente del hábitat original; los

fragmentos tienen una mayor proporción de hábitat adyacente a actividades humanas y el centro del fragmento está más cerca del borde (Andrén, 1994; Fahrig, 2003).

La reducción, fragmentación y deterioro del hábitat terminan por producir una atomización de las distribuciones originales en subpoblaciones cada vez más pequeñas y aisladas, sometidas a problemas crecientes de viabilidad genética y demográfica. El hábitat de borde está sujeto a perturbaciones de origen antrópico, tales como extracción de leña, ingreso de animales domésticos (perros, gatos, ratones), lo que significa menor calidad de hábitat. (Frankham, 1995; Hedrick, 2001).

Los fragmentos se encuentran aislados unos de otros por zonas altamente modificadas o degradadas; son el equivalente a una isla de hábitat en un mar de áreas antrópicamente modificadas. La fragmentación ocurre tanto cuando un área es parcialmente reducida en superficie, como cuando el hábitat original se divide por caminos, canales, vías férreas, líneas de transmisión, gasoductos, cercos, cortafuegos o cualquier otra barrera al libre desplazamiento de las especies.

La fragmentación también restringe la dispersión de especies de lento desplazamiento y su colonización; por ejemplo, algunas especies de reptiles no cruzan los trechos desforestados, por lo tanto, los fragmentos en los que la especie desapareció no serán recolonizados. A medida que algunas especies desaparecen de los fragmentos debido a procesos poblacionales o por algunas de las causas señaladas en el modelo del vórtice de extinciones, éstas no son repuestas y la tendencia es a una disminución de la diversidad en el tiempo.

Desplazamiento de los animales

Los desplazamientos en gran escala de los animales desempeñan funciones tanto para el individuo como para la especie. Los individuos pueden asegurar o conseguir alimentos más favorables, facilidades para la crianza, cambios de clima o, simplemente, más sitios en donde vivir. Una especie puede beneficiarse si los desplazamientos conducen al establecimiento de nuevos hábitats en donde la especie pueda persistir en el caso de que el hábitat anteriormente ocupado sea destruido. Los desplazamientos pueden también ayudar a la especie incrementando el volumen de variabilidad genética sobre el cual la selección natural puede operar (Fa y Morales, 1998). Tres tipos básicos de desplazamientos entre los vertebrados son: la dispersión de los jóvenes, la emigración masiva y la migración.

Los abastecimientos alimenticios, como los insectos, los frutos y las semillas son más fácilmente asequibles que altitudes altas. En primavera, sin embargo, el alargamiento del fotoperíodo desencadena un mecanismo neuroendocrino que hace que algunas aves emigren hacia sitios con mayor condición (flores y semilla). Presumiblemente los hábitats tienen una capacidad de sostenimiento para los migrantes y sus crías (Flores y Gerez, 1994).

Medidas de mitigación de la fauna silvestre

Se deben establecer acciones de control y monitoreo de la fauna existente en la zona del proyecto, que aporten información técnica cualitativa y cuantitativa necesaria sobre los recursos bióticos y abióticos existentes en el área, a fin de agilizar y eficientar las acciones de manejo que se implementen. Es de capital importancia, establecer una base de datos que se actualice constantemente con base en los programas de monitoreo, a fin de proporcionar información pertinente sobre las condiciones reinantes en el área, así como los resultados sobre la pertinencia de los proyectos aplicados y la evolución histórica de los procesos regenerativos.

Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de prevención y compensación para fauna en este proyecto.

- El despalme deberá llevarse a cabo en forma paulatina y direccional, en forma tal que se despalme hacia las áreas que permanecen cubiertas de vegetación. La intención de fomentar el desplazamiento natural y por sí solo de la fauna silvestre.
- Se recomienda que el despalme se limite a las áreas estrictamente necesarias y se avance desde las áreas perturbadas hacia el tipo de vegetación para permitir la emigración de la fauna.
- Permitir y facilitar el escape y libre tránsito de la fauna silvestre que pudiera presentarse en el área, durante el desarrollo de las actividades de preparación del terreno.
- Se deberán realizar acciones de capacitación y educación ambiental, dirigidos al total del personal participante en las obras, para evitar la caza o la captura de animales o simplemente los molesten.
- En los sitios de obra se instalarán señalamientos alusivos al comportamiento que deberá tener el personal respecto a la conservación se mencionó se llevarán a cabo monitoreos en sitios dentro del proyecto y el SA, esto con el fin de garantizar la presencia o ausencia de especies en riesgo en el área del proyecto.
- Las especies de fauna que se localicen en el área del trazo y que por sus características de movilidad lo permitan, serán ahuyentadas hacia áreas de igual o mejor conservadas fuera de la zona de afectación del proyecto. Esto se realizará mediante las técnicas de persecución y producción de ruido. Se establecerán acciones de ahuyentamiento de fauna previo al inicio de la obra. Para ello se hará uso de sirenas que propicien el desplazamiento básicamente de mamíferos y aves.
- Previo a la aplicación de las técnicas de rescate de fauna, se localizarán y marcarán las zonas de concentración de ejemplares de especies de lento desplazamiento, de hábitos subterráneos y con categoría de riesgo.
- Para evaluar la efectividad de migración de los organismos ahuyentados en el proyecto, se procederá a aplicar los mismos métodos empleados para la evaluación de la distribución y abundancia de fauna silvestre, en sitios aledaños a las zonas de construcción. La información generada durante la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, para este proyecto deberá ser corroborada y en su caso complementada durante las actividades de prospección del programa de acciones del presente protocolo. Es probable que la riqueza y abundancia de las especies sea menor en el área de construcción del puente antes del inicio y durante la construcción de la obra.
- Se realizará un recorrido general para ubicar nidos ocupados (huevos y/o polluelos) y se señalará el sitio (base del árbol o arbusto en el caso de nidos elevados) con cinta flag o pintura de aerosol de fácil reconocimiento (color fosforescente).
- Se revisarán los nidos ubicados para saber si están activos (con huevos o polluelos); en caso de encontrarse se puede derribar la especie y reubicar el nido sin afectar los individuos.

El total de las medidas propuestas, así como la especificación de cada una de las técnicas por emplear se describe en el capítulo VI de la presente MIA y se presentará en los programas ambientales asociados al proyecto.

Se estima que los impactos sobre la fauna serán reducidos de forma significativa mediante la implementación de este tipo de medidas de mitigación específicas y genéricas, razón por la cual no se plantean medidas de prevención para la fauna cuestionada en este proyecto.

Refuerzo de la señalización de advertencia

Se trata de una medida destinada a alertar a los usuarios de las vías de la alta probabilidad de cruce de fauna silvestre por la carretera, y conseguir que reduzcan su velocidad de circulación.

La señal vertical normalizada que advierte de la probable irrupción de fauna silvestre en la carretera es poco efectiva debido a su profusa utilización en muchísimos tramos de carreteras. Por ello se aplican paneles especiales para reforzar el mensaje de advertencia. Cabe destacar que todas las señales deberán ajustarse a la normativa de señalización y, cuando se utilicen elementos singulares, se requerirá la autorización previa de los organismos competentes.

- Añadir señalización de limitación de velocidad.
- Colocar la señal de advertencia sobre paneles de fondos de color llamativo.
- Incorporar señales luminosas, preferentemente destellantes.
- Aplicar señalización horizontal, indicando en el pavimento la entrada en un tramo con alto riesgo de cruce de fauna silvestre.

Conclusiones

La presencia de cualquier especie faunística le confiere una gran importancia biológica al proyecto, pero a su vez una gran responsabilidad de proteger y preservar estas especies en su medio natural. Es necesario mencionar que esta responsabilidad no sólo debe recaer en los especialistas del proyecto, si no en todas las brigadas que estén consideradas en el proyecto ya que debe de ser compartida para un buen manejo de la fauna y así fomentar la conservación de los recursos naturales que se localizan en este proyecto.

Por otra parte, se hace énfasis en que la ejecución de medidas de prevención, mitigación y compensación es de vital importancia para garantizar que la dinámica ecosistémica del sitio no se vea afectada y que se puedan mantener y de ser posible recuperar servicios ecosistémicos que el recurso fauna aporta en el sitio del proyecto, lo anterior dada la alta degradación que presentan las comunidades vegetales y el recurso agua que son dos de los factores más importantes que influyen en la presencia y sobrevivencia de especies faunísticas.

IV.2.1.2.3 Composición de Poblaciones y Comunidades.

Una población se compone de organismos (individuos) de una misma especie que se cruzan entre sí y habitan en un área geográfica particular en un tiempo determinado; por su parte la comunidad es un grupo de poblaciones de distintas especies que coexisten en espacio y tiempo e interactúan directa o indirectamente unos con otros y dependiendo del tipo ecosistema es que coexiste un grupo característico de animales. El conocimiento de la Interacción entre los individuos de una población y el ambiente determinan las propiedades emergentes de cada comunidad que a su vez determinan su dinámica y estabilidad en el ecosistema.

Para conocer composición de una comunidad existen medidas, atributos importantes como la riqueza y la diversidad de especies que describen la composición de una comunidad, es por ello por lo que se hace referencia a continuación.

En lo que concierne a la Flora natural dentro del proyecto esta es nula, ya que el Uso de suelo y vegetación donde se encuentra el mismo es denominado Urbano Construido, los ecosistemas naturales dentro del SAR son Manglar y la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, estos cabe señalar no serán modificados por la inclusión del proyecto, en donde, se realizaron 14 sitios de muestreo, obteniendo en el índice de Simpson (el cual indica la probabilidad de encontrar dos individuos de especies diferentes en dos extracciones sucesivas al azar sin reposición) este fue de 0. 0.75, cabe señalar que este índice les da un peso mayor a las especies abundantes subestimando las especies raras, tomando valores entre '0' (baja diversidad) hasta un máximo de 1 indicativo de una alta diversidad. Mientras el Índice de diversidad de Shannon fue de 1.9, el cual asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo

número de individuos, y tomando en cuenta la interpretación de este índice con base a lo sugerido por Magurran (1989), se establece que la Diversidad en el SAR del proyecto es Media, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) media de 0.51 en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad. Los resultados anteriores sugieren, que la vegetación en el área del presente estudio puede encontrarse en etapa de sucesión ecológica (Arborea).

Al respecto la Fauna, los resultados obtenidos para el análisis del SAR, presenta una diversidad media, con un índice de Margalef de 5.01 y un índice de Pielou de 0.90, contando un total de 27 especies, 1 de anfibio, 1 de pez y 25 de aves, que nos indica equilibrio medio entre el ecosistema y las especies, ya sea porque son especies que utilizan esta área como paso migratorio y algunas son residentes que se integran muy bien a este hábitat. Como ya se mencionó, debido a que la zona este paralelo a una vialidad, no existirá afectación a la fauna silvestre observada en la zona por el desarrollo del proyecto.

IV.2.1.2.4 Biodiversidad.

La biodiversidad suministra numerosos servicios que directa o indirectamente son de valor para el hombre. El más notable es el uso de diversas especies como fuente de productos naturales. Mientras la diversidad biológica enriquece la vida de la gente; en el mundo de la industria ella suministra el medio de sobrevivir de los países no desarrollados. Las plantas y los animales se usan por los individuos para comer, vestirse y, construir casas. La preservación de la biodiversidad permite la productividad agrícola y el ecoturismo, al igual que ella suministra los principios para muchas medicinas.

Los estudios tradicionales de biodiversidad se basan en análisis cuantitativos de la estructuración de las entidades que forman parte de un paisaje, y se obtienen como resultados valores con los que se puede inferir la biodiversidad proporcional de una zona (Noss, 1990).

En este sentido, es probable que conforme avancen los estudios en la entidad las cifras puedan variar, sobre todo al observar que los grupos de organismos en los cuales el estado no se ubica en los primeros sitios, coinciden con los menos estudiados y en los cuales aún hoy día no se cuenta con especialistas trabajando sistemáticamente en esta zona del proyecto.

La biodiversidad proporciona una variedad de bienes y servicios de los cuales depende directa o indirectamente el bienestar humano. Los servicios que los ecosistemas proveen a las sociedades pueden ser de provisión, regulación, soporte y culturales.

Las especies más diversas son aquellas que han soportado la interacción de sistemas abióticos extremos y se han adaptado a este ecosistema. De acuerdo con los resultados de vegetación, Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Laguncularia racemosa* con 57.34, *Conocarpus erectus* con 39.42 y *Avicennia germinans* con 28.12 estas especies son Manglares que constituyen un tipo de vegetación dominante de las costas en la banda tropical y subtropical, que representan un enorme valor científico, económico y cultural para México.

En cuestión de la fauna silvestre, en general, las aves son un grupo modelo para estudios biológicos en general, se utilizan como indicadoras de la conservación de especies silvestres y para identificar regiones perturbadas o que necesitan protección, ya que son buenas indicadoras del potencial de la biodiversidad de una región porque son fáciles de observar y monitorear. Por lo que para este proyecto de sustitución son nuestro grupo indicador del estado de conservación del ecosistema no sólo del área donde se construirá el puente sino de sus alrededores también.

Esta descripción es solamente representativa de las aves observadas durante los recorridos de campo para realizar el inventario de flora, sin un seguimiento por estaciones, las especies observadas son las residentes comunes de nuestro estado en total fueron 25 especies observadas y un total de 120 individuos registrados. Los especialistas en fauna deben procurar reubicar a la especie en zonas más seguras y conservadas con las condiciones en las que fue encontrada para que la especie sobreviva.

Al igual que en muchas partes del mundo, en México existe una fuerte presión sobre la biodiversidad en sus tres niveles. Dentro de las amenazas, en el ecosistema se identifica el cambio climático global, la erosión, la fragmentación del hábitat, la contaminación, la disminución de la riqueza y abundancia de especies y los efectos acumulativos de todas éstas. En las especies se identifica como amenaza la introducción, la erradicación y el comercio ilegal e irracional de las mismas. Con relación a la diversidad genética, las amenazas que afectan son, entre otras, la introducción de especies exóticas, la pérdida de germoplasma (variabilidad), las especies modificadas (variedades mejoradas), la biotecnología (clonación) y la bioseguridad (riesgo de liberar organismos modificados genéticamente al medio ambiente) (CONABIO, 1998).

IV.2.1.2.5 Ecosistemas.

Se denomina Ecosistema a la unidad básica de interacción organismo-ambiente que resulta de las complejas relaciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de un área dada.

Además, la biodiversidad, específicamente los ecosistemas, otorgan servicios (ecosistémicos o ambientales) a la sociedad que pueden ser:

- 1) de provisión, a través de todas las materias primas como fibras, madera, agua y alimentos;
- 2) de regulación, como la regulación del clima, de enfermedades y control de la erosión;
- 3) de soporte, como la formación de suelos y reciclado de nutrientes, y
- 4) culturales, como fuente de inspiración artística o espiritual, sitios recreativos, entre otras (CONABIO, 2006).

El conocimiento sobre la diversidad local y regional es esencial para el manejo de los recursos biológicos, incluyendo la promoción de la conservación de especies (Bojórquez-Tapia *et al.*, 1994). Por esta razón, los listados de especies o inventarios biológicos son esenciales para entender la diversidad de organismos de una región, su historia, función, manejo y conservación.

Las actividades productivas dependen de la buena salud de los ecosistemas, por lo cual resulta conveniente fomentar su conservación y adecuado manejo, por ejemplo, programas de conservación del mangle donde la gente se involucre y ayude a su conservación, con la finalidad de mejorar el nivel de vida de sus familias y el uso sustentable de los recursos naturales, o las propuestas para una peca sustentable, importante para el desarrollo de la comunidad.

Las modificaciones generales a los ciclos de los nutrientes son factores difíciles de evaluar dentro de los alcances y tiempos de ejecución de la presente manifestación de impacto ambiental.

Para el SAR del proyecto, así como el sitio donde se pretende la realización de esta propuesta existe Manglar y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, el primero de ellos son formaciones vegetales que presentan su más alto grado de expresión en la zona costera, alcanzando su máximo desarrollo estructural y donde pueden encontrarse árboles hasta de 40 a 50 m de altura y más de 1 m de diámetro (Yáñez y Lara, 1999). Por otra parte, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], Instituto Nacional Electoral [INE], Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], Comisión Nacional del Agua CONAGUA e Instituto Nacional de

Geografía e Informática [INEGI] (2006) mencionan que los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos (CONABIO, 2009, 2014 y 2016). Valderrama et al. (2017) consideran a los manglares un ecosistema costero altamente dinámico espacial, temporal y biológicamente. Por otra parte, Rodríguez, Chang y Goti (2012), afirman que el ecosistema de manglar es importante por la producción de materia orgánica que se da a través de la cantidad de hojarascas que producen los manglares y es determinada por las hojas, flores frutos y estípulas, que caen al suelo y que representa uno de los más importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario, funcionando como almacenes de carbono.

Por su parte la Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia, se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1 500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*.

Vegetación Secundaria

La sucesión secundaria en las selvas tropicales húmedas es un proceso continuo, en la etapa inicial los factores más relevantes son los que rigen el proceso de colonización, hasta llegar a estadios más avanzados en los que la habilidad competitiva de las especies y su tolerancia a las condiciones son las que tienden a regular los patrones de reemplazo de especies, las relaciones de dominancia y los tipos de asociaciones en un sitio (Guariguatay Ostertag, 2001; Wiegleb y Felinks, 2001). Durante los distintos estadios de la sucesión el número de especies dominantes del dosel cambia, en las selvas jóvenes es dominado por pocas especies, pero la relación se va equilibrando (codominancia) a medida que alcanzan la madurez. La vegetación secundaria se define como aquel estado sucesional de la vegetación en el que hay indicios de que ha sido eliminada o perturbada a un grado que ha sido modificada sustancialmente (INEGI, 2009). Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, de los siguientes tipos: Arbórea, Arbustiva y Herbácea.

El proceso de regeneración natural determina qué árboles serán reemplazados Aprovechar de manera inteligente, estratégica, con gran sentido social y buscando el mejoramiento y la conservación de los ecosistemas forestales, debe ser el propósito de instrumentar una política pública que mejore las condiciones de los habitantes del Estado, incrementando el empleo, generando riqueza, mejorando los servicios, garantizando seguridad y suministros relevantes a los grandes centros de desarrollo turístico y habitacional.

IV.2.1.2.6 Ecosistemas Ambientales Sensibles.

Los ecosistemas se caracterizan por ser dinámicos y siempre cambiantes conservadoramente, al interactuar con factores antrópicos como la actividad agrícola y ganadera, la alteración del suelo con contaminantes y, la explotación de los recursos no renovables entre otros, ocasionan dinámicas no naturales en el comportamiento de los diferentes hábitats. Los resultados de estos ejercicios redundan en problemas ecológicos que en muchas ocasiones interrumpen fases de ciclos de vida, empobrecimiento del recurso alimentario y fragmentación o reducción del

hábitat, acciones que orillan a los animales a migrar en el mejor de los casos o a la extinción irremediablemente. Dentro del SAR del proyecto existe Manglar y Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia los cuales son ecosistemas sensibles, a la erosión, a la pérdida masiva de árboles de la región son provocados principalmente por actividades antrópicas. Eliminar un Bosque de Manglar o una selva entera puede tener efectos significativos en los patrones climáticos globales y alterar el ecosistema, por lo que debido a la inclusión del proyecto no se afectara a ningún tipo de vegetación.

IV.2.1.3 Medio Socioeconómico.

DEMOGRAFÍA.

El municipio de Acapulco de Juárez cuenta con una población de 810,669 habitantes que representa el 23% de la población estatal; 424,857 son mujeres (52.41%) y 385,812 hombres (47.59%); en su distribución porcentual se aproxima a la media estatal de 51.91% para mujeres y 48.09% en la población masculina.

La relación hombre mujeres es de 92 hombres por cada 100 mujeres. La densidad poblacional es de 430 hab./Km².

En el municipio se tiene un total de 234 localidades registradas por el INEGI, de las cuales 226 tienen menos de 2,500 habitantes, 8 tienen más de 2,500 habitantes. Lo población total en localidades de menos de 2,500 habitantes es de 85,533 que representa el 10.8%; y la población en las localidades con más de 2,500 habitantes es de 704,438 que representa el 89.2%. La densidad poblacional es de 458 hab. /Km².

De acuerdo con la distribución de la población por grandes grupos de edad, para el año 2015, el grueso de la población se concentra en la población menor de 40 años con un 66%, nuestro municipio sigue presentando un perfil joven. La distribución de la población en grandes grupos de edades es la siguiente:

- 0 a 4 años representa en el Estado el 10.1% y en el Municipio el 8.4%;
- 5 a 19 años este grupo de edad en el Estado representa el 31% y en el Municipio el 27%;
- 20 a 39 años representa el 29% de la población total y en el Municipio representa el 30%;
- 40 a 64 años en el Estado representa el 22% y en el Municipio el 26%;
- 65 y más años, en el Estado representa el 7.8% y en el Municipio el 7.5%.

FINANZAS Y HACIENDA PÚBLICA.

Un parámetro en el país, que nos indica la capacidad de las ciudades urbanas para atraer, y retener inversiones y talento es el índice de competitividad urbana; desde el 2008 a la fecha Acapulco ha calificado en un rango de baja competitividad ocupando el último lugar (78) en el 2014 por la poca inversión en servicios públicos y la falta de reglamentación en la inversión inmobiliaria.

En la encuesta urbana realizada en diciembre pasado, la ciudadanía le dio una calificación de 6.8 a la facilidad de realizar trámites en el Ayuntamiento.

Por otro lado la nómina sigue siendo excesiva, al primer semestre del 2015 se tenía 8.47 empleados por cada mil habitantes, cantidad más alta que las ciudades de Puebla y Chihuahua que tienen 3.13 y 4.61 respectivamente y cuya población es mayor que la de Acapulco.11

También se tiene rezagos en el pago de las contribuciones municipales; en el 2do. Semestre del 2014 el Ayuntamiento tuvo una eficacia del 47.93% en el monto de recaudación, esto se debe a la falta de confianza de la ciudadanía hacia el gobierno municipal. En cuanto a la autonomía financiera se obtuvo el 37.18%, ocho puntos

menores al rango establecido que es de 45 a 53% de los 57 municipios participantes en el Sistema de indicadores para el desempeño (SINDES-ICMA).

En resumen, las finanzas municipales no son sólidas para enfrentar el gran reto de dotación de servicios, obra pública, desarrollo social y económico; por ello las propuestas a disminuir esta situación se perfilan hacia una consolidación en la simplificación administrativa en la recaudación, incrementar la confianza tributaria de la ciudadanía, de un programa de reingeniería humana para tener una plantilla de trabajadores capacitados, cumplir con el manejo transparente del programa de egresos basado en un calendario anual de ingresos-egreso y gestión de recursos a instancias no gubernamentales nacional e internacional.

VIALIDADES.

Actualmente el municipio de Acapulco cuenta con 2,684.88 kilómetros de vialidades, de estos 263.16 kilómetros son vialidades principales, 1,458.32 kilómetros vialidades secundarias y 963.39 kilómetros vialidades terciarias, además se tiene un parque vehicular de 299,57815 automotores.

El incremento de vehículos particulares y el descontrol de entrega en concesiones de transporte público, la falta de aplicación del Reglamento de Tránsito Municipal, poca cultura vial de la ciudadanía aunado a la falta de planeación en el diseño de las calles provocan congestionamientos viales constantes que se agravan en temporadas vacacionales dando como resultado costos por desplazamiento y mayor nivel de contaminación en el aire.

Es necesaria la implementación de medidas administrativas, diseño de circuitos viales alternativos y nuevas formas de transporte público que sean amigables con el medio ambiente. Además se requiere de un inventario de vialidades para conocer cobertura, déficit y estado físico y poder realizar una planeación y presupuestación de mantenimiento oportunos para las vialidades del municipio.

SALUD.

En 2012, el municipio contaba con 114 unidades médicas de consulta externa, seis de hospitalización general y una de hospitalización especializada. En este mismo año en el municipio había 2.1 médicos por cada mil habitantes, proporción mayor a la media estatal, de 1.5 y debajo del mínimo señalado por la Organización Mundial de la Salud para cumplir con los Compromisos del Milenio de 2.3 médicos y técnicos de salud por cada mil habitantes.

Con base a la Encuesta Intercensal 2015, la población que no está afiliada a algún servicio de salud institucional en el municipio es de 151,271 personas que representa el 18.66% del total de la población.

La población que es atendida por el IMSS es del 37.83%, por el ISSSTE el 10.41%, por el Seguro Popular de 49.21%, por PEMEX, Defensa o Marina el 1.62% y del 3% por otras instituciones.

Actualmente el municipio atiende a 25 módulos de salud; 14 urbanos y 11 rurales, cabe hacer mención que se requiere llevar a cabo el proceso de acreditación. Además, se cuenta con 2 Clínicas Médico Quirúrgicas ubicadas en la Col. Hogar Moderno con 13 camas censables y la clínica del pob. Xaltianguis, asimismo se cuenta con 2 ambulancias de traslado.

En cuanto al personal médico se tiene en servicio a 47 médicos municipales y 41 médicos del Seguro Popular, 62 enfermeras municipales y 16 enfermeras del Seguro Popular. El número de personas afiliadas en el Seguro Popular al 2015 es de 353,749 personas.

Las principales causas de fallecimiento registradas en la dependencia de salud municipal son: 1. Cardiopatías, 2. Diabetes Mellitus y sus complicaciones, 3. Cáncer, 4. Homicidios violentos, 5. Enfermedad vascular cerebral, 6. Neumonía y sida.

De acuerdo con la Consulta Ciudadana realizada en diciembre del 2015, el 26.3% de la población encuestada asegura que no hay un centro de salud en su colonia, las principales problemáticas son la falta de medicamentos, personal y equipo médico.

EDUCACIÓN.

Con base al Informe del Censo de Escuelas, maestros y alumnos de educación básica y especial realizado por la SEP e INEGI en el 2013, en el municipio se contaba con un total de 1,231 escuelas de educación básica; el 80% son públicas y el 20% privadas, con un total de 165,965 alumnos, 10,240 maestros y 16,328 personal administrativo.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años y más es de 9.2 para los hombres y 8.7 para las mujeres.

La condición de rezago educativo afecta a gran parte de la población, en el 2010 el 39% de la población de 15 años y más no terminaron sus estudios básicos, lo que significa que más de 200 mil ciudadanos presenten esta carencia social.

En el Estado la tasa de deserción en el ciclo escolar 2012-2013 fue para primaria del 1.4%, secundaria del 5.4% y en el nivel medio superior de 15.8%, estos datos son una referencia para tomarse en cuenta sobre la situación en nuestro municipio, datos del año 2010 del Sistema Nacional de Información de la Secretaría de Educación Pública nos indicaban que de un total de 72,591 alumnos inscritos de secundaria y bachillerato en promedio egresó el 21%, de este porcentaje el 50% fueron mujeres y el 27% hombres.

EMPLEO E INGRESOS.

Acapulco de Juárez se clasifica como municipio con alta pérdida de empleo; 4.56% de su población económicamente activa (PEA) se encontraba desocupada.

El problema de desempleo es grave en el área rural y sobre todo en las zonas urbanas. La población económicamente activa (PEA), representa el 51.59% de la población total de más de 12 años que es de 642,133 personas; el 95.44% de la PEA corresponde a la población ocupada y el 4.56% a población desocupada.

En Acapulco, el 58% de la población se ocupa en servicios, 21% en comercio, el 16.07% en el sector secundario que comprende la industria manufacturera, electricidad, agua y construcción, y sólo el 3.61% se dedica al sector primario.

El Producto Interno Bruto (PIB) del Estado ascendió a 226 mil millones de pesos en 2012, con lo que aportó 1.5% al PIB nacional. Así mismo en este mismo año los ingresos brutos del municipio de Acapulco de Juárez fueron de 2, 925,987 millones de pesos.

De acuerdo a la consulta ciudadana el 53.2% de la población encuestada en su mayoría población joven, no tiene empleo, y el 48.5% opina que es urgente emplear a los jóvenes, al resolver este rubro se disminuirían muchas

problemáticas importantes en el municipio ya que el 49.9% opina que el municipio debería considerar bolsas de trabajo para generar oportunidades de empleo.

IV.2.1.4 Paisaje.

Como parte de una evaluación integral, se considera al paisaje como un elemento o sintético de todo conjunto de características del medio físico, biótico y social. El correcto análisis del paisaje proporciona elementos importantes respecto de la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo en la región y aunque su efecto sólo es visual e integral, es un buen indicador que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres, la fragmentación del hábitat, tamaño y conformación de matrices, corredores y parches, son aspectos importantes para conocer si se ha rebasado la resistencia y resiliencia del sistema. El inventario del paisaje incluye la descripción y valoración de la singularidad paisajística o elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico.

SÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DEL MODELO DE PAISAJE.

El estudio del paisaje se basa en la interpretación y explicación de lo que ve un sujeto, principalmente caracterizado por los elementos que pueden ser percibidos por el observador (vegetación, cultivos, relieve, corrientes de agua, rocas expuestas, etc.); Asimismo se puede considerar al paisaje como un recurso natural que tiene una consideración especial dentro de la valoración ambiental cuando está en función de los proyectos de desarrollo. La valoración del paisaje incorpora a los recursos naturales y actividades antrópicas, con ello esta valoración se hace a través de la calidad y la fragilidad.

CALIDAD VISUAL.

La calidad visual se refiere a la valoración del atractivo visual, y se ha establecido como un recurso básico y parte esencial, recibiendo igual consideración que los demás recursos del medio físico, además es valorado en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje es una acción de interpretación por parte del observador donde además del problema perceptivo surge una nueva complicación: la adjudicación posterior de un valor. Una vez que el evaluador ha percibido el escenario el proceso de evaluación le exige realizar una ponderación de los componentes de la escenografía ambiental que puede resultar subjetiva y diferente de un segundo evaluador, por ello se considera que la calidad visual del paisaje tiene interés para adoptar alternativas de uso o cuando se necesitan cánones de comparación. Ahora bien, todo intento de evaluar la calidad paisajística de un espacio debe asumir la existencia de posturas subjetivas. Pero siempre se debe tratar de tener objetividad de lo que se ve con la finalidad de marcar aspectos que permitan comparar situaciones distintas, por ejemplo, comparar la misma situación del paisaje, y su tendencia a lo largo del tiempo sin proyecto y con proyecto. Asimismo, se realizó la ponderación de la calidad escénica, utilizando las siguientes consideraciones:

Tabla IV. 54. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.

Ponderación	5	3	1
Morfología	Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas ígneas, grandes formaciones rocosas); o bien relieve de gran Variedad superficial o muy erosionado o sistema de dunas; o presencia de algún rasgo muy singular y dominante (glaciares)	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes, pero no dominantes o excepcionales	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular
Ponderación	5	3	1
Vegetación	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes	Algunas variedades en la vegetación, pero solo uno o dos tipos	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Ponderación	5	3	0
Hidrología	Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia y clara, aguas blancas (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable
Ponderación	5	3	1
Color	Combinaciones De color intensa y variada, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad e intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contrastes, colores apagados.
Ponderación	5	3	0
Fondo escénico	El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto
Ponderación	6	2	1
Rareza	Único o poco común, o muy raro en la región, posibilidad real de contemplar fauna y vegetación de manera excepcional	Característico, aunque similar a otros en la región	Bastante común en la región
Ponderación	2	1	0
Actividades humanas	Libre de actividades estéticamente indeseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica está afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en una totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983)

En el sitio se obtienen las coordenadas geográficas y el área susceptible de modificación potencial, de acuerdo con la estructura del paisaje, posteriormente fueron identificados los atributos del paisaje que pudieran ser afectados por el proyecto y la simulación del contraste visual:

1. Toma de fotografías en cada sitio seleccionado, la cual muestra la situación del escenario sin la presencia del proyecto.
2. Registro y valoración de elementos del paisaje, en formato de campo ex profeso.
3. Manejo de imágenes en gabinete.

Los criterios para la evaluación de la calidad escénica se presentan en la tabla siguiente, donde los atributos considerados están justificados en su operación por el U.S.D.A. Forest Service y el Bureau of Land Management (BLM) de Estados Unidos y para la valoración final se toma de la misma metodología los niveles de sensibilidad de acuerdo con la sumatoria de ponderación como se muestra en la tabla de Valoración al paisaje.

CALIDAD VISUAL.

Con las metodologías utilizadas se observó que, en la zona del proyecto se pueden determinar las siguientes unidades de paisaje bien diferenciadas:

- *
** Urbano Construido: Las zonas urbanizadas se pueden definir como el espacio organizado arquitectónica y funcionalmente en barrios y sectores conectados y delimitados por calles y avenidas, donde existe un predominio del espacio edificado continuo completado con estacionamientos, terminales: plazas, parques y paseos. Estas zonas cuentan con una mayor dotación y costo elevado de servicios e infraestructuras. además, son los núcleos con mayores problemas ambientales y sociales.

La calidad visual en este tipo de paisaje suele ser muy baja ya que las actividades cotidianas conforman paisajes no deseados pero aceptados, aunque con un valor ecológico y social bajo. Sin embargo, en las zonas costeras la calidad suele aumentar la calidad visual por el valor per se de los ecosistemas costeros.

Fotografía IV. 14. Fotografía aérea Urbano Construido



- *✱ Corriente de agua perenne: Esta unidad paisajística se trata de un cuerpo de agua perenne que se extiende hacia el norte conectando con la Laguna de Tres Palos y al sur desembocando en el océano pacífico, como se aprecia en la imagen es una unidad paisajística común en la zona de estudio.

La capacidad de acogida en esta unidad de paisaje será de moderada a alta debido a las condiciones actuales del sitio específico donde se pretende entroncar el proyecto.

Fotografía IV. 15. Fotografía aérea de Corriente de agua perenne



- ✱✱ Agricultura de temporal anual y permanente: Esta unidad paisajística es la que cuenta con mayor superficie de ocupación dentro del SAR conformada por diversos cultivos. Normalmente los cultivos de temporal se ven afectados por escasez y/o retraso de las lluvias y en ocasiones por exceso de agua.

Fotografía IV. 16. Fotografía aérea de Agricultura de temporal anual y permanente



- *
** Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia: Esta unidad paisajística se ubica en la sección noreste del sistema ambiental regional, mantiene rasgos ordinarios en la región, tiene una calidad visual media, manifiesta una sensible inestabilidad.

Fotografía IV. 17. Fotografía aérea de Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia



- *✱ Manglar: Dentro del SAR esta unidad de paisaje se extiende de centro a sur en el margen del cuerpo de agua proveniente de la Laguna de Tres Palos y desemboca en el Océano Pacífico. Como se muestra en la fotografía, existe una expansión urbana acelerada, con rápidas transformaciones en el paisaje que superan los umbrales de acogida debido a la sobrecarga de actividades productivas que derivan en deforestación de las áreas de manglar adenañas.

Fotografía IV. 18. Fotografía aérea de Manglar



Para realizar la valoración paisajística se tomaron los siguientes criterios de valoración:

- 1) Valoración estética:
 - ✓ Común o áreas con características y rasgos ordinarios en la región;
 - ✓ Frecuente o áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros;
 - ✓ Excepcional o única, áreas que reúnen características excepcionales para cada aspecto valorado.

- 2) Valoración ecosistémica
 - ✓ Conservada, guarda procesos ecosistémicos originales y con alta resiliencia;
 - ✓ Deteriorada, los procesos ecosistémicos han sido alterados y disminuye su resiliencia;
 - ✓ Progresiva, existen factores o fuerzas exógenas, que están promoviendo esa tendencia, ya sea de conservación o de deterioro;
 - ✓ Regresiva, donde existen factores o fuerzas exógenas y endógenas, que revierten esta tendencia.

Para valorar el paisaje en el sitio se realiza la sumatoria de la ponderación de atributos y el resultado obtenido se incluye en alguna de las tres categorías de sensibilidad indicadas en la tabla siguiente:

Tabla IV. 55. Sensibilidad del Paisaje por algún tipo de alteración.

PONDERACIÓN	SENSIBILIDAD	CATEGORÍA	CRITERIO	VALOR NUMÉRICO
A	Alta	Clímax	Mantienen sus caracteres originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y antrópico, tienen alta capacidad de resiliencia y muy bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio de sus paisajes. Con aprovechamientos del potencial natural, sin afectar la regeneración natural.	19 – 33
B	Media	Paraclímax	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e intensidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los escasos desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.	12 – 18
C	Baja	Degradado	Presenta diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad, La posibilidad de recuperación de un paisaje degradado depende de su nivel de deterioro.	0 - 11

Fuente: González Alonso Santiago et al, (1983) modificada por promovente, 2009

En el área de estudio, predominan las condiciones ecológicas de “Progresivas conservado”, y la unidad paisajística predominante es el **Agricultura de temporal anual y permanente**, que incluye los distintos caminos o terrenos, es decir el proceso de resiliencia ha disminuido gracias a que los procesos ecosistémicos han sido alterados, aunque esta tendencia puede ser revertida toda vez que existen factores en el Sistema que favorecen esta tendencia. Los grados de perturbación, según Mateo y Ortiz (2001), se presentan como:

- I. **Degradado:** donde el sistema ha sufrido importantes perturbaciones,
- II. **Conservado:** donde los ecosistemas mantienen sus procesos ecosistémicos y grado de resiliencia,
- III. **Progresivo:** donde el sistema degradado continua su degradación o el conservado continúa con su poder de resiliencia,
- IV. **Regresivo:** los sistemas degradados registran una tendencia a la recuperación del equilibrio, o donde los sistemas conservados pierden su poder de regeneración de elementos bióticos. Existen paisajes regresivos o progresivos por causa antrópica (áreas periurbanas) y por causa natural (zonas desérticas y zonas con intensos procesos de erosión natural, o grado de resiliencia).

Con los criterios anteriores se presenta la siguiente tabla de valoración total del paisaje:

Tabla IV. 56. Valoración del paisaje del Proyecto

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Urbano Construido	Común	Degradado Progresivo	Media
Cuerpo de Agua	Común	Degradado Progresivo	Media
Agricultura de temporal anual y permanente	Común	Degradado Progresivo	Media
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Común	Degradado Progresivo	Media
Manglar	Frecuente	Degradado Progresivo	Media

FRAGILIDAD VISUAL.

La fragilidad visual se evalúa teniendo también como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre geomorfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor enmascararte más importante es el relieve. Por otra parte, la vegetación; a mayor pendiente, mayor es la fragilidad visual y a medida que la pendiente se suaviza la absorción de las modificaciones a un paisaje, se atenúan paulatinamente. Lo anterior como resultado de que una visual resulta más vulnerable a medida que tiene una mayor visibilidad. En la tabla siguiente se presentan los resultados.

Tabla IV. 57. Fragilidad visual del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

UNIDAD PAISAJÍSTICA	FACTORES INTRÍNECOS			FACTORES EXTRÍNECOS			FRAGILIDAD VISUAL
	ABUNDANCIA DE ELEMENTOS	TOPOGRAFÍA Y PENDIENTE (INCIDENCIA VISUAL)	COMPLEJIDAD	CAMPO VISUAL	ACCESIBILIDAD	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	
Urbano Construido	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Cuerpo de Agua	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Media	Medio	Medio
Agricultura de temporal anual y permanente	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Bajo
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Alto	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Manglar	Alto	Medio	Alto	Alto	Bajo	Alto	Alto

Tabla IV. 58. Base numérica para calcular la capacidad de acogida ecológica

Calidad visual	Fragilidad visual			
	Categoría	Alta	Media	Baja
Alta		1	2	3
Media		2	3	4
Baja		3	4	5

Con los resultados de este cruce se desarrolla la tabla de capacidad de acogida ecológica, donde los valores numéricos tienen el significado siguiente:

Tabla IV. 59. Agrupación de la Capacidad de Acogida Ecológica.

CLAVE	PONDERACIÓN PAISAJÍSTICA	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN
	1	Baja capacidad de acogida o sensibilidad alta al cambio	Zona de alta calidad y alta fragilidad, cuya conservación resulta prioritaria.
	2		Zona de alta calidad y baja o moderada fragilidad, aptas en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje.
	3	Modera capacidad de acogida ecológica o sensibilidad media	Zona de calidad media y fragilidad media, que puede incorporar obras cuando las circunstancias lo permitan e impactos mitigables.
	4		Zonas de calidad media a baja y fragilidad media baja, que pueden incorporarse a la clase 5, cuando sea preciso
	5	Mayor capacidad de acogida o sensibilidad baja al cambio	Zonas de calidad y fragilidad bajas, aptas desde el punto de vista paisajístico para la localización de actividades poco gratas o que causen impactos muy fuertes.

Tabla IV. 60. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.

Calidad Visual						
	Subunidad paisajística	Urbano Construido	Cuerpo de Agua	Agricultura de temporal anual y permanente	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	Manglar
<i>Fragilidad visual</i>	Urbano Construido	5				
	Cuerpo de Agua		3			
	Agricultura de temporal anual y permanente			5		
	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia				3	
	Manglar					1

Conforme a la tabla anterior se establece que, la unidad paisajística del Sistema Ambiental Regional, **Urbano Construido**, es apta en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del proyecto: **SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**, ya que éste se encuentra en un sitio con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el proyecto de sustitución del puente existente se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada-alta capacidad de acogida ecológica.

IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

AIRE.

- Emisiones de gases: este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- Emisión de polvos: Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despilme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural. El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

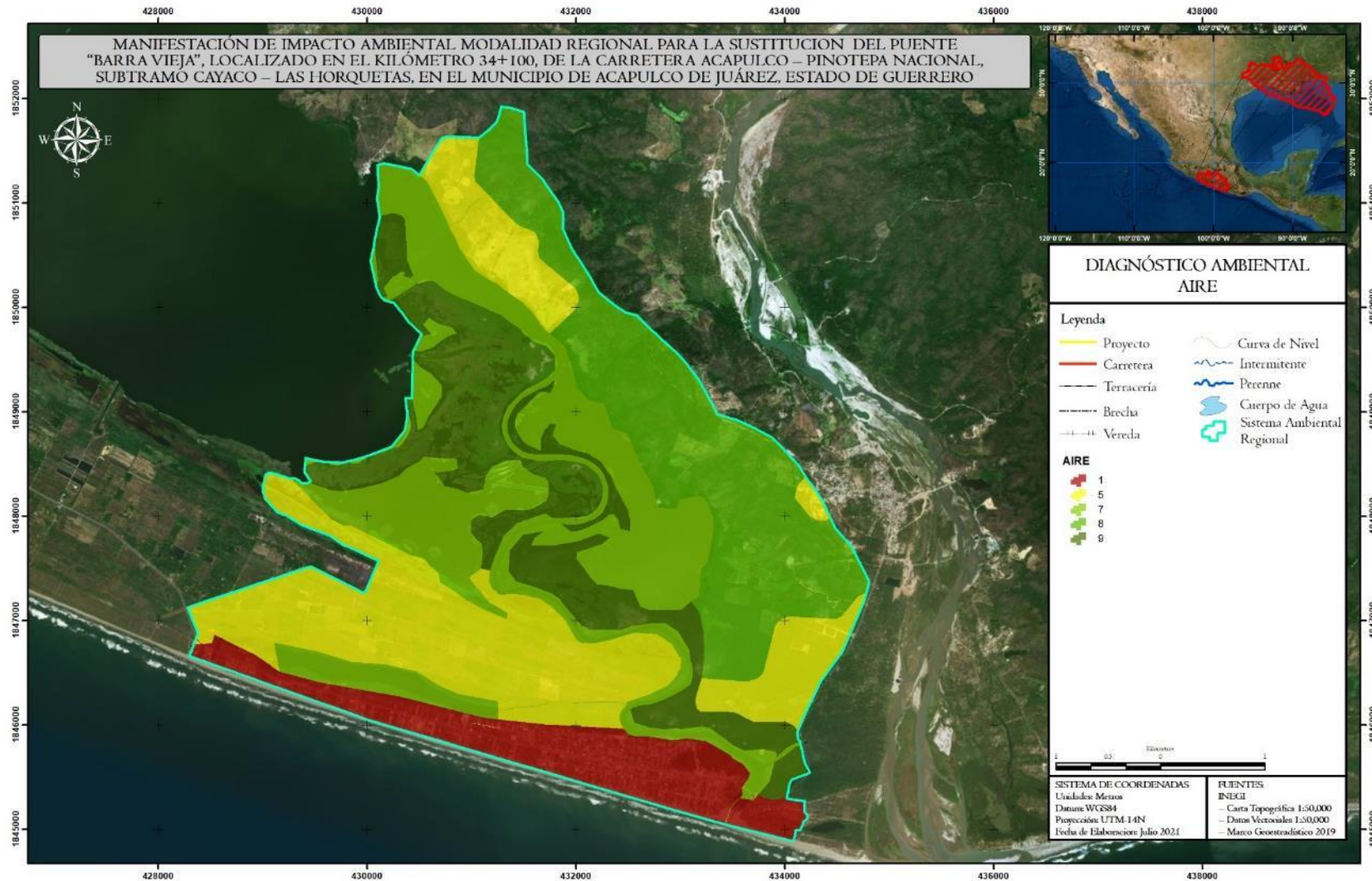
Tabla IV. 61. Ponderación del aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado.	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad.
Muy mala.	2	Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala.	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada.	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.
Regular/modificado.	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado.	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.
Buena.	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena.	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de

			actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación.	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 56. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (aire).



Fuente: BIOTA, 2021.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en **9 (sin perturbación)**, es decir aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica, se trata de toda la vegetación natural de manglar, en los que la presencia antropogénica es muy escasa, en segundo sitio se ubica la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia junto con todos los cuerpos de agua con una ponderación igual a **8 (Muy buena)**, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, amén del tipo de vegetación que incrementa esta calidad. A continuación, el cuerpo de agua de la Laguna Tres Palos ocupa el siguiente sitio con **7 (buena)**, lo cual obedece a que en esta zona la actividad de lanchas es moderada. Enseguida se ubican los caminos tipo brecha y vereda, junto con la agricultura con una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**. Finalmente, las zonas con menor calidad ambiental en lo referente al aire se localizan en las zonas urbanas construidas, las carreteras pavimentadas y de terracería con puntuación igual **1**, es decir **degradado** con emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.

SUELO.

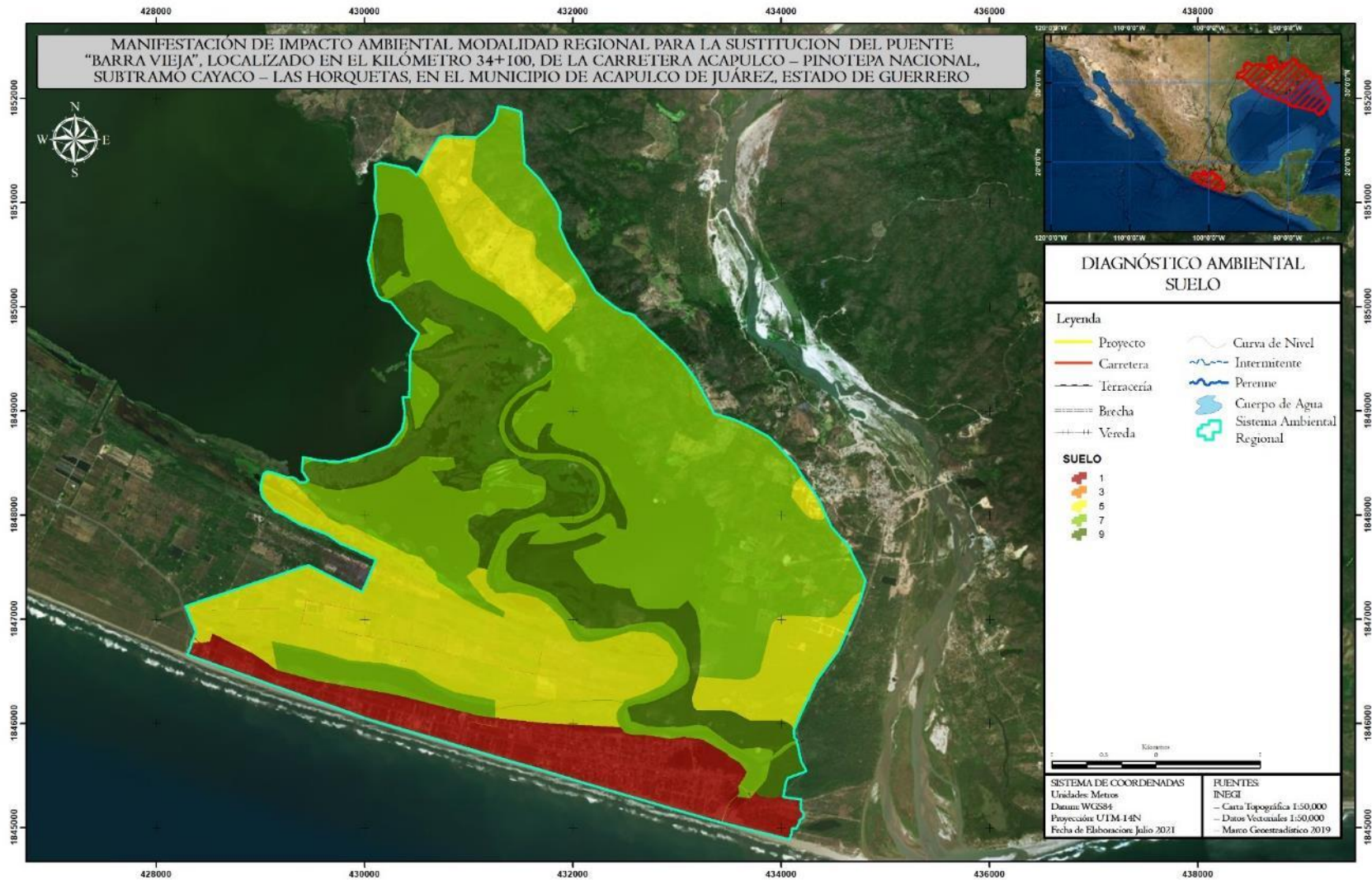
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 62. Ponderación del suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación.
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto.
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural.
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en dónde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 57. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (suelo).



Fuente: BIOTA, 2021.

La menor calidad ambiental (**puntuación=1, degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presentan las carreteras pavimentadas y de terracería, y las zonas urbanas construidas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja, enseguida las brechas, las veredas presentan una ponderación igual a **3 (mala)** con erosión severa, en las que no existe vegetación alguna y en las que no existe infiltración. A continuación se ubican las zonas agrícolas con una ponderación igual a **5 (regular/modificado)** con erosión media. En tanto que, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y los cuerpos de agua presenta una ponderación con erosión incipiente presentan una ponderación equivalente a **7 (buena)**. Finalmente, el manglar presenta la mejor calidad ambiental en este ámbito **9 (sin perturbación)**, gracias a que la vegetación no permite la erosión del suelo principalmente, en estas zonas llanas y en el que el suelo es susceptible a estos factores.

HIDROLOGÍA.

- Capacidad de infiltración: la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

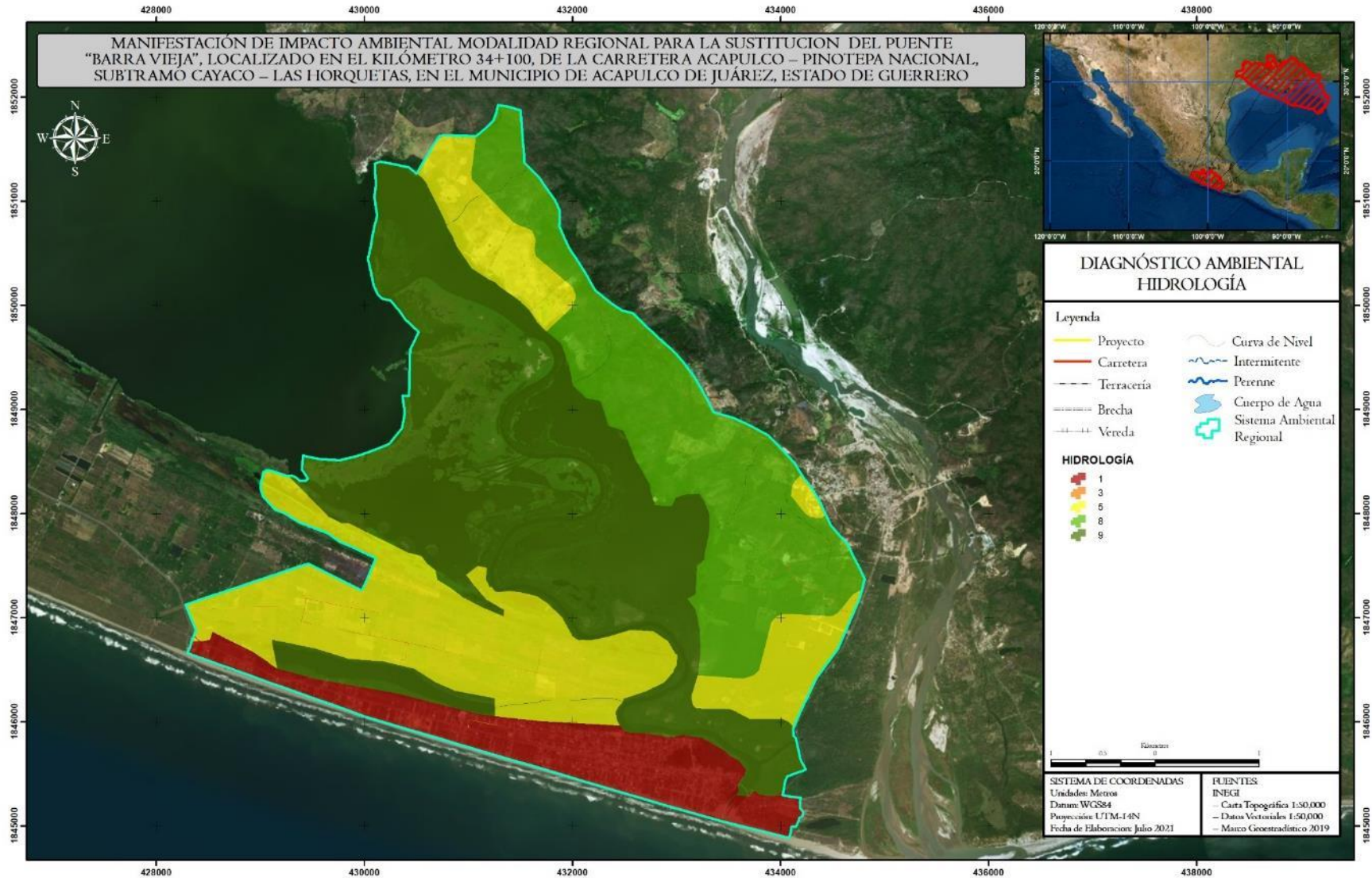
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla IV. 63. Ponderación de la hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal.
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos.
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación.
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 58. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (hidrología).



Como se puede apreciar en la imagen anterior el manglar, junto con las corrientes y cuerpos de agua perennes presentan la mayor ponderación (**puntuación=9**), con máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo), con agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. Enseguida se localiza la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con puntuación igual a **8 (muy buena)** con gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación. La agricultura presenta una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**, Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal. Mientras los caminos tipo brecha y tipo vereda presentan una ponderación igual a **3 (mala)** con capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua. Finalmente, las zonas urbanas construidas, las carreteras pavimentadas y de terracería presentan la menor ponderación de **1 (degradado)** con una capacidad de infiltración nula.

GEOMORFOLOGÍA.

- Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil.

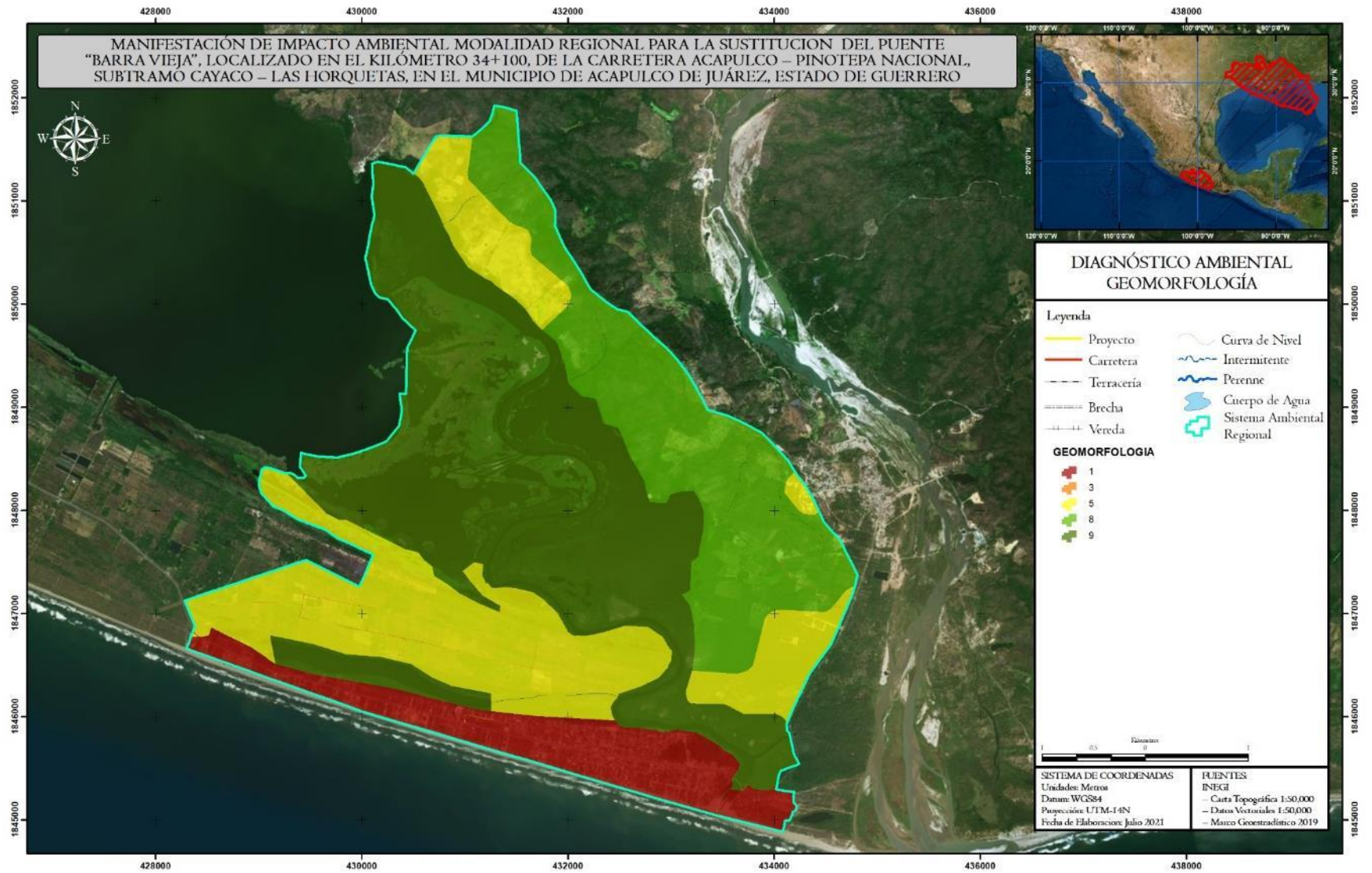
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla IV. 64. Ponderación de la geomorfología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado.	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala.	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala.	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada.	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado.	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado.	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena.	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena.	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación.	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 59. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (geomorfología).



Como se describió oportunamente en apartados anteriores, Acapulco de Juárez descansa sobre la Provincia Sierra Madre del Sur (100%), que a su vez subyace en dos Subprovincias Fisiográficas, en su mayoría a las Costas del Sur (94.44%) y en menor proporción a la Cordillera Costera del Sur (5.56%). En cuanto al Sistema de topofomas, se presentan distintas, siendo la Sierra baja compleja la de mayor representatividad (42.74%), seguido por el Lomerío con llanuras (23.05%), Sierra alta compleja (12.69%), Llanura costera con lagunas costeras salina (7.79%), Llanura con lomerío (6.1%), Valle ramificado con lomerío (5.64%), Llanura costera salina (1.73%), Llanura costera con lagunas costeras (0.14%) y Valle intermontano (0.12%). Es decir su aspecto orográfico se puede agrupar en tres formas de relieve: accidentado que comprende el 40%; semiplano con el 40%, y plano con el 20%. La altitud varía desde el nivel del mar en la zona costera hasta 169 m; las alturas máximas están representadas principalmente por cerros: Potrero, San Nicolás y Alto del Camarón. En la cordillera que rodea a la bahía destacan los cerros Icacos, El Veladero y Carabalí.

Las zonas sin perturbación en lo que se refiere a la geomorfología en el SAR coinciden con las zonas de vegetación de manglar y selva baja caducifolia y los cauces y cuerpos de agua perennes con una ponderación de **9**. En tanto que, las corrientes de agua intermitentes presentan una ponderación de **8**, lo cual obedece a que este tipo de cauces modifican las geoformas aunque de manera natural. A continuación, la agricultura presenta una ponderación igual a 5. Después, los caminos tipo brecha y vereda presentan una ponderación igual a 3 (mala). Finalmente, las carreteras pavimentadas y de terracería, junto con las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja presentan la ponderación menor de **1**, lo cual obedece a que en estas zonas la geomorfología natural ha sido cambiada completamente por la mano del hombre.

MEDIO BIÓTICO.

VEGETACIÓN.

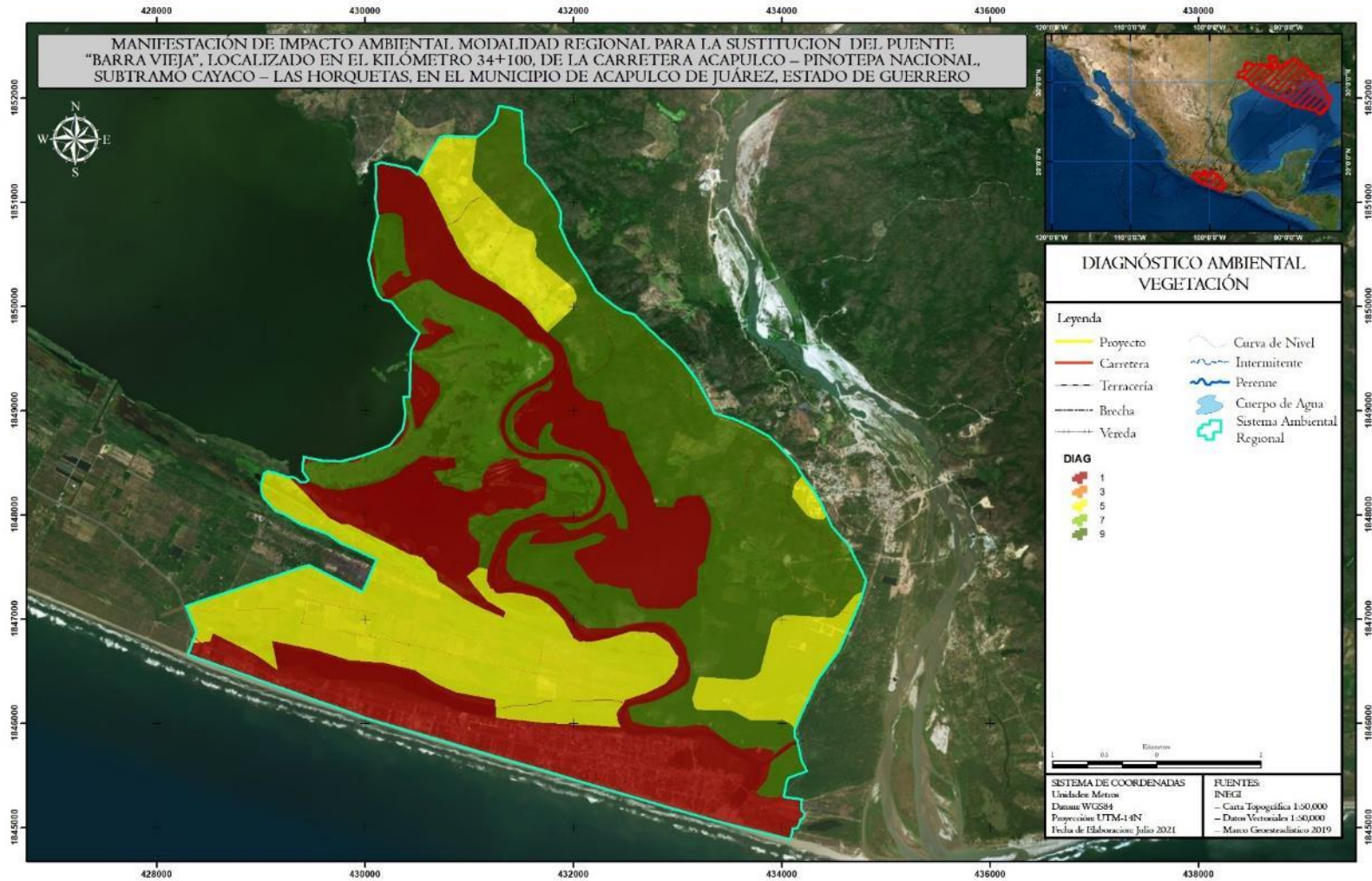
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que había en el ecosistema.

Tabla IV. 65. Ponderación de la vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado.	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono.
Bajo estado conservación.	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular/modificado.	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica.
Buena.	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación.
Sin perturbación.	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 60. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).



Fuente: BIOTA, 2021.

En lo que se refiere a la vegetación, la zona con mejor ponderación la presentan los fragmentos de prevalecientes de manglar y selva baja caducifolia en estado secundario (**sin perturbación**) con **9**, lo cual obedece al estado de conservación que se presenta en este tipo de vegetación alejada de los caminos, aunque con cierta degradación pero con un buen porcentaje de cobertura. A continuación, se ubica la zona agrícola, la cual presenta una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**. En tanto que, los caminos tipo brecha y vereda presentan una ponderación igual a **3 (bajo estado de conservación)**, lo cual obedece a que se estima que en estos caminos la vegetación difícilmente se asienta. Finalmente todas las zonas desprovistas de vegetación como son las carreteras pavimentadas y las localidades presentan la menor ponderación de **1**, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación. Cabe señalar y recordar que, de acuerdo con los recorridos realizados por las áreas donde se pretende la sustitución del puente, las características de la vegetación presentan un alto grado de perturbación.

FAUNA.

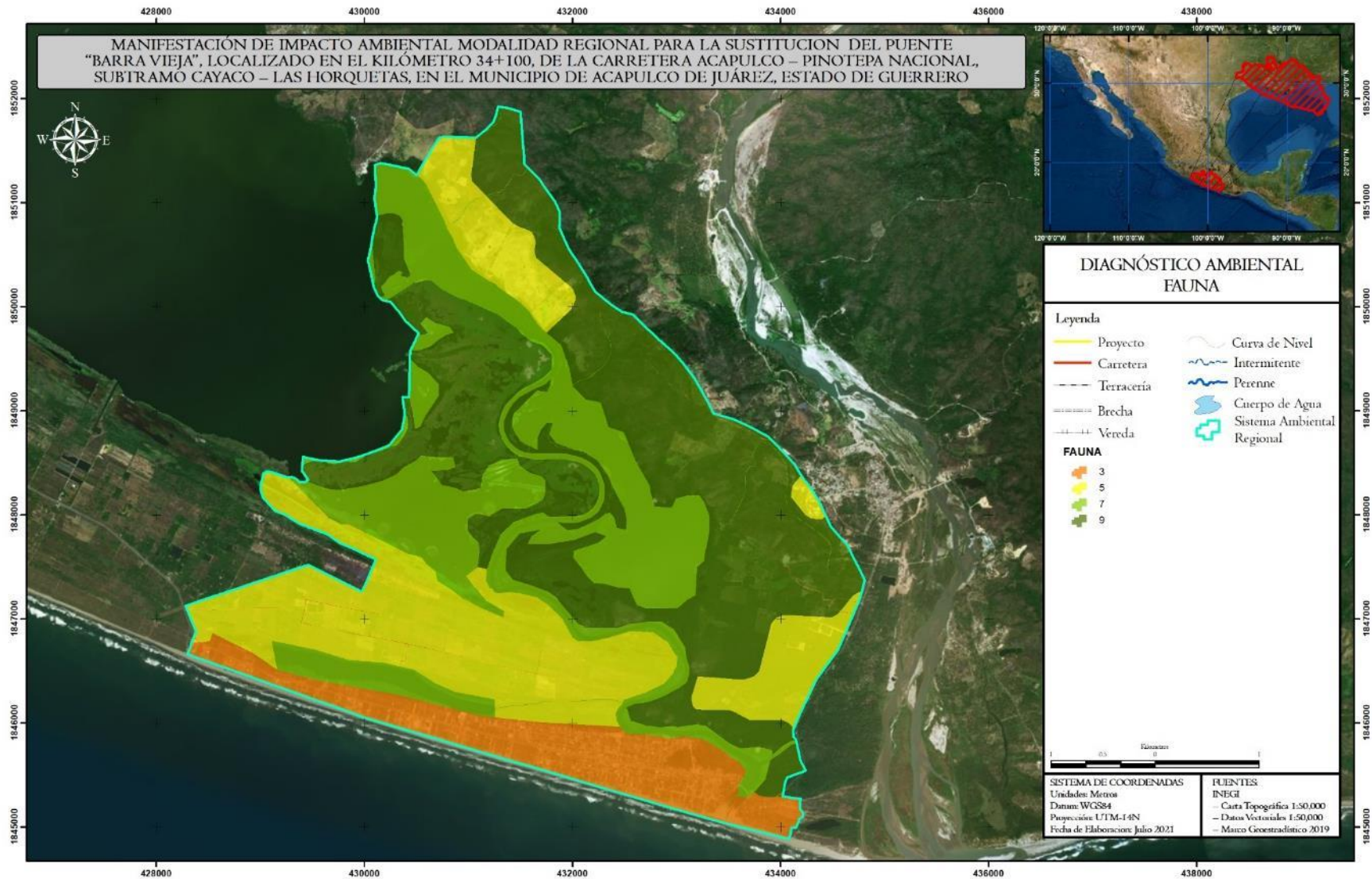
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el trazo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, ya que los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla IV. 66. Ponderación de la fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala.	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja.
Moderada.	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media.
Buena.	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta.
Muy buena.	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 61. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).



Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **muy buenas (puntuación=9)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos de manglar y vegetación de selva baja caducifolia en estado secundario en el que se presentan mayores especies clave. Amén de que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. En tanto que los cuerpos y cauces de agua ya sea intermitentes y/o perennes presentan la calificación de buenas (**puntuación=7**), en la que los recursos disponibles son más limitados. La agricultura presenta una ponderación igual a **5 (regular/modificado)**. Finalmente, los caminos, las carreteras y las localidades presentan el menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan las zonas desprovistas de vegetación, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas y carreteras de terracería en este caso particular) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras por el “efecto trampa”), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar.

PRESENCIA ANTRÓPICA.

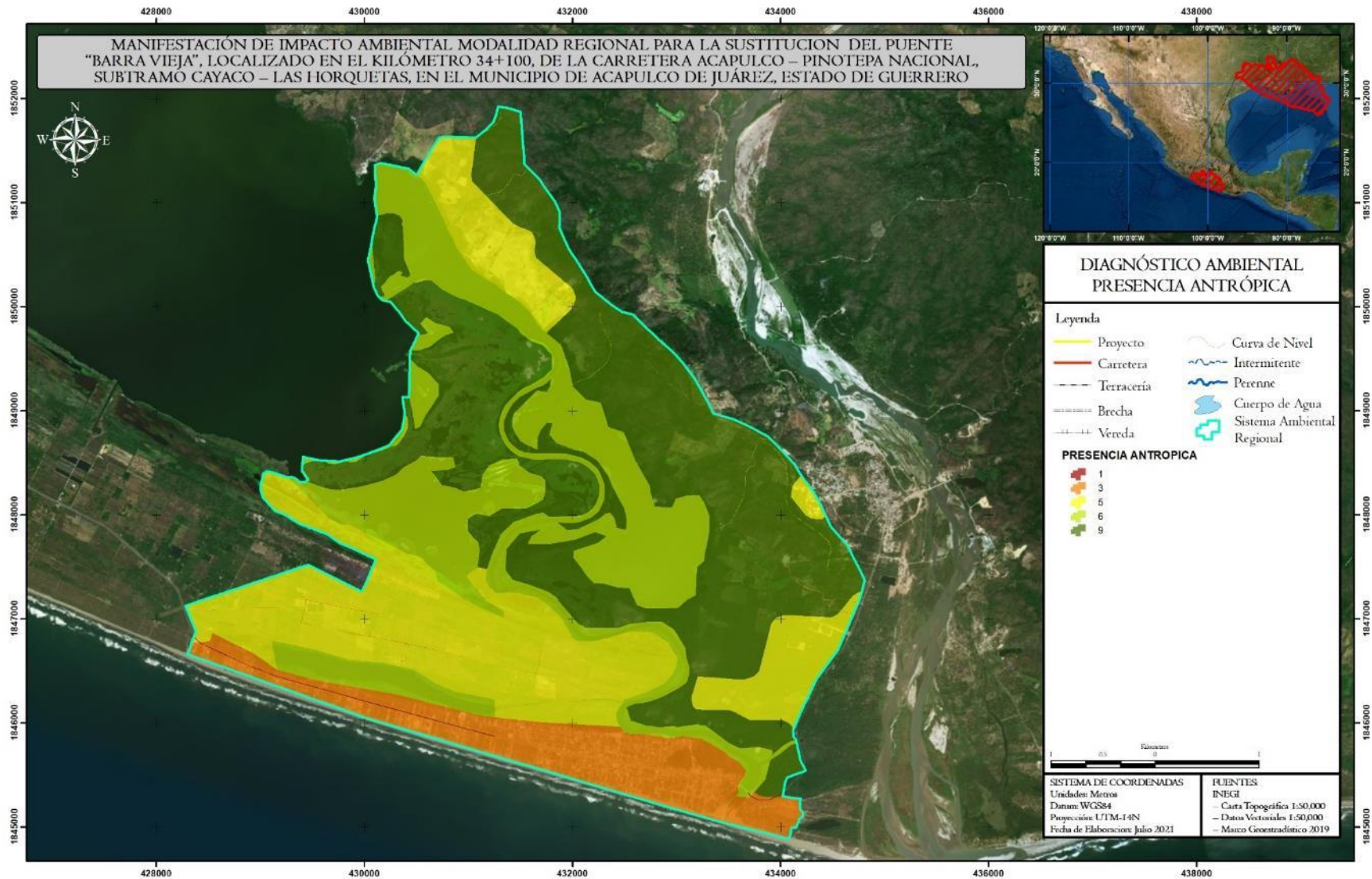
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla IV. 67. Ponderación de la presencia antrópica.

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación.	Cuando no existen vías de comunicación.	Sin presencia de asentamientos humanos.
6	Buena.	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes).
3	Moderada.	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes).
1	Aceptable/modificado.	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: BIOTA, 2021.




Imagen IV. 62. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).



Fuente: BIOTA, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Sistema Ambiental presenta una mediana calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con carreteras pavimentadas, caminos tipo brecha y vereda y localidades, además de la agricultura. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación primaria de manglar y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla IV. 68. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

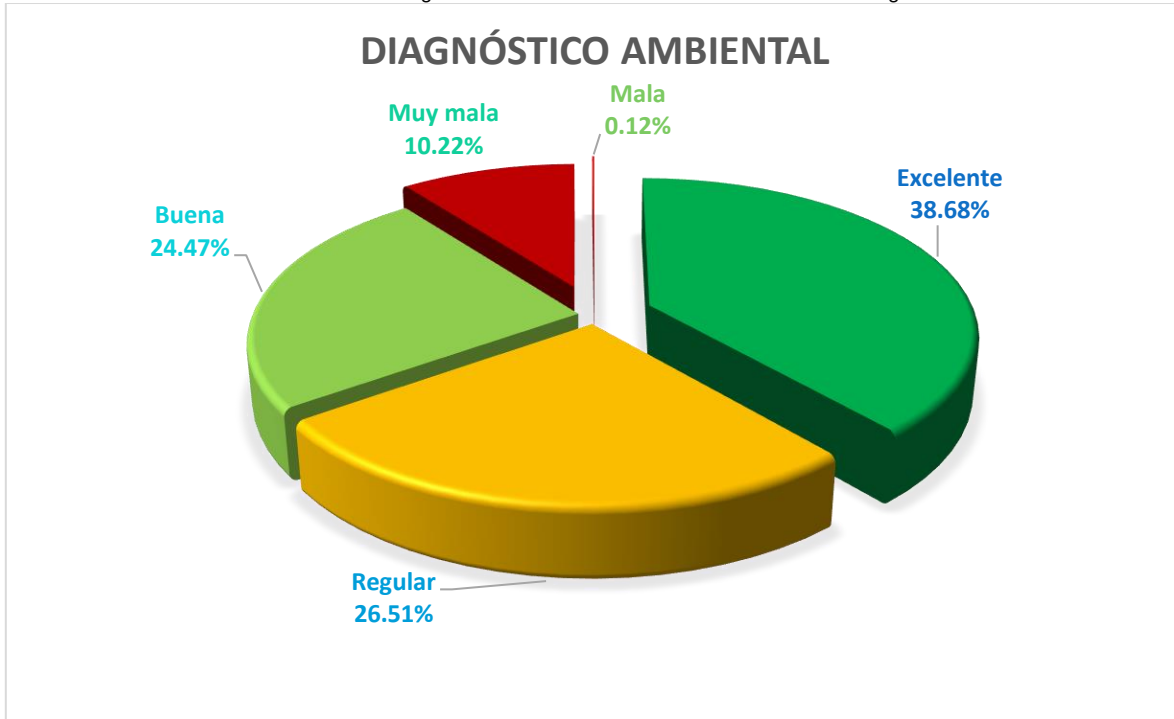
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla IV. 69. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
7-17	Muy mala	234.52	10.22%
18-29	Mala	2.74	0.12%
30-41	Regular	608.16	26.51%
42-53	Buena	561.22	24.7%
54-63	Excelente	887.31	38.68%
TOTAL		737.02	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica IV. 10. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.

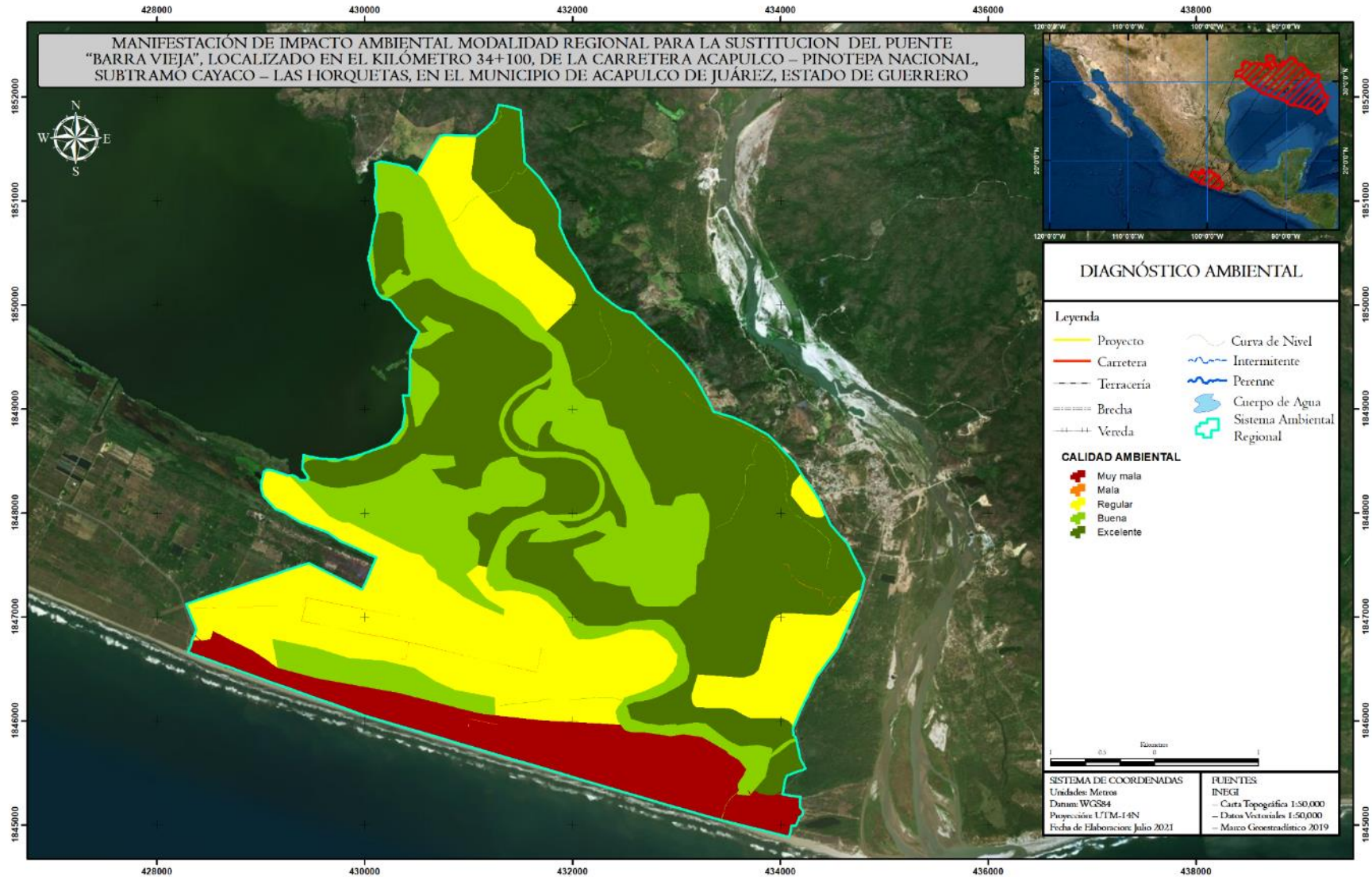


Fuente: BIOTA, 2021.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **38.68%**, que es equivalente a 887.31 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación primaria de manglar y vegetación secundaria de selva baja caducifolia, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental registrada como **regular** con el **26.51%** que equivalen a 608.16 hectáreas, estas zonas coinciden con las zonas agrícolas del Sistema. La calidad ambiental designada como **buena** ocupa un **24.47%** del SAR, es decir 561.22 hectáreas que coinciden los cuerpos de agua. La **muy mala** calidad ambiental abarca solamente el **10.22%** del total del Sistema, esto es igual a 234.52 hectáreas que coinciden con las carreteras pavimentadas y de terracería, junto con las localidades antes mencionadas. Finalmente, la calidad ambiental designada como mala ocupa un 0.12% equivalentes a 2.74 hectáreas, en las que se encuentran los caminos tipo brecha y vereda.

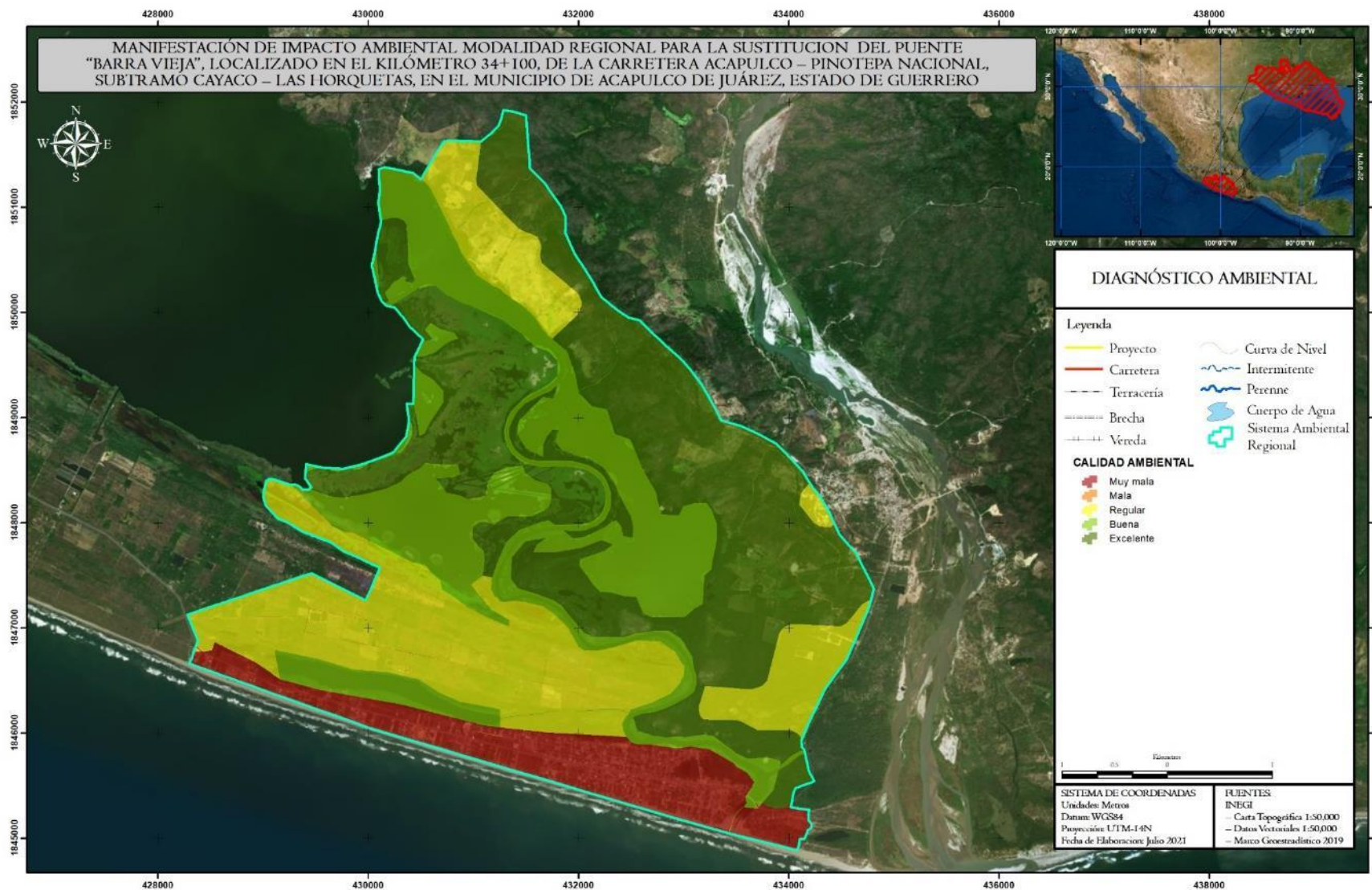
Los datos anteriores señalan que el SAR presenta un apreciable grado de deterioro en la zona con áreas que muestran gran resiliencia en el caso de la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y el manglar, con zonas agrícolas y urbanas, con gran actividad antropogénica ocasionada principalmente por la zona turística del Puerto de Acapulco. Recordemos que el presente proyecto se trata de la sustitución del actual puente de Barra Vieja, dado que presenta fallas estructurales y con ello evitar un accidente por la caída de la estructura del puente, además para retirar el puente existente se utilizará el procedimiento de demolición controlado mediante el uso de corte hilo diamantado; el cual es una herramienta limpia y respetuosa del medio ambiente, ya que el polvo y el ruido generado por este tipo de método de demolición controlado, es claramente inferior a aquel producido por otras técnicas de corte.

Imagen IV. 63. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen IV. 64. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	3
V.1. Identificación de impactos.....	3
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	15
V.2. Características de los Impactos.....	21
V.2.1. Indicadores de impacto y cambio climático.....	48
V.3. Valoración de los Impactos.....	50
V.4. Impactos Residuales.....	87
V.5. Impactos Acumulativos.....	89
V.6. Conclusiones.....	91

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	4
Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el SAR del proyecto.....	5
Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Regional.....	6
Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Regional.....	7
Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Regional.....	7
Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del SAR del Proyecto.....	10
Tabla V. 7. Uso de Suelo y Tipo de Vegetación afectada.....	10
Tabla V. 8. Listado de cotejo durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.....	12
Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto.....	14
Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.....	21
Tabla V. 11. Lista indicativa de indicadores de impacto.....	21
Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.....	26
Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.....	27
Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.....	28
Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.....	29
Tabla V. 16. Distribución de los Impactos por etapa.....	29
Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.....	30
Tabla V. 18. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).....	34
Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en la vegetación natural antes del proyecto.....	44
Tabla V. 20. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.....	48
Tabla V. 21. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.....	49
Tabla V. 22. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.....	50
Tabla V. 23. Lista indicativa de criterios utilizados.....	50
Tabla V. 24. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.....	51
Tabla V. 25. Evaluación de los impactos ambientales.....	52
Tabla V. 26. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.....	58
Tabla V. 27. Impactos derivados del proyecto.....	59
Tabla V. 28. Índice de Impactabilidad.....	60
Tabla V. 29. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.....	60
Tabla V. 30. Actividades con mayor Impactabilidad.....	61
Tabla V. 31. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.....	61
Tabla V. 32. Impactos ambientales Negativos.....	62
Tabla V. 33. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.....	62
Tabla V. 34. Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto.....	63
Tabla V. 35. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.....	63

Tabla V. 36. Impactos ambientales relevantes positivos.	64
Tabla V. 37. Descripción de los impactos ambientales significativos del proyecto.	66
Tabla V. 38. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).	70
Tabla V. 39. Unidades del paisaje presentes en el SAR.	71
Tabla V. 40. Análisis regional a escala 1:10,000.	73
Tabla V. 41. Afectación Total a las unidades de paisaje.	79
Tabla V. 42. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto.	79
Tabla V. 43. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente.	79

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen V. 1. Idea básica de la métrica del tamaño efectivo de la malla.	32
Imagen V. 2. Efecto de la fragmentación en las especies animales.	33
Imagen V. 3. Impactos de las carreteras y tránsito sobre el tamaño de las poblaciones animales.	34
Imagen V. 4. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.	36
Imagen V. 5. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.	37
Imagen V. 6. Fragmentos de hábitat prevalecientes.	38
Imagen V. 7. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.	42
Imagen V. 8. Conectividad existente antes de ingresar el proyecto.	45
Imagen V. 9. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) antes de ingresar el proyecto.	46
Imagen V. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.	74
Imagen V. 11. Condición actual del Sistema Ambiental con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.	75
Imagen V. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.	76
Imagen V. 13. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional.	80
Imagen V. 14. Sustitución del puente Barra Vieja.	81
Imagen V. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental con imagen Google Maps.	82
Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje Sistema Ambiental con imagen satelital.	83
Imagen V. 17. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.	88
Imagen V. 18. Impactos acumulativos de proyectos de desarrollo.	90

ÍNDICE DE GRÁFICAS.

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa.	29
Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.	61
Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.	62
Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.	64
Gráfica V. 5. Impactos significativos positivos.	65
Gráfica V. 6. Porcentaje de ocupación de las Unidades de Paisaje en el SAR.	72

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía V. 1. Elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional.	40
Fotografía V. 2. Puente Barra Vieja.	47
Fotografía V. 3. Unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR.	77
Fotografía V. 4. Sustitución del puente existente “Barra Vieja”.	84

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Con la información de los capítulos anteriores, se fundamentan el desarrollo del presente capítulo, para identificar, describir y evaluar los impactos ambientales generados dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR), por el proyecto en cada una de sus etapas, así como en el área específica de actividades. Para llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos se consideraron los criterios empleados para la definición del Sistema Ambiental Regional, el análisis de la información obtenida sobre regulaciones, ordenamientos de uso del suelo, además de la caracterización y Diagnóstico Ambiental.

V.1. Identificación de impactos.

La evaluación de los impactos ambientales depende de una adecuada identificación de los cambios potenciales al ambiente, por lo que es necesario conocer los objetivos, así como las obras y actividades que se realizarán en las diferentes etapas del proyecto. Esta identificación representa una actividad crítica en el Proceso de Evaluación del Impacto Ambiental (PEIA), ya que es necesario conocer las actividades que causan impactos con el fin de describir adecuadamente los Factores/Componentes y Atributos Ambientales afectados, asimismo considerar el tiempo, magnitud e importancia, evitando con ello cualquier daño permanente al ambiente o el posible incremento de los procesos ambientales negativos y degenerativos, y con ello diseñar las medidas de mitigación o atenuación correspondientes a cada impacto significativo. Derivado de lo anterior en este Capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos acumulativos y sinérgicos potenciales y generados por el proyecto, para este objetivo será incorporada la información referente a los componentes ambientales del Sistema Ambiental Regional delimitado en el Capítulo IV del presente trabajo. La componente espacial del área del proyecto y su integración en el Sistema Ambiental Regional se considera como el 100% del espacio territorial que posee la expresión ecosistémica y socioeconómica, que presenta cada lugar para el desarrollo de las diferentes actividades del proyecto y es capaz de identificar su poder de resiliencia al aprovechamiento de recursos naturales, localización de infraestructura, equipamientos, diversos asentamientos humanos, etc. Su análisis y evaluación del impacto ambiental, encierra una gran complejidad que plantea la necesidad de identificar integralmente los factores ambientales, atributos e indicadores susceptibles de alteración. Para identificar los posibles impactos ambientales en la integración de la sustitución del Puente existente, es necesario establecer indicadores que señalen dichos impactos ambientales. El número de indicadores ambientales es variable, por lo que están acotados a la cantidad de actividades que se realicen en el proyecto, y las unidades de ponderación expresan valores combinados o información modificada, de modo que se tiene una evaluación multivectorial y multifactorial. Los indicadores propuestos se utilizarán para determinar el efecto de las actividades del proyecto que provocarán sobre los atributos del ambiente y son definidos como "la expresión medible de un impacto ambiental" con y sin proyecto, por lo que son variables simples que representan una alteración sobre un factor ambiental, así un indicador es capaz de caracterizar numéricamente, en un momento dado, el estado del factor que se pretende valorar. De esta forma, los indicadores cumplen con los siguientes requisitos:

- **Representatividad:** Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto integral y global de la obra.
- **Relevancia:** La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyente:** No existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificable:** Medible, siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácil identificación:** Definido conceptualmente de modo claro y conciso.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, será útil para las distintas fases del Proyecto, posteriormente se determinarán los indicadores particulares para el Proyecto que se refiere a las actividades que se requieren para su desarrollo. Antes de identificar los efectos al ambiente ocasionados por las actividades del proyecto, es necesario identificar los elementos naturales y sociales del SAR que serán afectados, los cuales están basados en un inventario de factores ambientales, descritos más adelante. A continuación, se presentan los principales factores ambientales y socioeconómicos sobre los que recaerán los impactos positivos y negativos con algún indicio de un potencial desequilibrio ecológico o sobre el factor socioeconómico durante el desarrollo del proyecto.

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.

ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	1. Denudación
		2. Movimientos de materiales
	GEOLOGÍA	3. Material (tipo de roca)
		4. Afloramientos rocosos
	SUELO	5. Unidad de suelo (tipo)
		6. Erodabilidad
	AIRE	7. Composición gaseosa
		8. Aero partículas minerales
		9. Acústica
		10. Dinámica hidrológica
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	11. Calidad del agua
		12. Avenidas
BIÓTICOS	VEGETACIÓN (ACUÁTICA Y TERRESTRE)	13. Diversidad de la vegetación
		14. Abundancia de la vegetación
	FAUNA (ACUÁTICA Y TERRESTRE)	15. Diversidad de la fauna
		16. Abundancia de la fauna
		17. Sucesión ecológica
	PAISAJE	18. Calidad visual
		19. Fragilidad
SOCIAL	USO DE SUELO	20. Uso potencial
		21. Uso actual
	ELEMENTOS URBANOS	22. Vialidad y transporte
		23. Demografía
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL	24. Seguridad en el trabajo
		25. Calidad de vida
	ECONOMÍA	26. Generación de empleo
		27. Medios de comunicación
		28. Consumo de bienes y servicios
29. Actividades Antropogénicas.		

Fuente: BIOTA, 2021.

El escenario ambiental del Proyecto se realizó a partir de la recopilación y análisis de información ambiental en la zona considerando principalmente los elementos Bióticos y Abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto, los cuales sirvieron como indicadores ambientales o criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional. A partir de la consideración de la geomorfología, los suelos, hidrología y los elementos bióticos como la vegetación y fauna, se obtuvieron zonas de sensibilidad y elementos relacionados. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental Regional se pueden ubicar las siguientes:

EDAFOLOGÍA. De acuerdo con la investigación realizada, tanto bibliográfica como de trabajo de campo, en el Sistema Ambiental Regional se pueden ubicar las siguientes unidades de suelo, de acuerdo a la clasificación WRB-SR-FAO, 2006.

Tabla V. 2. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el SAR del proyecto.

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	ESTABILIDAD DE AGREGADOS			CONSISTENCIA			PROFUNDIDAD EFECTIVA			TEXTURA			PERMEABILIDAD E INFILTRACIÓN			DRENAJE			PH		
	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	Menor 50 Cm	100 Cm	Más de 150 Cm	Fina	Media	Gruesa	Alta	Media	Baja	Excesivo	Media	Deficiente	Ácido	Neutro	Base
Luvisoles			x	x			x			x				x			x				x
Feozems			x	x			x				x		x				x			x	
Regosol			x		x		x				x		x				x			x	
Solonchak			x	x			x				x			x	x					x	

Fuente: BIOTA, 2021.

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen que las diferentes unidades territoriales adyacentes al Sistema Ambiental Regional del Proyecto son unidades complejas conformadas por más de una clase de suelo. La asociación de suelos feozem háplico-gleysol eutrico de textura gruesa (clave Hh+Ge/1) con 518.86 hectáreas que representan el 22.62% del SAR, este suelo se ha desarrollado en clima cálido subhúmedo Awo sobre la llanura costera con lagunas costeras salinas, en este tipo de suelo se desarrolló el manglar y la selva baja caducifolia que están siendo cambiados por la agricultura y las zonas urbanas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja. Enseguida se ubica la asociación de suelos regosol eutrico de textura gruesa (clave Re/1) con 495.10 hectáreas que representan el 21.58% del SAR, este suelo se ha desarrollado en clima cálido subhúmedo Awo sobre la llanura costera con lagunas costeras salinas, sobre esta asociación de suelos, topografía y clima se desarrolló la selva baja caducifolia que sufre una intensa presión antropogénica hacia el cambio de uso de suelo por la agricultura y las zonas urbanas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido). En tercer sitio la asociación de suelos regosol eútrico de textura gruesa con 480.58 hectáreas ocupan un 20.95% del Sistema Ambiental.

- ✓ **LUVISOLES.** - Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial *árgico*. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el *horizonte árgico* y alta saturación con bases a ciertas profundidades. La mayoría de los Luvisoles son suelos fértiles y apropiados para un rango amplio de usos agrícolas. Los Luvisoles con alto contenido de limo son susceptibles al deterioro de la estructura cuando se labran mojados con maquinaria pesada. Los Luvisoles en pendientes fuertes requieren medidas de control de la erosión.
- ✓ **FEOZEMS (PHAEOZEMS).** - Los **Phaeozems** acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental. Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados. Consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios, pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo.
- ✓ **REGOSOLES.** - Los Regosoles se ubican sobre lomeríos; son suelos aluviales y están acompañados de Leptosoles. Predominan las texturas gruesas y están formados por material suelto que no sea aluvial reciente, ya sea coluvial o gravitacional. Constituyen la etapa inicial de formación de otros suelos, sin embargo, en la fase de desarrollo que muestran tienen características que permiten identificarlos como

unidad El uso de estos suelos es soportar vegetación natural; su susceptibilidad a la erosión también es de moderada a alta, ya sea de tipo hídrico o eólico. Su fertilidad es media y conforme se intemperizan las partículas de mayor tamaño, quedan a disposición de las plantas diversos minerales.

- ✓ **SOLONCHAK.** Los Solonchaks son suelos que tienen alta concentración de sales solubles en algún momento del año. Los Solonchaks están ampliamente confinados a zonas climáticas áridas y semiáridas y regiones costeras en todos los climas. La acumulación excesiva de sales en suelos afecta el crecimiento de las plantas de dos maneras:

Las sales agravan el stress hídrico porque los electrolitos disueltos crean un potencial osmótico que afecta la absorción de agua por las plantas. Antes de tomar algo de agua, las plantas deben compensar las fuerzas combinadas del potencial mátrico del suelo, i.e. la fuerza con que la matriz del suelo retiene agua, y el potencial osmótico. Como regla básica, el potencial osmótico de una solución del suelo (en hectoPascals) alcanza unos $650 \times EC$ (dS/m). El potencial total que puede ser compensado por las plantas (conocido como el potencial agua crítico en la hoja) varía fuertemente entre especies vegetales. Las especies de plantas que vienen de los trópicos húmedos tienen comparativamente un bajo potencial agua crítico en la hoja. Por ejemplo, los pimientos verdes pueden compensar hídrico total (mátrico más fuerzas osmóticas) de sólo unos 3,500 hPa mientras que el algodón, un cultivo que evolucionó en climas áridos y semiáridos, sobrevive unos 25,000 hPa. Las sales trastornan el balance de iones de la solución del suelo porque los nutrientes están proporcionalmente menos disponibles. Se sabe que existen efectos antagonísticos, e.g. entre Na y K, entre Na y Ca, y entre Mg y K. En mayores concentraciones las sales pueden directamente ser tóxicas para las plantas. En este respecto, los iones Na y cloruro son muy dañinos (perturban el metabolismo de N). Los productores en Solonchaks adaptan sus métodos de laboreo. Por ejemplo, las plantas en campos regados por surcos no se plantan sobre el camellón sino a media altura. Esto asegura que las raíces se benefician del agua de riego mientras que la acumulación de sales es mayor en la parte superior del camellón, lejos del sistema de raíces. Los suelos fuertemente afectados por sales tienen poco valor agrícola. Se usan para pastoreo extensivo de ovejas, cabras y ganado, o permanecen ociosos. Sólo después que las sales se han lavado del suelo (el cual entonces deja de ser un Solonchak) pueden esperarse buenos rendimientos. La aplicación de agua de riego no sólo debe satisfacer las necesidades del cultivo, pero debe aplicarse un exceso de agua por encima del requerimiento de riego para mantener el movimiento descendente en el suelo y lavar el exceso de sales de la zona de raíces. El riego de cultivos en regiones áridas y semiáridas debe estar acompañado de drenaje cuyas facilidades de drenaje deben diseñarse para mantener el nivel de agua freática debajo de la profundidad crítica. El uso de yeso sirve para mantener la conductividad hidráulica mientras las sales están siendo lavadas con el agua de riego.

En la siguiente tabla se muestra el nivel de sensibilidad del recurso suelo:

Tabla V. 3. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental Regional.

UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006)	EROSIONABILIDAD	RIESGOS DE INUNDACIÓN	CONTAMINACIÓN PROFUNDA	SENSIBILIDAD TOTAL
Luvisoles	Alta	Media	Media	Alta
Feozems	Alta	Media	Media	Media
Regosol	Baja	Baja	Media	Baja
Solonchak	Media	Baja	Media	Media

Fuente: BIOTA, 2021

El Sistema Ambiental Regional se encuentra bajo problemas y riesgos de erosión con los tipos de suelos presentes correspondiente a suelos de tipo Feozems, Luvisoles, Regosoles y Solonchaks, debido a su naturaleza, así como el movimiento de materiales rocosos; existen diferentes áreas que se utilizan como suelos agropecuarios los cuales se encuentran totalmente modificados, con riesgos moderados de contaminación profunda, por el uso de agroquímicos para el cultivo y bajos riesgos de inundación.

GEOLOGÍA. Dentro del Sistema Ambiental Regional predominan las sensibilidades geológicas bajas a medias, debido a la estabilidad de los materiales geológicos ante posibles eventos de deslizamientos, derrumbes e intemperismos antrópicos y naturales, sobre toda la planicie y los lomeríos bajos, lo cual es un indicador importante de la condición estable de la trayectoria del proyecto. Sin embargo, la estabilidad tectónica muestra sensibilidades medias a la existencia de fracturas en el SAR, lo cual puede requerir la incorporación de estructuras y trabajo de ingeniería adicional para evitar afectaciones a la carretera y el cuerpo de agua presente.

Tabla V. 4. Sensibilidad Geológica del área del Sistema Ambiental Regional.

LITOLOGÍA	ESTABILIDAD GEOLÓGICA		INTEMPERISMO		ESTABILIDAD TECTÓNICA		SENSIBILIDAD TOTAL
	DESLIZAMIENTOS	DERRUMBES	ANTROPOLÓGICO	NATURAL	FALLAS	FRACTURAS	
Gneis	1	1	1	1	0	0	4
Suelo aluvial	1	0	1	0	0	0	2

Fuente: BIOTA, 2021.

GEOMORFOLOGÍA. En cuanto al Sistema Ambiental Regional del proyecto donde se encuentra el puente a sustituir, se asienta en su totalidad en la Sierra Madre del Sur, en la Subprovincia de las Costas del Sur y en su mayoría en la topoforma designada como llanura costera con lagunas costeras salinas con más del 86% y el resto pertenece al Lomerío con llanuras (13.56%). Es decir, se trata de una franja que se extiende, a lo largo del litoral marino del Océano Pacífico. Se encuentra inclinada hacia el océano. Se forma durante el levantamiento del fondo marino o el descenso del nivel del mar, cuando afloran las superficies abrasivo-acumulativas de la plataforma. Las lagunas costeras poseen algunas de las características de los estuarios y de los lagos. Si una barra que encierra una laguna está cortada por uno o más accesos que permiten la circulación permanente de los flujos de marea, la laguna es, entonces, esencialmente un sistema estuarino, pero si la barra aísla completamente al mar, la laguna se convierte en una laguna con aguas salobres; si se forma en regiones de fuerte precipitación pluvial, y en áridas, resulta hipersalino. A través de estrechos las lagunas son alimentadas por el flujo y reflujo de mareas, pero donde la marea es de poca intensidad, con frecuencia los estrechos son obstruidos en forma periódica, en especial durante las fases secas, cuando la descarga del río es pequeña y el flujo al exterior insuficiente para evitar una acumulación por las olas y las corrientes paralelas. Tales lagunas son estuarinas cuando hay circulación del agua al exterior. La dinámica de las lagunas costeras se manifiesta por los factores siguientes:

- a) Cambios del nivel del agua,
- b) Oleaje,
- c) Corrientes.

Éstos se relacionan con los siguientes factores de la evolución de los litorales: la configuración inicial de la laguna y su entorno, el desarrollo de barras litorales, los aportes fluviales, los aportes marinos, la salinidad, la vegetación, la fauna, la influencia del hombre.

Tabla V. 5. Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Regional.

GEOFORMA	PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS			INTEMPERISMO		EROSIÓN		SENSIBILIDAD TOTAL
	DENUDACIÓN	ACUMULACIÓN	DERRUMBES	ANTROPOLÓGICO	NATURAL	ANTROPOLÓGICA	NATURAL	
Llanura	1	2	0	1	2	1	1	8
Lomerío	2	1	1	1	2	1	2	10

Fuente: BIOTA, 2021.

Como conclusión se observa una mayor sensibilidad en las zonas de laderas bajas, donde las actividades humanas acentúan los procesos geomorfológicos denudatorios, asociados a procesos erosivos y movimiento de materiales

geológicos, que hará necesario incorporar medidas de protección adicional a estos tramos del proyecto. Así mismo se presentan sitios donde se observan lugares agropecuarios donde los procesos erosivos, denudatorios o intemperismo presentan un grado más atenuado y por ende las actividades de la construcción del proyecto, no tendrán efectos negativos, puntualizando que el mayor impacto por el proyecto se dará en zonas que presentan deterioro por actividades antropogénicas que han modificado la vegetación natural y han resultado en un cambio intenso sobre el uso de suelo.

HIDROLOGÍA. El Municipio de Acapulco de Juárez pertenece a dos regiones hidrológicas, esto es a la RH Costa chica - Río verde (68.38%) y a la RH Costa grande (31.62%). Asimismo, el municipio se asienta sobre tres Cuencas, en su mayoría a la Cuenca R. Papagayo (49.66%), seguido de la Cuenca R. Atoyac y otros (31.62%) y en menor proporción a la Cuenca R. Nexpa y otros (18.72%). Además, el municipio pertenece a seis Subcuencas, mayormente a la Subcuenca R. Papagayo (48.14%), le sigue la Subcuenca del R. La Sabana (24.81%), a continuación, la Subcuenca de R. Cortés y Estancia (18.72%), finalmente, las Subcuencas de B. de Acapulco (6.73%), R. San Miguel (1.52%) y R. Coyuca (0.08%) de menor representatividad. En cuanto a las Corrientes de agua Perennes destacan las siguientes: Xaltianguis, La Sabana, La Joya, Papagayo, El Pozuelo, Aguacostla, Potrerillos, Moyoapa, Santa Rosa y Grande.

En tanto que, las corrientes de agua Intermitentes se indican las siguientes: El Gallinero, Agua Caliente, Apanguaque, Chacalapa, El Guapo, El Muerto, El Zapote, Grande, Infiernillo, La Cimarrona, La Garrapata, La Joya, La Lobera, Las Maromas, Las Minas, Lucía, Organito, Salado, San José, Seco, Tequihua, Tranquilas y Xalpatlahuac. Por último, los cuerpos de agua perennes ocupan un 3.78% del territorio municipal con los siguientes: Laguna de Tres Palos, General Ambrosio Figueroa (La Venta) y Laguna de Coyuca.

El trazo del proyecto se asienta en el canal meándrico de Barra Vieja con comportamiento estuarino en la época de verano de la Laguna de Tres Palos, esta laguna se localiza a 25 km del puerto de Acapulco Guerrero, con una superficie de 55 km² y este sistema es alimentado por el Río “De la Sabana”. La Laguna Tres Palos es predominante oligohalina nueve meses al año, con influencia marina en la época de verano entre los meses de junio-octubre, momento propicio para que el canal meándrico de Barra Vieja se comporte como un estuario debido a que permite el intercambio de materia y energía entre el mar y la laguna. El Río “De la Sabana” nace en el cerro san Nicolás a una altitud de 600 msnm, drena 432 km, cuya longitud máxima es de 16 km, anchura conspicua de 6 km y su recorrido comprende 57 km para finalizar en la Laguna Tres Palos. Dicha laguna drena una superficie de 55 km² o sea 5500 ha, mantiene comunicación con el mar por medio de un canal meándrico de 12 km de longitud cuyo final se ubica en el poblado conocido como Barra Vieja.

VEGETACIÓN. A continuación, se realiza una descripción de los tipos de uso de suelo y vegetación con vocación forestal encontrados dentro del Sistema Ambiental Regional, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

Manglar. Por otra parte, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO], Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], Comisión Nacional del Agua CONAGUA e Instituto Nacional de Geografía e Informática [INEGI] (2006) mencionan que los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas. En México predominan cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*), estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos (CONABIO, 2009, 2014 y 2016). Valderrama et al. (2017) consideran a los manglares un ecosistema costero altamente dinámico espacial, temporal y biológicamente. Por otra parte, Rodríguez, Chang y Goti (2012), afirman que el ecosistema de manglar es importante por la producción de materia orgánica que se da a través de la cantidad de hojarascas que producen los manglares y es determinada

por las hojas, flores frutos y estípulas, que caen al suelo y que representa uno de los más importantes aportes del manglar a las cadenas alimentarias del estuario, funcionando como almacenes de carbono.

Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia. Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos. El más común es Aw, aunque también se presenta BS y Cw. La temperatura media anual oscila entre los 18 a 28 °C. Las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500 mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1,900 m, rara vez hasta 2,000 m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje, en la vertiente del golfo no se le ha observado arriba de 800 m la cual se relaciona con las bajas temperaturas que ahí se tienen si se le compara con lugares de igual altitud de la vertiente del pacífico. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15 m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave*, *Opuntia*, *Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva son comunes: *Bursera simaruba* (chaka, palo mulato); *Bursera* sp. (cuajote, papelillo, Nopal, chupandia); *Lysiloma* sp. (tsalam, tepeguaje); *Jacaratia mexicana* (bonete); *Ceiba* sp. (yaaxche, pochote); *Bromelia penguin* (chom); *Pithecellobium keyense* (chukum); *Ipomoea* sp. (cazahuate); *Pseudobombax* sp. (amapola, clavellina); *Cordia* sp. (ciricote, cuéramo); *Havardia acatlensis* (barbas de chivo); *Amphipterygium adstringens* (cuachalalá); *Leucaena leucocephala* (waxim, guaje); *Erythrina* sp. (colorín), *Lysiloma divaricatum*, *Ocotea tampicensis*, *Acacia coulteri*, *Beaucarnea inermis*, *Lysiloma acapulcense*, *Zuelania guidonia*, *Pseudophoenix sargentii* (kukà), *Beaucarnea pliabilis*, *Guaiacum sanctum*, *Plumeria obtusa*, *Caesalpinia vesicaria*, *Ceiba aesculifolia*, *Diospyros cuneata*, *Hampea trilobata*, *Maclura tinctoria*, *Metopium brownei*, *Parmenteria aculeata*, *Piscidia piscipula*, *Alvaradoa amorphoides* (camarón o plumajillo), *Heliocarpus terebinthinaceus* (namo), *Fraxinus purpusii* (aciquité o saucillo), *Lysiloma acapulcense* (tepeguaje), *Haematoxylum campechianum*, *Ceiba acuminata* (mosmot o lanita), *Cochlospermum vitifolium*, *Pistacia mexicana* (achín), *Bursera bipinnata* (copalillo), *Sideroxylon celastrinum* (rompezapote), *Gyrocarpus jatrophifolius* (tincui, San Felipe), *Swietenia humilis* (caoba), *Bucida machrostachya* (cacho de toro), *Euphorbia pseudofulva* (cojambomó de montaña), *Lonchocarpus longipedicellatus*, *Hauya microcerata* (yoá), *Colubrina arborescens* (cascarillo) *Lonchocarpus minimiflorus* (ashicana), *Ficus aurea* (higo), *Gymnopodium floribundum* (aguana), *Leucanea collinsii* (guaje), *Leucanea esculenta* (guaje blanco), *Lysiloma microphyllum*, *Jatropha cinerea*, *Cyrtocarpa edulis*, *Bursera laxiflora*, *Lysiloma candidum*, *Cercidium peninsulare*, *Leucaena lanceolata*, *Senna atomaria*, *Prosopis palmeri*, *Esenbeckia flava*, *Sebastiania bilocularis*, *Bursera microphylla*, *Plumeria rubra*, *Bursera odorata*, *Bursera excelsa* var. *Favonialis* (copal), *Bursera fagaroides* var. *elongata* y *Bursera fagaroides* var. *purpusii*, *Comocladia engleriana*, *Cyrtocarpa procerca*, *Lonchocarpus eriocarinalis*, *Pseudosmodium perniciosum*, *Spondias purpurea*, *Trichilia americana*, *Bursera longipes*, *B. morelensis*, *B. fagaroides*, *B. lancifolia*, *B. copallifera*, *B. vejarvazquesii*, *B. submoniliformis*, *B. bipinnata*, *B. bicolor*, *Ceiba aesculifolia* subsp. *parvifolia*, *Ipomoea murucoides*, *Merremia aegyptia*, *I. wolcottiana*, *I. arborescens*, *Brahea dulcis* (palma de sombrero), *Thevetia ovata*, *Indigofera platycarpa*, *Calliandra grandiflora*, *Celtis iguanaea*, *Diphysa floribunda*, *Bonellia macrocarpa*, *Malpighia mexicana* *Pseudobombax ellipticum*, *Crateva palmeri*, *C. tapia*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, *Parkinsonia florida*, *Acacia farnesiana*, *Prosopis laevigata*, *Licania arborea*, *Prosopis juliflora*, *Pithecellobium dulce*, *Zygia conzattii*, *Achatocarpus nigricans* (limoncillo), *Coccoloba caracasana* (papaturre), *C. floribundia* (carnero), *Randia armata* (crucecita), *Rauvolfia tetraphylla* (coralillo), *Trichilia hirta*, *T. trifolia* (mapahuite); además, de cactáceas como *Pereskia lychnidiflora*, *Pachycereus* sp. (cardón); *Stenocereus* sp., *Cephalocereus* spp, *Pilosocereus gaumeri*, *Stenocereus griseus*, *Acanthocereus tetragonus*, *Pachycereus pecten-aboriginum* y *Pterocereus gaumeri*. Los bejucos son abundantes y las plantas epífitas se reducen principalmente a pequeñas bromeliáceas como *Tillandsia* sp., cactáceas y algunas orquídeas. Es una de las selvas de mayor distribución en México, cubre grandes extensiones desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas en la vertiente del Pacífico. Hasta la altura del estado de Sinaloa esta comunidad se restringe a la vertiente occidental de la Sierra Madre Occidental sin penetrar a la planicie costera. Más al sur se extiende desde el litoral

hasta las serranías próximas con penetraciones a lo largo de algunos ríos como el Balsas y sus afluentes (Michoacán, Guerrero, Morelos y Puebla). En el istmo de Tehuantepec la selva traspasa el parteaguas y ocupa una gran parte de la depresión central de Chiapas. La península de Baja California en su parte sur presenta un área aislada que se localiza en las partes inferiores y medias de las sierras de La Laguna. En la vertiente del golfo esta selva se localiza en tres áreas Sur del estado de Tamaulipas, sureste del estado de San Luis Potosí y extremo norte de Veracruz y noreste de Querétaro. En el centro de Veracruz en un área situada entre Nautla, Alvarado, Jalapa y Tierra Blanca, pero sin abarcar estas localidades, pero si las inmediaciones de puerto de Veracruz. En la parte norte de la península de Yucatán ocupando la mayor parte del estado de Yucatán y una parte de estado de Campeche. Se identifica la fase sucesional que se presenta cuando la vegetación es removida o perturbada, es de los siguientes tipos: Arbórea, Arbustiva y Herbácea.

Tabla V. 6. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del SAR del Proyecto.

CLAVE	DESCRIPCIÓN USV	SUPERFICIE (HA)	SENSIBILIDAD
AH	Urbano Construido	234.90	Baja
H ₂ O	Agua	528.07	Baja
TA	Agricultura de Temporal Anual	104.79	Baja
TAP	Agricultura de Temporal Anual Y Permanente	424.56	Baja
TP	Agricultura de Temporal Permanente	83.97	Baja
VM	Manglar	432.89	Alta
VSA/SBC	Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	484.76	Media
TOTAL		2293.95	

Fuente: BIOTA, 2021.

De la superficie total del SAR (2293.95 ha), solo se afectará por el proyecto 0.41 ha, que representan el 0.01% de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.99 % del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área afectada por el proyecto en un 100% será de Urbano Construido que corresponde a una superficie de 0.41 ha.

Tabla V. 7. Uso de Suelo y Tipo de Vegetación afectada.

TIPO DE VEGETACIÓN DEL SAR A SER AFECTADA POR EL PROYECTO	SUPERFICIE EN EL SAR (HAS)	SUP. AFECTADA POR EL TRAZO (HAS)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Baja Caducifolia	484.76	-	-
Manglar	432.89	-	-
Urbano Construido	234.90	0.41	0.01
Agua	528.07	-	-
Agricultura de Temporal Anual	104.79	-	-
Agricultura de Temporal Anual y Permanente	424.56	-	-
Agricultura de Temporal Permanente	83.97	-	-
Total	2293.95	0.41	0.01

Fuente: BIOTA, 2020.

IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS.

Las futuras fuentes de cambio provocadas de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se presentan en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental Regional, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las etapas y actividades del Listado de Chequeo se presentan a continuación:

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO DEL PROYECTO.

Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

Trazo y delimitación del derecho de vía.
Desmonte de la vegetación.
Despalme del suelo.
Excavación.

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En esta etapa se tiene como finalidad integrar el proyecto, sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, realizándose esta actividad únicamente en una área delimitada y definida, este proyecto tendrá como objetivo la sustitución de puente que se encuentra dañado e inseguro para la población que lo utiliza, sustituyéndolo por uno con las condiciones de seguridad requerida, para comunicar los dos extremos del cuerpo de agua presente y que como se comentó, surge como una necesidad de seguridad. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

Demolición de Infraestructura Presente.	Parapetos.
Nivelación.	Colocación de Carpeta Asfáltica.
Zapatas de cimentación.	Acarreos de material.
Pilotes.	Obras complementarias.
Plataforma de puente.	Manejo de residuos de obra.
Construcción de Muros de Contención.	Señalamientos.
Juntas de Dilatación	Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.
Sistema de drenaje.	

Fuente: BIOTA, 2021.

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

La principal actividad del proyecto es un uso de vías de comunicación, las actividades de mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones del paso, para conservar y alargar la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistan las actividades previstas de ambas etapas del proyecto.

Tránsito de Automóviles.
Programa de Vigilancia.
Bacheo, pintura y señalización.
Mantenimiento de superestructura.
Sistema de Prevención de Accidentes.
Mantenimiento de Carpeta.

Fuente: BIOTA, 2021.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Regional, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos y componentes ambientales afectados.

Tabla V. 8. Listado de cotejo durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Demolición controlada	Aire.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Hidrología.	Contaminación por Gases de maquinaria y equipo utilizado.
	Fauna.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Paisaje.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Suelos	Modificación del paisaje al quitar la infraestructura.
Desmonte.	Calidad de vida.	Eliminación de horizontes superficiales del suelo.
	Vegetación	Contaminación del aire por los motores de vehículos.
	Suelo.	Generación de ruido por los camiones de transporte.
	Suelo.	Generación de empleos.
	Hábitat.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Despalme.	Paisaje.	Afectación puntal y desplazamiento esporádico de la fauna silvestre, tanto terrestre como acuática por la remoción de 97 individuos.
	Calidad de vida.	Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre
	Suelo.	Remoción de la capa de suelo superficial.
	Aire.	Erosión.
	Hábitat.	Remoción de la capa de suelo superficial.
Excavación para pilotes.	Paisaje.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Calidad de vida.	Afectación a los microecosistemas por el efecto barrera
	Suelo.	Alteración por el movimiento de tierras y la composición paisajística del sitio.
	Aire.	Generación de empleos.
	Hábitat.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Movimiento de materiales.	Calidad de Vida.	Pérdida total de las características del suelo en los márgenes y de los sedimentos en el cauce del cuerpo de agua.
	Acústica.	Contaminación del aire por partículas suspendidas.
	Hidrología.	Afectación a los microecosistemas por el efecto barrera.
	Suelo.	Generación de empleos.
	Fauna.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
Campamento y presencia humana en campo.	Calidad de aire.	Generación de Polvos.
	Hidrología.	Alteración al tipo de suelo producto del cambio de sus propiedades físicas, incrementando la escorrentía superficial y la erodabilidad.
	Suelo.	Desplazamiento de organismos por el ruido local y presencia humana.
	Calidad de vida.	Generación de empleos locales, con la demanda de mano de obra poco calificada.
	Hidrología.	Aumento del ruido producto del empleo de maquinaria y vehículos de carga y personal.
Drenaje.	Suelo.	Alteración de la dinámica hidrológica superficial.
	Calidad de vida.	Fecalismo al aire libre.
	Suelo.	Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y la generación de residuos domésticos y de tipo industrial.
	Hidrología.	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos.
	Calidad de vida.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
Zapatillas de cimentación y Pilotes.	Suelo.	Generación temporal de empleos.
	Geomorfología.	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural y cauce del cuerpo de agua.
	Hidrología.	Socavación de las bases de las obras.
	Calidad de vida.	Contaminación temporal de aguas superficiales.
	Paisaje.	Generación temporal de empleos.
Construcción de super infraestructura.	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades humanas.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Manejo y disposición de residuos de obra.	Calidad de vida.	Contaminación del aire por emisiones de gases de combustión de los motores de vehículos. Generación temporal de empleos. Incremento del consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Demanda temporal de agua para la construcción.
	Suelo.	Contaminación por residuos de obra y restos de materiales de construcción, que han de requerir un manejo y un sitio de disposición final.
	Fauna.	Generación de fauna nociva, que competirá con la fauna local.
	Paisaje.	Modificación del paisaje al incorporar nueva infraestructura.
Servicios de seguridad y señalamientos.	Calidad de aire.	Contaminación del aire por los motores de vehículos. Generación de ruido por los camiones de transporte. Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales. Generación temporal de empleos.
	Calidad de vida.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales, como servicio los transportes de carga.
	Fauna.	Desplazamiento por el ruido.
	Paisaje.	Modificación del paisaje al Permitir su infraestructura.
	Calidad de aire.	Contaminación del aire por actividades humanas. Contaminación del aire por los motores de vehículos. Generación de empleos.
Presencia de vehículos de carga, y transporte público y privado.	Calidad de vida.	Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Contaminación del agua utilizada en la construcción.
	Suelo.	Erosión superficial. Generación permanente de residuos.
	Fauna.	Ahuyentamiento intermitente de la fauna silvestre, con atropellamientos de organismos terrestres.
	Vegetación.	Afectación de organismos vegetales (flores, retoños y semillas) por presencia humana.
Mantenimiento de superestructura.	Paisaje.	Modificación constante del paisaje.
	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos. Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Hidrología.	Ingreso de contaminantes al agua y su cauce.
	Suelo.	Generación de residuos.
	Hidrología.	Generación de contaminantes al agua.
Mantenimiento de parapetos y carpeta.	Calidad de vida.	Generación temporal de empleos. Incremento en el consumo temporal de bienes y servicios locales.
	Suelo.	Gestión de residuos y disposición final.
	Hidrología.	Afectación de la calidad del agua superficial.
Bacheo, pintura y señalización.	Calidad de vida.	Generación permanente de empleos.
	Calidad del aire.	Contaminación del aire por los solventes. Generación de ruido por vehículos de trabajadores.
	Suelo.	Generación de empleos. Contaminación del suelo por inadecuada disposición final de residuos.

Fuente: BIOTA, 2021.

A partir de esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Regional, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos, así como los principales componentes ambientales afectados.

Tabla V. 9. Principales impactos y factores ambientales afectados del proyecto.

PRESIÓN O CAUSA DE MODIFICACIÓN	ESPECIALIDAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS			
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS	
Demolición.	Local y permanente.	Remoción de horizontes del suelo	Pérdida del suelo y horizontes fértiles.	Cambio de uso de suelo.	
		Modificación del Hábitat.	Afectación puntual del hábitat de flora y fauna silvestre terrestre y acuática.	Disminución local del hábitat para la fauna silvestre y su movilidad. Desplazamiento de la fauna silvestre. Disminución local de la abundancia avifaunística.	
		Alteración de la Calidad del Aire.	Contaminación del aire por ruido, partículas y gases de combustión	Ahuyentamiento intermitente de la avifauna.	
		Alteración de la composición hidrológica	Contaminación por caída de materiales al cuerpo de agua.	Ahuyentamiento intermitente de fauna acuática.	
		Remoción de horizontes del suelo.	Perdida del suelo y horizontes fértiles.	Carencia del sustrato para restablecer la vegetación. Disminución local del hábitat para la fauna silvestre y su movilidad.	
Desmote Despalme del suelo.	Local y permanente.	Modificación del Hábitat.	Afectación puntual del hábitat de fauna silvestre.	Perturbación y desplazamiento de la fauna silvestre. Disminución local de la abundancia faunística.	
		Modificación del Paisaje.	Modificación temporal del paisaje.	Alteración temporal del paisaje y patrón de escorrentía superficial.	
		Alteración de la Calidad del Aire.	Contaminación del aire por ruido, partículas y gases de combustión	Ahuyentamiento temporal de la fauna.	
		Modificación del Paisaje.	Modificación del paisaje donde se ubicará la infraestructura.	Conformación de un nuevo paisaje artificial.	
Excavación y nivelación.	Local y permanente.	Erosión del Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo	Se cancela el retorno de la vegetación.	
		Local y temporal.	Afectación de la Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el movimiento de tierras.	Ahuyentamiento temporal de la fauna.
			Ahuyentamiento de la Fauna.	Modificación y/o afectación de las poblaciones faunísticas.	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna silvestre por fauna nociva.
Campamento y presencia humana en campo.	Puntual e intermitente.	Disminución de la Vegetación.	Modificación y/o afectación de la cobertura vegetal.	Disminución de la abundancia local y en áreas cercanas.	
Presencia de vehículos de carga, y transporte público y privado.	Local y permanente	Disminución de la Fauna	Ahuyentamiento intermitente de la fauna silvestre	Atropellamientos de organismos terrestres	
Gestión de residuos domésticos y vegetales.	Regional y permanente.	Conformación de una barrera temporal de la fauna.	Atropellamiento accidental de pequeños mamíferos y reptiles.	Disminución de las poblaciones faunísticas y desplazamiento hacia las partes alejadas.	

Fuente: BIOTA, 2021.



V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Con la finalidad de realizar una identificación y evaluación eficaz de los impactos ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualmente, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, derivado del desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a los términos de la definición de impacto ambiental, conforme a la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA). Para identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse por el desarrollo de diversos proyectos, existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del Sistema Ambiental Regional, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos en el mismo con base en los resultados obtenidos en la evaluación. En este apartado se describe la secuencia de los pasos que comprenden los métodos utilizados para la identificación, evaluación y ponderación de los impactos ambientales del proyecto:

- Se describen y analizan el conjunto de actividades que se llevarán a cabo, dentro de la obra, lo cual requiere las particulares y especificaciones puntuales, en tiempo y espacio, así como la valoración de la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.
- Posteriormente se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en las siguientes etapas: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento. En cada una de estas etapas se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite una mayor comprensión e interpretación de los efectos sobre el ambiente. Este listado de actividades permite fundamentar las bases del Check List, como primera actividad de identificación de impactos ambientales generados por el proyecto.
- Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de impactos ambientales mediante una lista de chequeo compuesta.
- Concluida la primera identificación de impactos ambientales, se refuerza la investigación con un análisis de interacciones con los atributos ambientales. Dicho análisis requiere el siguiente procedimiento. Se enlistan los factores y atributos ambientales relevantes, después de una discusión y análisis interdisciplinario, pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, elaborando el listado de cotejo cada una de las obras tipo. Los factores ambientales listados son: Geología, Geomorfología, Suelo, Aire, Hidrología Superficial y Subterránea, Vegetación, Fauna, Hábitat, Paisaje, Uso del Suelo, Factores Sociales y Económicos.
- En las columnas se colocan las etapas del proyecto de manera horizontal, los factores y atributos ambientales desglosados se colocan de manera vertical, para identificar las interacciones potenciales. Se procede a la elaboración de una primera matriz de identificación de impactos ambientales, cuyo objetivo inicial es la identificación de interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo.

- Después de la matriz de identificación de impactos ambientales y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se procede a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción, para acotar hacia los impactos críticos del proyecto.
- Una vez identificadas las interacciones entre las actividades de la obra y los atributos ambientales y de acuerdo con el tipo de impacto se construye la Matriz de ponderación utilizando 10 criterios aplicables al impacto ambiental identificado y se ponderan y valoran los posibles impactos ambientales.
- El siguiente paso consiste en realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Regional y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del *tamaño efectivo de la malla*, el cual será utilizado.
- Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, a fin de establecer las medidas de mitigación de manera directa y considerando la relevancia de la actividad a atender.

Con las metodologías utilizadas se superan y cubren las deficiencias inherentes de cada técnica aplicada, lo cual permite garantizar que se tiene una evaluación más integrada y de una mayor cobertura y comprensión de las actividades del proyecto sobre los factores y atributos ambientales considerados. Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones muy puntuales, tanto en tiempo como en espacio, así como en la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales. Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo con las características de cada una de las obras a desarrollar en el Sistema Ambiental Regional y por la discusión interdisciplinaria de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades de cada etapa del proyecto, quedo agrupado en los siguientes rubros:

- ◆ Preparación del sitio,
- ◆ Construcción,
- ◆ Operación y
- ◆ Mantenimiento.

Los factores ambientales listados son:

- | | |
|------------------|-----------------------------------|
| ◆ Clima, | ◆ Vegetación, |
| ◆ Geomorfología, | ◆ Fauna, |
| ◆ Suelo, | ◆ Hábitat y Paisaje, |
| ◆ Geología, | ◆ Factores Sociales y Económicos. |
| ◆ Hidrología, | |

Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en

columnas de manera horizontal. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

- ◆ **Matriz de identificación.** En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales. Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo. Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, en esta matriz se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas.

ANÁLISIS DE FRAGMENTACIÓN.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Regional y la disminución de hábitats para la fauna causados por el proyecto, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje, existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicada como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del tamaño efectivo de la malla. Se eligió el tamaño efectivo de la malla como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, y, adicionalmente, tiene otras varias ventajas:

- ✓ Toma en cuenta todos los fragmentos restantes en la "red" de infraestructura de transporte y zonas urbanas.
- ✓ Es conveniente comparando la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas por viviendas, industria, y estructuras de transporte.
- ✓ Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- ✓ Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

1. Grado de coherencia.
2. Grado de división del paisaje.
3. Índice de división.
4. Tamaño efectivo de la malla.
5. Índice de densidad.
6. Producto neto.

(1) Grado de coherencia C.

El grado de coherencia se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2.$$

Con n = número de parches; A_i = tamaño de los n parches ($i = 1, \dots, n$); A_t = área total de la región. Alternativamente, C se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) Grado de división del paisaje D.

El grado de división del paisaje (D) se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación no estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

(3) Índice de división S.

El índice de división (S) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ' conduce al mismo grado de división del paisaje (D) como el obtenido para Φ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}.$$

Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces $\Phi = \Phi'$ y $S = n$. S puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ' con un tamaño de malla constante dividiendo la región en S parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S .

(4) Tamaño efectivo de la malla m (MSIZ).

El tamaño efectivo de la malla (m) denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en S áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

(5) Índice de densidad s.

Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (S) entonces el número de "mallas" per-unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}.$$

(6) Producto neto N.

El producto neto (N) se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2.$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (m).

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:30,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa ArcGIS 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- ✓ Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- ✓ Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- ✓ Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- ✓ Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- ✓ Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio, basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SELECCIONADA.

A fin de identificar adecuadamente las medidas para minimizar, restaurar o compensar los impactos negativos, se aplicaron diferentes metodologías especializadas en la evaluación e identificación de impactos ambientales, dichas metodologías fueron señaladas con antelación, a continuación, se presentan estas metodologías para que una vez identificados y ponderados los impactos ambientales se procede a identificar y describir las medidas de mitigación. La aplicación de la Lista de Verificación es la primera técnica para identificar las actividades del proyecto, así como sus factores y atributos ambientales comprendidos en el área de estudio. Su análisis se desarrolla en **CUATRO** fases:

- Preparación,
- Construcción,
- Operación y
- Mantenimiento,

De acuerdo con el grupo multidisciplinario evaluador, se elaboró una primera lista simple de chequeo para el proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan los primeros listados de las actividades por cada etapa del proyecto, posteriormente el Check List

compuesto que consiste únicamente en listar las acciones y factores ambientales sin discutirlos, el grupo multidisciplinario de evaluación de impactos ambientales elaboró esta lista de chequeo sobre la base de una lluvia de ideas denominada técnica Delphi, soportada bajo la amplia experiencia del grupo evaluador; posteriormente se aplica simultáneamente la técnica “Ad hoc”, y su ponderación, con dicha metodología se obtuvieron las tablas de identificación de impactos. Las fuentes de cambio provocadas por la obra y que afectan al Sistema Ambiental se muestran en la lista de cotejo correspondiente a las actividades del proyecto. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del sistema ambiental, a partir de las acciones de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente, resulta extremadamente útil para las distintas fases de un proyecto, incluyendo los indicadores particulares para el proyecto, los cuales se utilizarán posteriormente.

V.2. Características de los Impactos.

Las actividades del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el listado de chequeo y el análisis respectivo del factor en el cual inciden los impactos ambientales producidos.

Tabla V. 10. Listados de Actividades del proyecto.

ETAPA	ACTIVIDAD
PREPARACIÓN DEL SITIO.	1) Trazo y Delimitación DDV
	2) Desmante de la vegetación.
	3) Despalme del suelo.
	4) Excavación.
	5) Demolición de Infraestructura Presente (Carpeta Asfáltica).
CONSTRUCCIÓN (OBRAS PRINCIPALES).	6) Demolición de Infraestructura Presente (Puente).
	7) Nivelación.
	8) Zapatas de cimentación.
	9) Pilotes.
	10) Plataforma de puente.
	11) Construcción de Muros de Contención.
	12) Juntas de Dilatación.
	13) Sistema de drenaje.
	14) Parapetos, Guarnición y Banqueta.
	15) Colocación de Carpeta Asfáltica (Carretera).
	16) Colocación de Carpeta Asfáltica (Puente).
	17) Acarreos de material.
	18) Obras complementarias (patio de maquinaria, bodega y almacén).
	19) Manejo de residuos de obra.
	20) Señalamientos.
	21) Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.
OPERACIÓN.	22) Tránsito.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	23) Programa de Vigilancia.
	24) Bacheo, pintura y señalización.
	25) Mantenimiento de superestructura
	26) Sistema de Prevención de Accidentes
	27) Mantenimiento de Carpeta.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 11. Lista indicativa de indicadores de impacto.

ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	1. Denudación
		2. Movimientos de materiales
	GEOLOGÍA	3. Material (tipo de roca)
		4. Afloramientos rocosos
	SUELO	5. Unidad de suelo (tipo)
		6. Erodabilidad
	AIRE	7. Composición gaseosa
		8. Aero partículas minerales
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	9. Acústica
		10. Dinámica hidrológica
		11. Calidad del agua
BIÓTICOS	VEGETACIÓN (ACUÁTICA Y TERRESTRE)	12. Avenidas
		13. Diversidad de la vegetación
	FAUNA (ACUÁTICA Y TERRESTRE)	14. Abundancia de la vegetación
		15. Diversidad de la fauna
	PAISAJE	16. Abundancia de la fauna
		17. Sucesión ecológica
		18. Calidad visual
SOCIAL	USO DE SUELO	19. Fragilidad
		20. Uso potencial
	ELEMENTOS URBANOS	21. Uso actual
		22. Vialidad y transporte
		23. Demografía

ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL	24. Seguridad en el trabajo
		25. Calidad de vida
		26. Generación de empleo
	ECONOMÍA	27. Medios de comunicación
		28. Consumo de bienes y servicios
		29. Actividades Antropogénicas.

Fuente: BIOTA, 2021.

De esta forma se identificaron **27 Actividades** durante todas las etapas programadas del proyecto y **29 Elementos** del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se llevó a cabo la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y de manera subsecuente se determinó el nivel de impactabilidad de las actividades y, por otra parte, se estableció el diseño de las medidas de mitigación, tendientes a reducir el nivel de afectación a que estarán sometidos cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice, que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir, dentro de una escala predeterminada y porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. Finalmente, se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconocen los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto. Con la lista simple anterior se elaboró una lista de chequeo compuesta que identifica impactos ambientales en cada una de las etapas del proyecto, los cuales se analizan agrupados y bajo el contexto de integralidad. De acuerdo con la lista de chequeo se tiene la siguiente evaluación de Impactos ambientales:

Preparación del Sitio.

- ✓ **Biota:** La necesidad de modificar y consolidar el uso potencial del suelo tendrá como necesidad inmediata la eliminación de los individuos arbóreos y arbustivos ornamentales; como efecto secundario será el ahuyentado y salida temporal de organismos de la fauna, como peces, reptiles, mamíferos y aves, que retornarán con la integración de las áreas verdes que se conservaran a lo largo del derecho de vía del proyecto, y una vez terminada las actividades pertinentes, teniendo como una prioridad la restricción al personal y trabajadores, de no molestarlos ni lastimarlos ni extraer individuos de flora o fauna silvestre; en este sentido, únicamente se espera su ahuyentado y probable reubicación temporal durante esta etapa del proyecto, es importante señalar que en la zona existe una considerable perturbación ambiental motivo por el cual el impacto antes señalado no se considera considerable. Sin embargo la mayor afectación corresponderá al impacto generado por la eliminación de elementos de la vegetación y que fueron descritos en el Capítulo IV, recordando que una parte de estas zonas se encuentran perturbadas por actividades antropogénicas, así mismo se señala que las afectaciones serán de manera puntual por lo que el resto de las zona de SAR son áreas sin afectación a causa del proyecto y que corresponden al resto del área del SAR que no recibirá ningún tipo de impacto o en lugares destinados fuera del derecho de vía del área de del proyecto, así como la restricción de no producir ningún tipo de afectación ni aprovechamiento de los materiales de la vegetación.

- ✓ **Suelo:** Las afectaciones sobre el suelo, provienen de las actividades como son: Desmonte, Despalme, Cortes, Excavación, Movimiento de tierras, Nivelación y Compactación, las cuales modificarán los horizontes superficiales y modificarán las propiedades del suelo, con un impacto permanente e irreversible; se tiene una ponderación baja, debido a que la zona donde se pretende realizar el proyecto se encuentra dominado por suelos someros y pedregosos, sobre los cuales se ha establecido la zona urbana de Barra Vieja con sus respectivos bienes y servicios. La infraestructura del Proyecto, por su naturaleza, tendrá que ocupar y modificar la superficie de los accesos existentes del puente a sustituir; sin embargo, es importante recalcar que será únicamente en una zona específica y puntual, necesaria para realizar el cambio del puente existente que presenta actualmente fallas estructurales, lo cual generará un reducido volumen de residuos de suelo y material geológico de los horizontes alterados y superficiales del suelo únicamente en las áreas de terraplén y que deberán ser rescatados y aprovechados para desarrollar diferentes medidas de mitigación y compensación.
- ✓ **Calidad del aire:** Las actividades antes descritas presentan un constante movimiento de vehículos, materiales y maquinaria, que emitirán a la atmósfera partículas fugitivas y gases de combustión que alterará de manera temporal la calidad del aire, la cual puede disminuir y puede ser controlada durante el periodo de lluvias. La preparación del sitio involucra el movimiento de maquinaria y consumo de combustible (Diésel) que emite gases, humos y partículas sólidas asociado a la operación del equipo, que serán adicional a la carga de contaminantes emitidos por vehículos automotores que circulan en la trayectoria. Otro impacto es la generación de ruido de baja intensidad, intermitente y temporal, menor de 95 dB, por la operación de la maquinaria, durante el tiempo de operación del equipo, la población se encuentra alejada y no estará bajo ese efecto, lo cual se considera un impacto de baja magnitud e importancia, intermitente, esporádico, puntual y totalmente reversible, al cese de actividades.
- ✓ **Paisaje:** El cambio de los atributos del paisaje se identifica con un deterioro inicial, sobre todo durante la etapa de preparación y construcción; además es importante señalar que la zona del Sistema Ambiental Regional se encuentra prácticamente provista de un uso de suelo casi completamente modificado en lo que antes existían grandes extensiones de manglar y selva, ahora existen paisajes agrícolas-urbanos con algunos mosaicos de vegetación secundaria arbórea de selva, es decir existen modificaciones del paisaje y sus condiciones naturales debido a las actividades antropogénicas, existiendo una fuerte presión de quema por la actividad agrícola que se presenta, así que las modificaciones serán muy perceptibles, pero restringida y focalizada al área mínima del proyecto; será un impacto permanente, irreversible y no mitigable al final de la obra.
- ✓ **Factores socioeconómicos:** La integración del proyecto, desde la preparación del sitio, favorecerá la movilidad y seguridad para la circulación de vehículos, y será necesario la integración de mano de obra para esta etapa y las subsecuentes. Esta etapa generará empleos para personal no calificado o escasamente calificado, por lo que la población recibirá este beneficio y se favorecerá la economía local. Esto conlleva a un ingreso familiar del trabajador, con un consecuente beneficio directo y encaminado al mejoramiento de su calidad de vida. Este impacto, a pesar de ser benéfico es temporal, positivo, reversible, pero significa un efecto social de una trascendencia importante, sobre todo en este momento de la economía nacional. Por otra parte, los efectos negativos, se asocian a la llegada y presencia de trabajadores, dado que habrá un incremento en la generación de residuos sólidos y líquidos, de carácter temporal. Sin embargo, se tienen contemplados módulos sanitarios con la finalidad de mitigar los efectos generados por los

trabajadores durante la preparación del sitio. Así como el manejo de los residuos generados, desde su identificación, envasado, almacenamiento temporal y transporte fuera del predio a sitios destinados para dicho fin.

Construcción.

- ✓ **Suelo:** El movimiento terrestre de la maquinaria podría accidentar la superficie del sitio por el que se desplace, debido a la alta presión que ejerce su peso (tonelaje) sobre el suelo de esa unidad ambiental, podría contribuir al aumento en la erosión. Durante el proceso de construcción, el estrato de suelo que brinda protección al manto freático de la zona del cauce se verá disminuido dadas las excavaciones que se realizarán para cimentar las diversas estructuras (pilotes y alerones).
- ✓ **Bióticos:** Para este momento la fauna se habrá retirado de la zona y habrá un efecto compensatorio y benéfico sobre los atributos ambientales, principalmente sobre el estrato y cobertura vegetal, ya que las comunidades adyacentes a la zona actualmente seguirán cuidándose y manteniéndose. Las afectaciones a la fauna son negativas, reversibles y temporales, al inicio de la etapa, pero al final de esta, los efectos positivos de las comunidades naturales presentes ocasionan efectos benéficos al retorno permanente de organismos faunísticos menores y aves presentes en la región.
- ✓ **Agua:** Se puede generar una contaminación debido a la demolición de la infraestructura presente, si no se lleva de acuerdo al método proyectado para su eliminación, el cual es significativamente amigable con el ambiente, ya que evita contaminación por caída de materiales y por consiguiente modificación a los patrones hidrológicos. Las afectaciones a la fauna son negativas, reversibles y temporales, al inicio de la etapa, pero al final de esta, los efectos positivos es la eliminación de la infraestructura en mal estado y que puede producir un riesgo latente.
- ✓ **Aire:** La calidad del aire se alterará de igual manera que en la etapa de preparación, pero con total disminución en la generación de polvos fugitivos; partículas dispersas y combustión de equipos y vehículos, asociados a la descarga de materiales de construcción, así como la eliminación de escombros y materiales que no son útiles como relleno y mejoramiento del terreno, estos impactos son totalmente temporales, intermitentes, mitigables y puntuales, sin afectaciones más allá de su tiempo de duración.
- ✓ **Paisaje:** El paisaje en esta fase del proyecto será conducido paulatinamente hacia su diseño previo y obviamente a su concepción final, produciendo un efecto permanente, irreversible sobre los atributos naturales de la zona del sitio, ocasionará un efecto visual de baja trascendencia; en comparación con los impactos negativos, los cuales tienen un carácter estético visual permanente, pero de baja magnitud, dado que el entorno actual habrá de modificarse de manera positiva con respecto a las condiciones naturales del proyecto, que se adaptaran y habrá de mejorar el uso potencial de suelo de la zona.
- ✓ **Factores socioeconómicos:** Los impactos socioeconómicos benéficos están asociados a la generación de empleos, durante la etapa de construcción se requerirá también de personal altamente calificado y no calificado, lo que tendrá un impacto positivo de baja magnitud, moderada importancia, temporal y reversible al término de la obra. Dentro de los aspectos negativos se observará la generación de ruidos, polvos, residuos sólidos, movimiento vehicular local y presencia de trabajadores modificando las

actividades y hábitos normales de la vida cotidiana, que está acostumbrada a la ausencia de personas externas, necesarios para la construcción de esta vialidad, su conexión entre diferentes localidades y que se asocia a un mayor tráfico de vehículos particulares privados, pasajeros y de carga. Este impacto es local, reversible, temporal y de baja importancia.

Operación.

- ✓ **Suelo:** Este elemento puede sufrir impactos importantes, si la disposición de residuos sólidos y líquidos resulta inadecuada; el impacto sería de baja magnitud, dada la escasa generación de residuos derivados de la operación; sin embargo, para el manejo de residuos se tiene contemplada su identificación, envasado, almacenamiento, recolección y disposición fuera del predio en sitios ex profeso; el impacto positivo será la generación de fuentes de empleo y la sustitución del puente vehicular con la finalidad de favorecer la movilidad y seguridad del tránsito de los vehículos; De esta forma el impacto es de carácter benéfico, permanente, regional, irreversible y con efectos sinérgicos.
- ✓ **Agua:** El líquido utilizado en esta etapa será baja, destinado a los servicios para los vehículos en bajos volúmenes. El impacto es negativo, local, permanente y mitigable.
- ✓ **Aire:** Este atributo se altera, aunque de manera muy similar, dado que se incrementa el número de vehículos, pero con menores emisiones; toda vez que se encuentre en funcionamiento, las emisiones serán locales, reversibles y mitigables.
- ✓ **Socioeconómicos:** Se generarán empleos permanentes, así mismo la movilidad vehicular, de productos y personas se hará más efectiva y segura, habrá de desencadenar una mejora económica para la Población, Municipio, Estado y Federación; además se tiene el efecto sinérgico de promover mayores posibilidades de alcanzar una mayor seguridad para el tránsito vehicular y disminución de accidentes. La generación de residuos sólidos no dejará de estar presente, esta afectación será local, controlable, de baja magnitud, mitigable y permanente. Pero el mayor impacto generado es contar con una infraestructura segura para la población.

Mantenimiento.

- ✓ **Bióticos:** Los elementos de fauna menor, los cuales se desplazaron al inicio de la preparación del sitio, podrán volver y formar nuevamente una comunidad, ya que se acostumbrarán a la operación, así mismo un adecuado programa de conservación que se tendrá garantizará la existencia de fauna silvestre y flora natural en el proyecto, así mismo con el precepto de no molestar a los organismos presentes, ayudará a un hábitat favorable de la fauna.
- ✓ **Socioeconómicos:** El mantenimiento de todas las instalaciones es la respuesta a la necesidad de garantizar la operación del proyecto, una mayor y mejor movilidad, el incremento de la seguridad y reducción de accidentes vehiculares, así como el alargamiento de su vida útil, refrendando la pertinencia y factibilidad de seguridad, ambiental, social y económica de este tipo de proyectos. Es un impacto positivo, a largo plazo, permanente, local y sinérgico. Como efecto secundario, la posible etapa de abandono del sitio no se tiene contemplada en mínimo 100 años, en caso de presentarse se deberá contar con información que permita evaluar la posibilidad de recuperar las características ambientales que existían antes del desarrollo

del proyecto o decidir si lo más factible es dirigir las actividades hacia su rehabilitación. Es un impacto permanente y benéfico, de magnitud moderada, pero de alta importancia ambiental, económica y social.

Tabla V. 12. Componentes y factores del entorno.

SISTEMA	SUBSISTEMA	COMPONENTE	FACTOR	INDICADOR DE IMPACTO	
Medio Físico.	Abiótico.	Aire.	Calidad del Aire.	Incremento de partículas, emisión visible de polvos y gases y la percepción de olores desagradables.	
			Visibilidad.	Percepción del sentido de la vista donde se reduce la distancia a que pueden reconocerse o verse los objetos.	
			Nivel de ruido.	Incremento de decibeles.	
		Geología y Geomorfología.	Relieve y microrelieve.	Geología y Geomorfología.	Cambios del terreno que generan modificaciones en las propiedades del geológicas, del relieve o escorrentías naturales.
				Estructura.	Cambios en los horizontes y propiedades del suelo.
		Suelo.		Calidad.	Cambios en las características químicas del suelo, por la adición de sustancias extrañas o diferentes tipos de residuos.
				Uso del suelo.	Modificación de vocación natural o existente del suelo.
				Erosión.	Pérdida de horizontes del suelo, bajo una condición de uso del suelo preexistente o actividad.
				Usos de agua superficiales.	Alteración de flujos de aguas superficiales.
		Hidrología Superficial.		Calidad.	Uso y generación de aguas residuales.
	Cambios en las características biológicas, físicas y químicas del agua.				
Medio Biótico.	Flora.	Terrestre y Acuática.	Abundancia.	Cambios en la estructura y composición de las comunidades vegetales que afectan la cobertura vegetal	
			Estatus de conservación.	Número de especies protegidas y /o endémicas	
	Fauna.	Terrestres y Acuática.	Abundancia.	Cambios en la estructura y composición de comunidades de fauna.	
			Estatus de conservación.	Número de especies protegidas y /o endémicas	
Medio socioeconómico.	Perceptual.	Unidades de paisaje.	Cualidades escénicas.	Percepción e interpretación mental de cambios en la calidad del entorno natural por la inclusión de elementos exógenos.	
			Nivel de empleo.	Cambios en la estructura de percepciones económicas de asalariados.	
	Económico.	Economía.	Valor del suelo.	Modificación repentina en el precio del terreno.	
			Desarrollo regional	Cambios en la estructura económica regional que modifica los niveles de vida debido a la demanda de insumos por el proyecto.	
			Infraestructura.	Equipamiento.	Cambios en la estructura de componentes de importancia social que contribuyen al adecuado funcionamiento de la sociedad.

Fuente: BIOTA, 2021.

El cuadro siguiente, contiene una lista de factores ambientales y socioeconómicos, que pueden interactuar con las actividades del proyecto, es decir posibles factores a ser afectados.

Tabla V. 13. Factores susceptibles de afectación y su instrumento legal de regulación del proyecto.

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR
Abiótico.	Aire.	Niveles de ruido.	Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación originada por la Emisión del Ruido de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, el Art. 11 establece la máxima emisión de ruido permisible para fuentes fijas. El nivel máximo permisible es de 68 dB(A), entre 6:00 y 22:00 (por el día) y 65 dB(A) entre 22:00 y 6:00 (por la noche).
			NOM-080-SEMARNAT-1994. Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
		Calidad del aire.	NOM-041-SEMARNAT-2015. Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
			NOM-043-SEMARNAT-1993. Límites máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
			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 utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos.
			NOM-045-SEMARNAT-2017. Niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.
			NOM-050-SEMARNAT-1993. Niveles máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas L.P., gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
			NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. - Criterios para evaluar el valor límite permisible para la concentración de material particulado y para la concentración de partículas suspendidas totales PST, partículas menores de 10 micrómetros PM ₁₀ y partículas menores de 2.5 micrómetros PM _{2.5} de calidad del aire ambiente.
	NOM- 085-SEMARNAT-2011. Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.		
	Geomorfología.	Relieve.	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en el relieve, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental definido.
	Edafología.	Calidad del suelo.	NOM-138-SEMARNAT/SS-2003. Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y especificaciones para su caracterización y remediación. INEGI, Grados de Erosión del Suelo. Guía para la Interpretación de Cartografía de Uso Potencial del Suelo, 2005.
		Estructura.	Dado que no existe normatividad aplicable que regule cambios en la estructura, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales por obras y actividades de un proyecto, en un SA determinado.
	Hidrología Superficial.	Patrón de drenaje.	Dado que no existe normatividad aplicable que regule el cambio en patrón de drenaje, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental definido.
		Calidad del agua.	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. NOM-003-SEMARNAT-1997. Límites máximos permisibles de contaminantes para aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
	Residuos.	Residuos sólidos.	NOM-161-SEMARNAT-2011. Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de estos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
Residuos peligrosos.		NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y listado de residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005.	
Hidrología Subterránea	Disponibilidad y uso del agua	Dado que no existe normatividad aplicable que regule la Disponibilidad y uso de agua subterránea, debe indicarse que el Procedimiento de Evaluación en materia de Impacto Ambiental es un instrumento de carácter preventivo que evalúa, <i>inter alia</i> , el efecto negativo sobre los componentes ambientales derivado de las obras y actividades de un proyecto, en un Sistema Ambiental determinado, aspectos incluidos en este Capítulo.	

MEDIO	COMPONENTE	INDICADOR AMBIENTAL	REGULADOR DE INDICADOR	
Biótico.		Recarga del acuífero	Condiciones particulares de descarga de acuerdo con lo que emita la CONAGUA.	
		Calidad del agua	NOM-001-SEMARNAT-1996. Límites Máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	
	Vegetación.	Estructura y composición de comunidades.	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
		Especies con estatus de protección.		
	Fauna.	Abundancia y distribución de comunidades.	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
		Disponibilidad del Hábitat		
		Especies con estatus de protección.		
	Paisaje.	Características del paisaje.	NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para la inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo.	
	Socioeconómico.	Población y trabajadores.	Oferta de empleo.	
			Seguridad.	
Servicios e infraestructura.		Demanda de insumos y servicios.		
		Infraestructura.		

Fuente: BIOTA, 2021.

MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS.

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada una de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de impacto ambiental:

Tabla V. 14. Posibles Interacciones entre las Actividades y Atributos Ambientales del proyecto.

TOTAL, DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO.	TOTAL, DE ATRIBUTOS AMBIENTALES.	TOTAL, DE INTERACCIONES.
27 Actividades.	29 Elementos.	783

Fuente: BIOTA, 2021.

Dado lo anterior, a continuación, se presentan las siguientes matrices realizadas, con las interacciones de impactos identificados, así como la evaluación, ponderación y descripción de estos. De manera complementaria, se presentan los cuadros con la base de la calificación de diez criterios, donde se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. De esta forma se incluyen por cada etapa y obra o actividad, los siguientes productos:

- ✓ Matriz de identificación de impactos, que incluye solo la interacción entre las actividades del proyecto y los atributos del medio.
- ✓ Cuadro de evaluación del impacto, donde se utilizan diez criterios, con valores de 0 a 2, negativos y positivos, que se asignan a las 10 categorías respectivas de los impactos ambientales.

Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto, y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente clasificación de los impactos identificados.

Tabla V. 15. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación.

IMPACTO BAJO	IMPACTO MEDIO	IMPACTO ALTO
5-10	11-16	17-22

Fuente: BIOTA, 2021.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

La identificación de los impactos ambientales se hace a partir de la matriz de interacción entre las actividades del proyecto con los elementos de afectación del medio natural y socioeconómico. Se identificaron un total de 247 impactos ambientales o "interacciones", distribuidos de la siguiente forma:

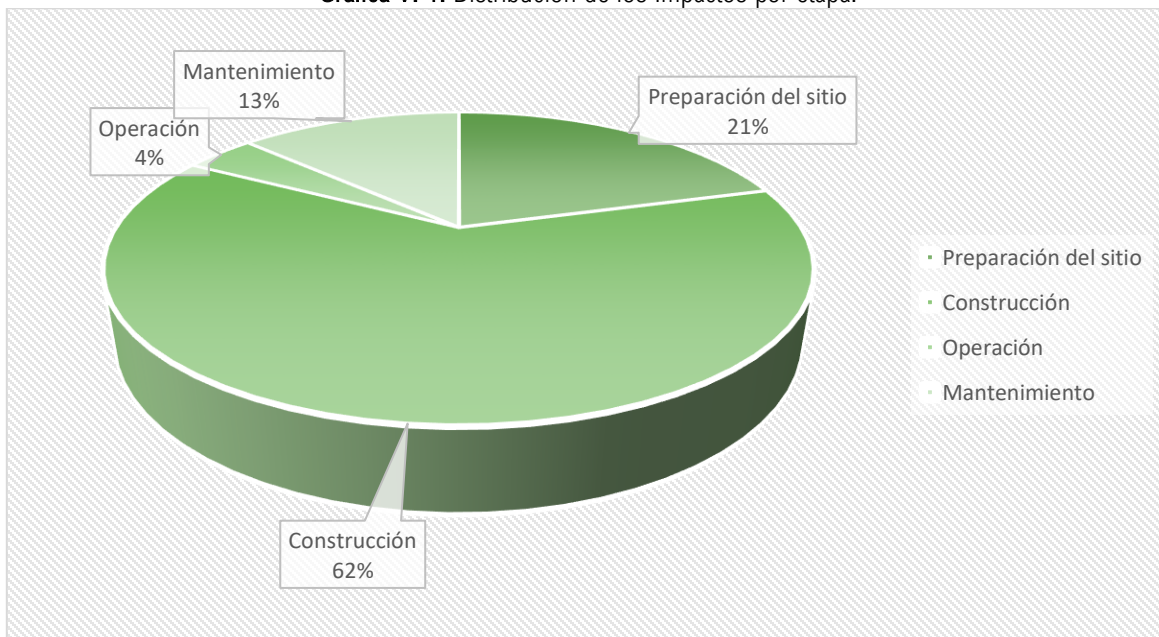
Tabla V. 16. Distribución de los Impactos por etapa.

ETAPA	NUMERO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS	PORCENTAJE
Preparación del sitio	51	20.65 %
Etapa de Construcción	154	62.35 %
Etapa de Operación	10	4.05 %
Etapa de Mantenimiento	32	12.96 %
TOTAL	247	100.0 %

Fuente: BIOTA, 2021.

La siguiente gráfica resume estos valores y su distribución de los impactos por etapa del proyecto:

Gráfica V. 1. Distribución de los Impactos por etapa.



Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 17. Matriz ponderada de impactos ambientales.

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO."			PREPARACIÓN DEL SITIO															CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN			ABANDONO					SUMA TOTAL	
ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS	TRAZO Y DELIMITACIÓN DDV	DESMONTE DE LA VEGETACIÓN	DESPALME DEL SUELO	EXCAVACIÓN	DEMOLICIÓN CARPETA ASFÁLTICA	SUMA	DEMOLICIÓN PUENTE	NIVELACIÓN	ZAPATAS DE CIMENTACIÓN	PILOTES	PLATAFORMA DE PUENTE	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN.	JUNTAS DE DILATACIÓN	SISTEMA DE DRENAJE	PARAPETOS, GUARNICIONES Y BANQUETAS	COLOCACIÓN CARPETA ASFÁLTICA CARRETERA	COLOCACIÓN CARPETA ASFÁLTICA PUENTE	ACARREOS DE MATERIAL	OBRAS COMPLEMENTARIAS	MANEJO DE RESIDUOS DE OBRA	SEÑALAMIENTO	DESMANTELAMIENTO	SUMA	TRÁNSITO	SUMA	PROGRAMA DE VIGILANCIA	BACHEO, PINTURA Y SEÑALIZACIÓN	MANTENIMIENTO DE SUPERESTRUCTURA	MANTENIMIENTO DE PARAPETOS	MANTENIMIENTO DE CARPETA	SUMA	SUMA			
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	Denudación					1	1		1	1	1		1				1							5		0							0	6		
		Movimientos de materiales					1	1		1	1	1		1								1				5		0						0	6		
	GEOLOGÍA	Materiales (tipo de roca)				1		1		1	1	1		1												5		0						0	6		
		Afloramientos rocosos				1		1					1													1		0						0	2		
	SUELO	Unidad de suelo (tipo)			1		1	2	1	1				1					1							4		0			1	1	2	8			
		Erodabilidad			1		1	2	1	1				1	1								1			5		0				1	1	1	8		
	AIRE	Composición gaseosa			1	1	1	3	1	1				1	1			1	1	1	1		1				9	1	1					1	1	14	
		Aero partículas minerales			1	1	1	3	1	1				1	1				1	1	1		1				6	1	1					0	10		
		Acústica			1	1	1	3	1	1			1	1	1			1	1	1	1		1				9	1	1					0	13		
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica hidrológica				1	1	2	1				1					1	1	1						5		0						0	7		
		Calidad del agua				1	1	2	1	1								1	1	1						6		0		1		1	2	10			
		Avenidas				1	1	2	1											1						2		0		1			1	5			
BIÓTICOS	VEGETACIÓN (TERRESTRE Y ACUÁTICA)	Diversidad de la vegetación		1			1	1																	1		0			1			1	3			
		Abundancia de la vegetación		1			1	1	1	1																5		0						0	6		
	FAUNA (TERRESTRE Y ACUÁTICA)	Diversidad de la fauna		1			1	2	1											1						2		0						0	4		
		Abundancia de la fauna		1		1	1	3	1				1										1			5	1	1	1					1	10		
	PAISAJE	Sucesión ecológica			1	1		2															1				1		0						0	3	
Calidad visual				1		1	2	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1					8		0		1				1	11			
Fragilidad				1			1	1				1				1						1				4		0						0	5		
SOCIAL	USO DE SUELO	Uso potencial	1			1	2	1	1			1		1			1	1	1							7		0						0	9		
		Uso actual	1			1	2	1													1					2		0						0	4		
	ELEMENTOS URBANOS	Validad y transporte				1	1	1	1					1	1		1	1	1							8	1	1	1		1			1	3	13	
		Demografía					0																				0	1	1		1		1	2	3		
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL	Seguridad en el trabajo				1	1	2	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1		1				11		0						0	13	
		Calidad de vida		1			1	2	1						1			1	1	1						5	1	1	1	1	1	1	1	4	12		
	ECONOMÍA	Generación de empleo	1		1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1	15	1	1	1	1	1	1	1	5	25		
		Medios de comunicación					1	1	1					1	1	1	1	1	1	1						6	1	1	1		1	1	1	4	12		
		Consumo de bienes y servicios			1		1	2	1	1	1	1	1	1	1			1	1	1		1				11		0	1					1	14		
		Actividades Antropogénicas					0										1									1	1	1	1		1		1	3	5		
TOTAL			3	5	10	12	21	51	22	15	8	13	10	14	2	5	12	14	16	6	3	12	1	1	154	10	10	7	2	9	4	10	32	247			

Fuente: BIOTA, 2021.

Con la finalidad de realizar un análisis técnico respecto al incremento de la pérdida de conectividad de los ecosistemas del Sistema Ambiental Regional y la disminución de hábitats para la fauna causados por el Proyecto de la “**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**”, se realiza un análisis de fragmentación del paisaje. La fragmentación del paisaje es el resultado de transformar grandes parches de hábitats en otros más pequeños y más aislados fragmentos de hábitat. Este proceso es más evidente en regiones urbanizadas o si no de regiones intensivamente usadas, en donde la fragmentación es el producto de la unión de áreas edificadas mediante infraestructuras lineales, tales como caminos y vías férreas. A pesar de muchas mejoras en la legislación para proteger mejor la biodiversidad, reducir la contaminación, y mejorar la calidad del agua, la expansión urbana aún está aumentando y la construcción de nueva infraestructura de transporte continúa a paso veloz. Como consecuencia, la fragmentación de paisajes está creciendo y la red ecológica restante proporciona menor y menor conectividad. La fragmentación causada por la instalación de infraestructura del transporte tiene efectos significativos en varios servicios ecosistémicos (cubierta de suelos, clima local, emisiones de gases, hidrología, flora y fauna). Hasta cierta densidad dada, existe una relación positiva entre la densidad de los caminos y el aprovechamiento de servicios específicos, a partir de que la accesibilidad es un prerrequisito para el suministro de servicios. En cuanto a los servicios de regulación y mantenimiento, un número de servicios podrían ser seriamente afectados por el aumento en la fragmentación, tales como el movimiento de las especies, los servicios relacionados con el agua y la prevención de la erosión. Existen muchas medidas de paisaje para cuantificar la fragmentación del hábitat, una medida de fragmentación que ha sido presentada más recientemente y que ha sido ampliamente aplicado como un indicador para monitoreo ambiental en varios países como Suiza y Alemania, se trata del método del *tamaño efectivo de la malla*,

Se eligió el *tamaño efectivo de la malla* como medida de fragmentación porque este método agrega la información de fragmentación del paisaje en un valor único que puede ser fácilmente obtenido e interpretado, aunado a otra series de ventajas que a continuación se presentan:

- Toma en cuenta *todos* los fragmentos restantes en la “red” de infraestructura de transporte y zonas urbanas.
- Es conveniente comparando la fragmentación de regiones con diferentes áreas totales y con diferentes proporciones ocupadas por viviendas, industria, y estructuras de transporte.
- Su confiabilidad ha sido confirmada en el fundamento de nueve criterios de confiabilidad mediante una comparación sistemática con otras medidas cuantitativas (Jaeger, 2000, 2002).
- Puede ser ampliada para incluir la permeabilidad de la infraestructura de transportación para animales o humanos para moverse en el paisaje (es decir, el efecto de filtro; Jaeger, 2002).

Primero se ejecuta un estudio previo a la introducción del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental, esto con la finalidad de conocer la pérdida de conectividad y el nivel de fragmentación obtenido una vez ingresado el proyecto, las siguientes medidas de fragmentación fueron las utilizadas para realizar dicho análisis (Jaeger, 2000):

(1) **Grado de coherencia (C)**. Se define como la habilidad de dos animales de la misma especie -colocadas al azar en una zona- de encontrarse entre sí:

$$C = \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{At} \right)^2.$$

Donde:

- n = número de parches;
- A_i = tamaño de los n parches ($i = 1, \dots, n$);
- A_t = área total de la región.

Alternativamente, C se puede entender como la probabilidad de que dos animales, los cuales han sido capaces de moverse a lo largo de toda la región antes de que los procesos de fragmentación tomaran lugar, se encuentren en la misma área parcial cuando la malla de las líneas y áreas de disección se colocan sobre la región.

(2) **Grado de división del paisaje (D):** Se define como la probabilidad de que dos lugares escogidos estocásticamente en el paisaje bajo investigación *no* estén situados en la misma área no seccionada, la fórmula para dicho grado se muestra a continuación:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^n \left(\frac{A_i}{A_t} \right)^2$$

(3) **Índice de división (S):** El índice de división (S) se define como el número de parches que uno obtiene cuando divide la región total en partes de igual tamaño de tal manera que esta nueva configuración Φ' conduce al mismo grado de división del paisaje (D) como el obtenido para Φ . Un cálculo simple resulta en:

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}$$

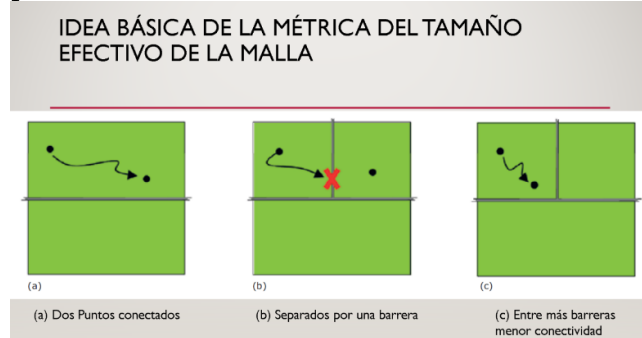
Si todos los parches de un área de distribución Φ tuvieran el mismo tamaño, entonces $\Phi = \Phi'$ y $S = n$. S puede interpretarse como el "número efectivo de la malla" de una malla Φ' con un tamaño de malla constante dividiendo la región en S parches los cuales todos tendrán el tamaño A_t/S .

(4) **Tamaño efectivo de la malla m ($MSIZ$):** Denota el tamaño de las áreas cuando la región bajo investigación se divide en S áreas (cada una con el mismo tamaño A_t/S) con el mismo grado de división del paisaje como para Φ :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2$$

Figura I. 1.

Imagen V. 1. Idea básica de la métrica del tamaño efectivo de la malla.



Fuente: BIOTA, 2021.

(5) **Índice de densidad (S):** Cuando un paisaje se caracteriza por el índice de división (S) entonces el número de “mallas” per-unidad de área está dado por la densidad de división:

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m}$$

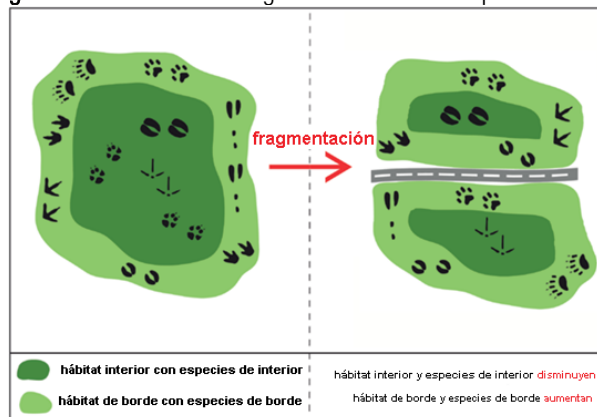
(6) **Producto neto (N):** Se define como el producto del tamaño efectivo de la malla, m, y el área total de la región:

$$N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2$$

Esta cantidad es la contraparte extensiva del tamaño efectivo de la malla (m).

Las tendencias en el cambio en el paisaje amenazan muchas poblaciones de fauna a causa de la conectividad reducida entre los fragmentos de hábitat prevaecientes (Marzluff et al., 2001; Forma et al., 2003). Los parches de hábitat están separados, reducidos en tamaño y cada vez más aislados. Además de la pérdida directa de hábitat a lo largo de las infraestructuras lineales (área ocupada por la infraestructura), una cantidad aún mayor de hábitat central se pierde debido a los efectos de borde (referirse a la siguiente imagen). Los parches de hábitat más pequeños fácilmente pierden especies clave, que contribuyen a la pérdida de biodiversidad en muchos países industrializados.

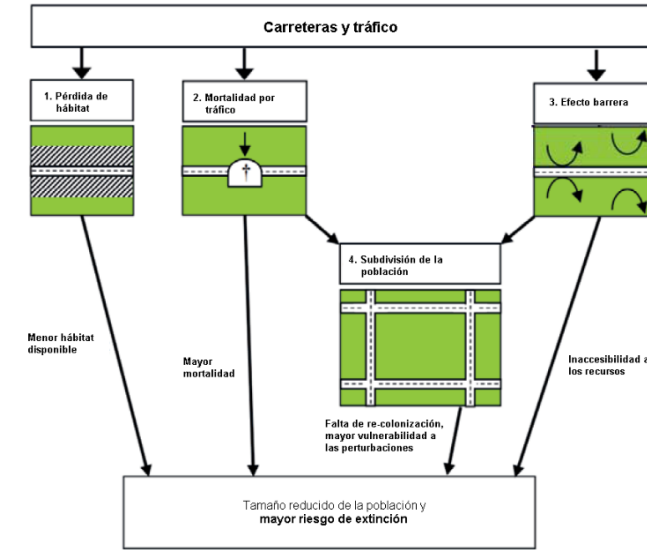
Imagen V. 2. Efecto de la fragmentación en las especies animales.



Fuente: BIOTA, 2021.

Existe un creciente cuerpo de evidencia de los impactos ecológicos negativos de los caminos, Fahriny y Rytwinski (2009) revisaron 79 estudios que proporcionan datos en los efectos a nivel de población (abundancia y densidad) y encontraron que, abrumadoramente, los caminos y el tráfico tienen un efecto negativo en la abundancia animal, con efectos negativos superando en número a los efectos positivos en un factor de uno a cinco. Los cuatro principales efectos de los caminos y el tráfico que afectan las poblaciones de fauna perjudicialmente son que ellos: disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a colisiones con otros vehículos; impiden el acceso a los recursos en el otro lado de la carretera; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y vulnerables (referirse a la siguiente imagen).

Imagen V. 3. Impactos de las carreteras y tránsito sobre el tamaño de las poblaciones animales.



Nota: Tanto la mortalidad por tráfico y el efecto barrera contribuyen a la subdivisión y aislamiento de la población.

Fuente: Jaeger et al., 2005b. Reproducido con permiso de Elsevier.

Fuente: BIOTA, 2021.

Con respecto con el análisis y la evaluación del nivel de fragmentación para el presente proyecto, se exhibe lo siguiente: El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie total de 2,293.95 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, un 23.02% corresponde con agua que equivalen con 528.07 hectáreas. En orden de importancia le siguen la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con un 21.13% que corresponden con 484.76 hectáreas, en tercer lugar, la vegetación de manglar ocupa 432.89 hectáreas, es decir un 18.87% del SAR, en cuarto lugar, la agricultura de temporal anual y permanente abarca 424.56 hectáreas, equivalentes con el 18.51%. Mientras en quinto lugar la zona urbana construida abarca 234.90 hectáreas, es decir un 10.24% del total del Sistema Ambiental Regional. La agricultura de temporal anual cubre 104.79 hectáreas, es decir un 4.57%. Finalmente, el uso de suelo designado como agricultura de temporal permanente ocupa 83.97 hectáreas que representan el 3.66%. En otras palabras, la vegetación natural ocupa un 44.15 % del Sistema Ambiental Regional que equivalen a 1,012.83 hectáreas. No obstante, gran parte de esta vegetación ha sido eliminada o alterada principalmente por diversos factores humanos, lo cual ha traído consigo una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura de composición florística heterogénea. Un 36.98% del Sistema Ambiental Regional se encuentra modificado completamente por agricultura de distintos tipos, y las localidades urbanas de Barra Vieja y San Andrés Playa Encantada (El Podrido). Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

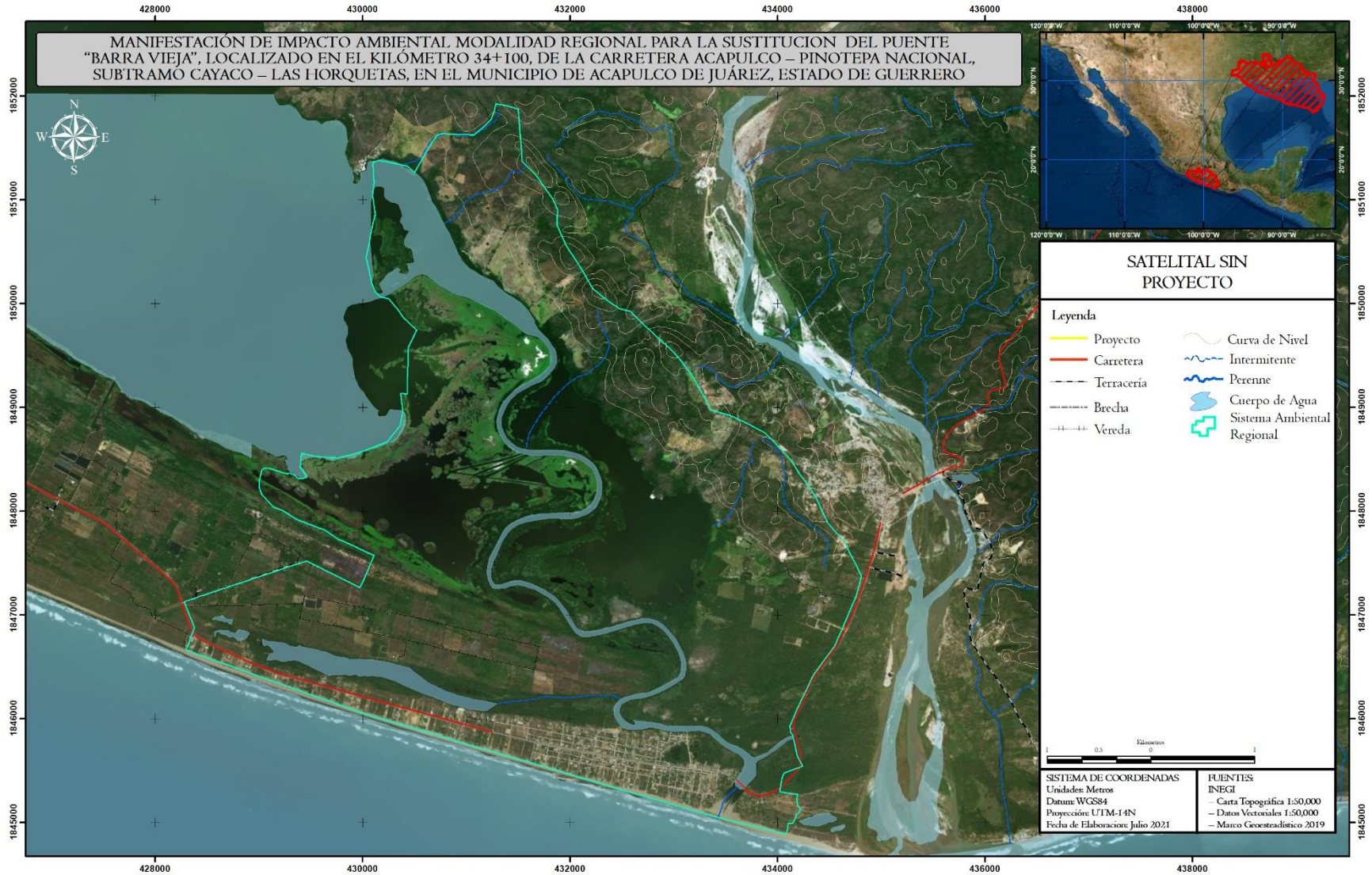
Tabla V. 18. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE	USO DE SUELO Y/O TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
AH	Urbano construido	234.90	10.24%
H20	Agua	528.07	23.02%
TA	Agricultura de temporal anual	104.79	4.57%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	424.56	18.51%
TP	Agricultura de temporal permanente	83.97	3.66%
VM	Manglar	432.89	18.87%
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	484.76	21.13%
TOTAL		2,293.95	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

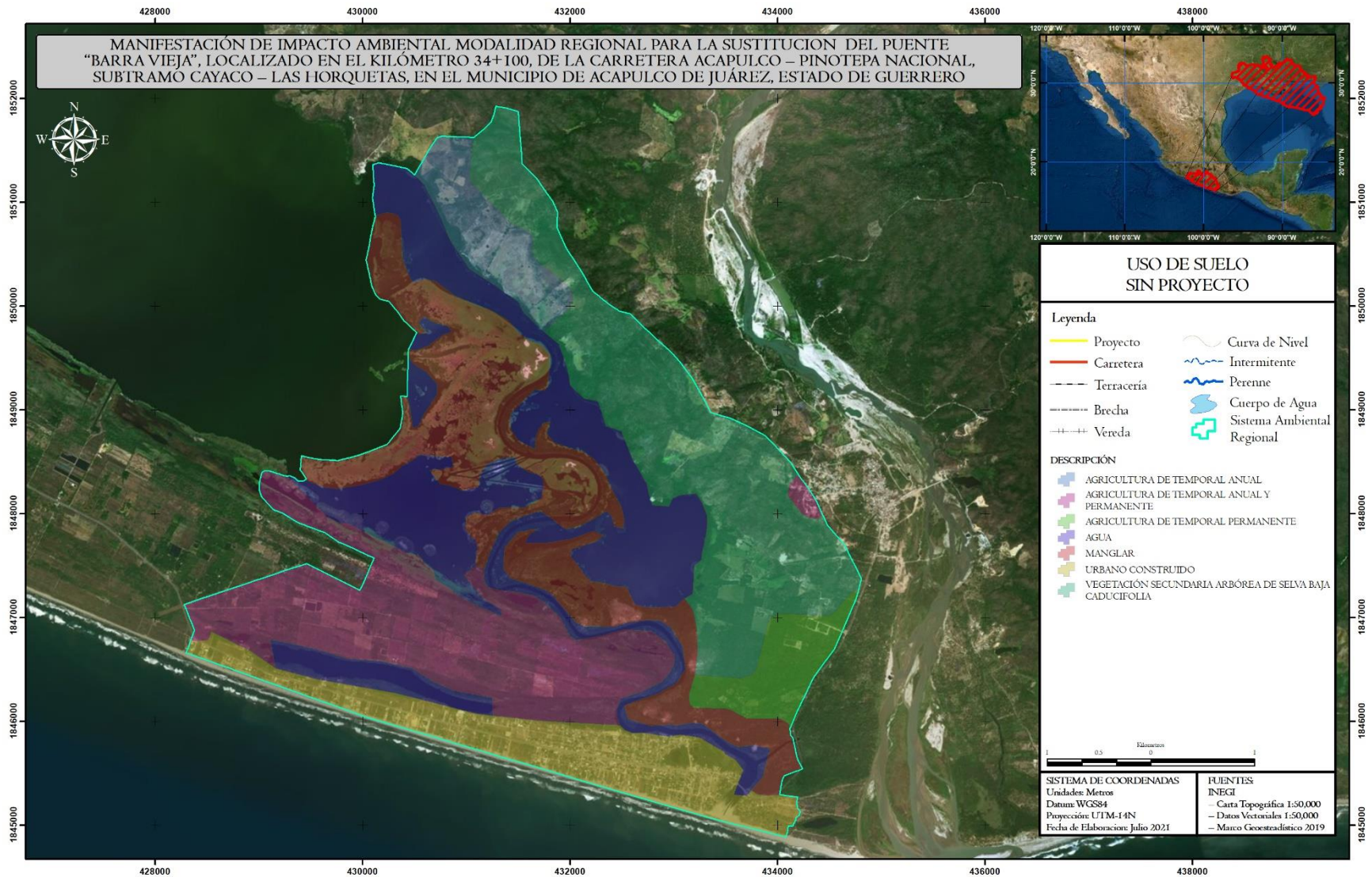
Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie del Sistema Ambiental Regional que ocupan los fragmentos de la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y manglar. Es decir, se trata de los fragmentos de hábitat prevalecientes en el cual el encuentro entre dos animales de la misma especie puede ocurrir. Ahora bien, el paisaje presenta fragmentación antropogénica causada principalmente por los caminos existentes, como son veredas, brechas, carreteras pavimentadas y de terracería que sirven de conexión entre las localidades urbanas y el puerto de Acapulco, dentro y fuera del SAR, particularmente la Carretera Acapulco-Pinotepa que atraviesa y parte el Sistema Ambiental Regional de manera longitudinal y que además es el objeto del estudio de Impacto Ambiental del presente estudio. Además, el cuerpo de agua de la Laguna Tres Palos particionan el Sistema Ambiental Regional de manera significativa. En las siguientes imágenes se puede verificar el estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambiental Regional:

Imagen V. 4. Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.



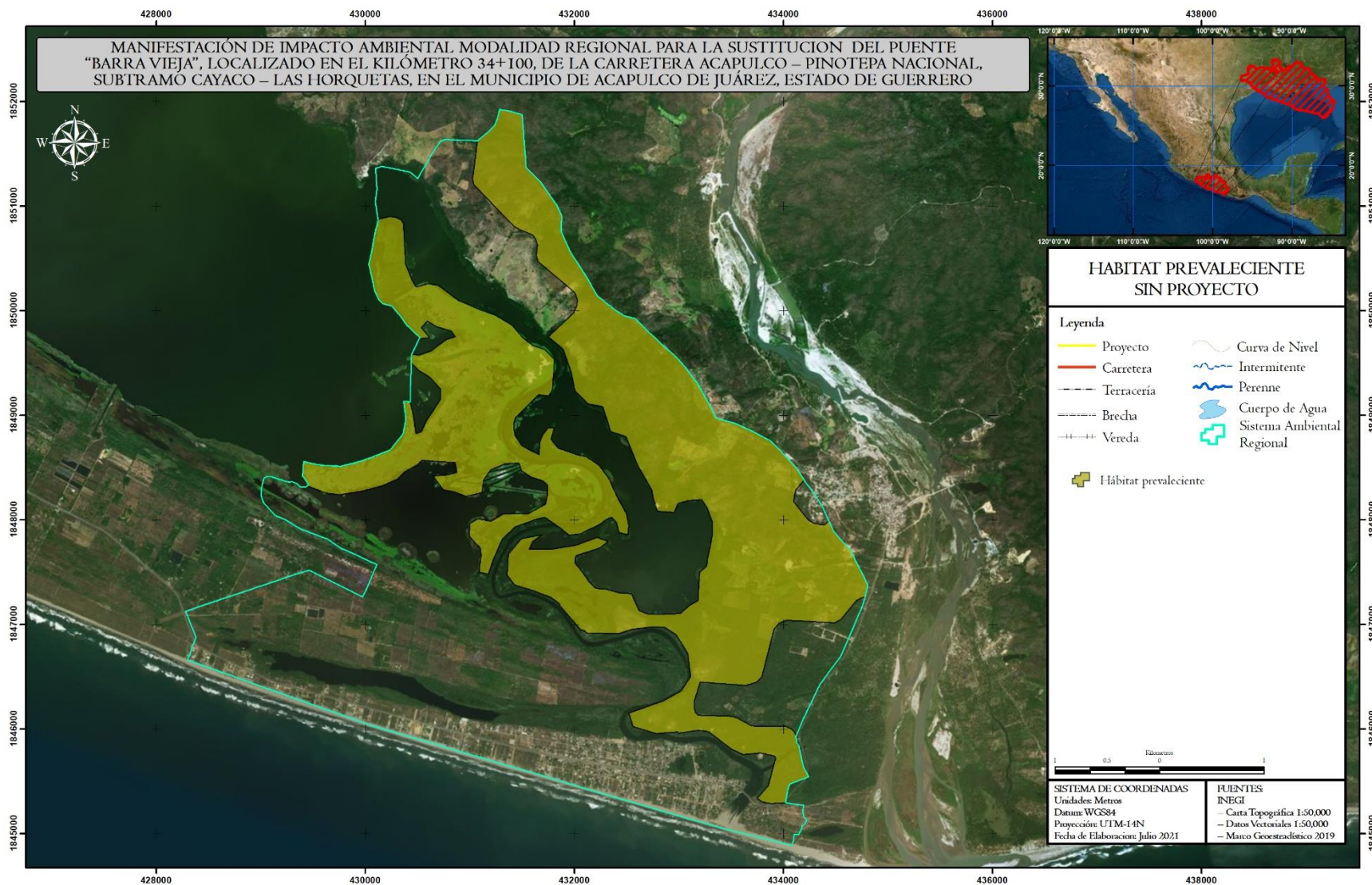
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 5. Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 6. Fragmentos de hábitat prevalecientes.



Fuente: BIOTA, 2021.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional, se obtienen un total de 5 fragmentos (referirse a las siguientes fotografías). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (brechas, veredas y carreteras pavimentadas y de terracería) y las zonas agropecuarias, en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje de manera antropogénica. Toda vez que la fragmentación es el producto de la unión de áreas edificadas mediante infraestructuras lineales, tales como caminos, como en nuestro caso que las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido), Barra Vieja, el puerto de Acapulco y Pinotepa, principalmente son comunicadas mediante carreteras pavimentadas y/o de terracería, además de otras localidades rurales que se comunican vía brechas o veredas. Es decir que en nuestro proyecto la vegetación secundaria prevaleciente de baja caducifolia y el manglar complementa el paisaje en el que se pueden encontrar dos animales de la misma especie, esto a sabiendas de que esto es prerequisite para la persistencia de las poblaciones animales. Cabe señalar que la Laguna Tres Palos particiona de manera significativa el Sistema Ambiental Regional.

Fotografía V. 1. Elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional.



Carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa.



Agricultura y cuerpo de agua perenne.



Agricultura y cuerpo de agua.



Cuerpo de agua.



Zonas urbanas.

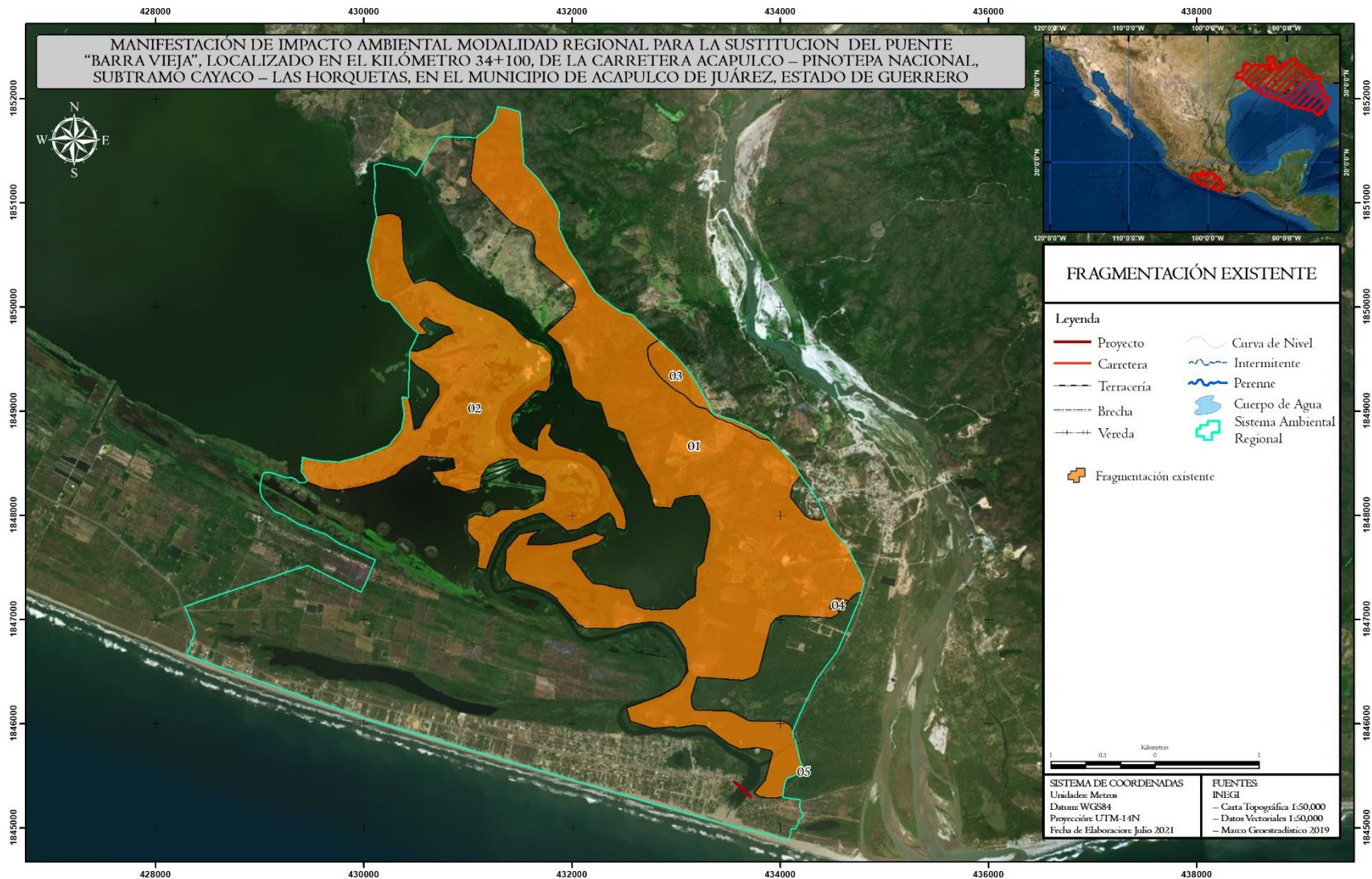


Zonas urbanas.

En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, se evidencian los elementos antropogénicos que fragmentan el hábitat prevaleciente de selva baja caducifolia, es decir los caminos de tipo brecha o vereda las carreteras pavimentadas y de terracería que disminuyen la cantidad y calidad de hábitat; aumentan la mortalidad debido a colisiones con otros vehículos; impiden el acceso a los recursos en el otro lado de la carretera; y subdividen las poblaciones animales en fracciones más pequeñas y más vulnerables.

Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 7. Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



Esto puede interpretarse como la probabilidad de dos animales de la misma especie, colocados en diferentes lugares en algún lugar de la región, de que puedan encontrarse entre sí, sin tener que cruzar una barrera tal como una carretera, área urbana, o un río principal. Por lo tanto, indica la habilidad de los animales de moverse libremente en el paisaje sin encontrarse con tales barreras. Si uno de los puntos (o ambos) se encuentra dentro de un elemento del paisaje fragmentado, por ejemplo, un área urbana, éste está separado de todos los demás puntos. Recordemos que es una condición previa para la sobrevivencia de una población.

De acuerdo con los datos obtenidos en el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de **53.34%**, es decir que la probabilidad de que dos animales de la misma especie colocados en áreas diferentes en algún lugar de la región se encuentren sí dentro de algún fragmento de la vegetación natural es **mediano**, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje **mediano** con el **46.66%**. Por otro lado, el fragmento que presenta mayor probabilidad de que el encuentro entre dos animales de la misma especie ocurra, es el fragmento 01 (superficie = 599.51 hectáreas) con el **42.68%**, mientras que el fragmento con menor probabilidad de presentar un encuentro entre animales de la misma especie es el fragmento 5, que presenta la menor probabilidad, en otras palabras, la conectividad en este fragmento es muy cercana a cero. En cuanto al **tamaño efectivo de la malla** es igual a **489.52 hectáreas**, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad **mediana** de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como caminos de tipo brecha o vereda o carreteras pavimentadas y/o de terracería, o de zonas agropecuarias y/o urbanas. Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó el siguiente resultado: **1.87**, lo cual es igual a decir que se deben obtener 1.87 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (**917.65 has/489.52 has**). En tanto que el número de “mallas” per-unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0020/ha o lo que es más conveniente **2.0 mallas por cada 1000 ha** (lo cual es simplemente una cuestión de cuántas veces el tamaño efectivo de la malla encaja en un área de 1000 ha), mientras que el producto del tamaño efectivo de la malla, m , y el área total de la región, es decir el producto neto (N) es igual a **449,205.28 ha²**. Todo esto se puede verificar en las siguientes tablas:

Tabla V. 19. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en la vegetación natural antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN EXISTENTE DENTRO DEL HÁBITAT PREVALECIENTE											
Fragmento número	Área por fragmento (ai) (ha)	Área total (at) (ha)	(ai/at) ²	C Grado de coherencia %	D Grado de división del paisaje %	(ai) ²	(at) ²	S Índice de división	MSIZ Tamaño efectivo de la malla (ha)	s Densidad de división (1/ha)	N Producto neto (ha ²)
01	599.514	917.65	0.426817999	53.34%	46.66%	359,416.90	842,084.68	1.87	489.52	0.0020	449,205.28
02	299.132		0.106260182			89,480.07					
03	17.501		0.000363739			306.30					
04	1.416		2.3794E-06			2.00					
05	0.089		9.35133E-09			0.01					

Fuente: BIOTA, 2021.

En la siguiente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (599.51 hectáreas) y con menor fragmentación a causa de barreras antropogénicas, por lo tanto, presenta la mayor probabilidad de que entre dos animales de la misma especie ocurra en nuestro paisaje, es decir el 42.68% (fragmento 01). De igual manera, se puede observar la conectividad que existe en el SAR, encontrándose la mayor conectividad en el parte del lado noreste:

Imagen V. 8. Conectividad existente antes de ingresar el proyecto.

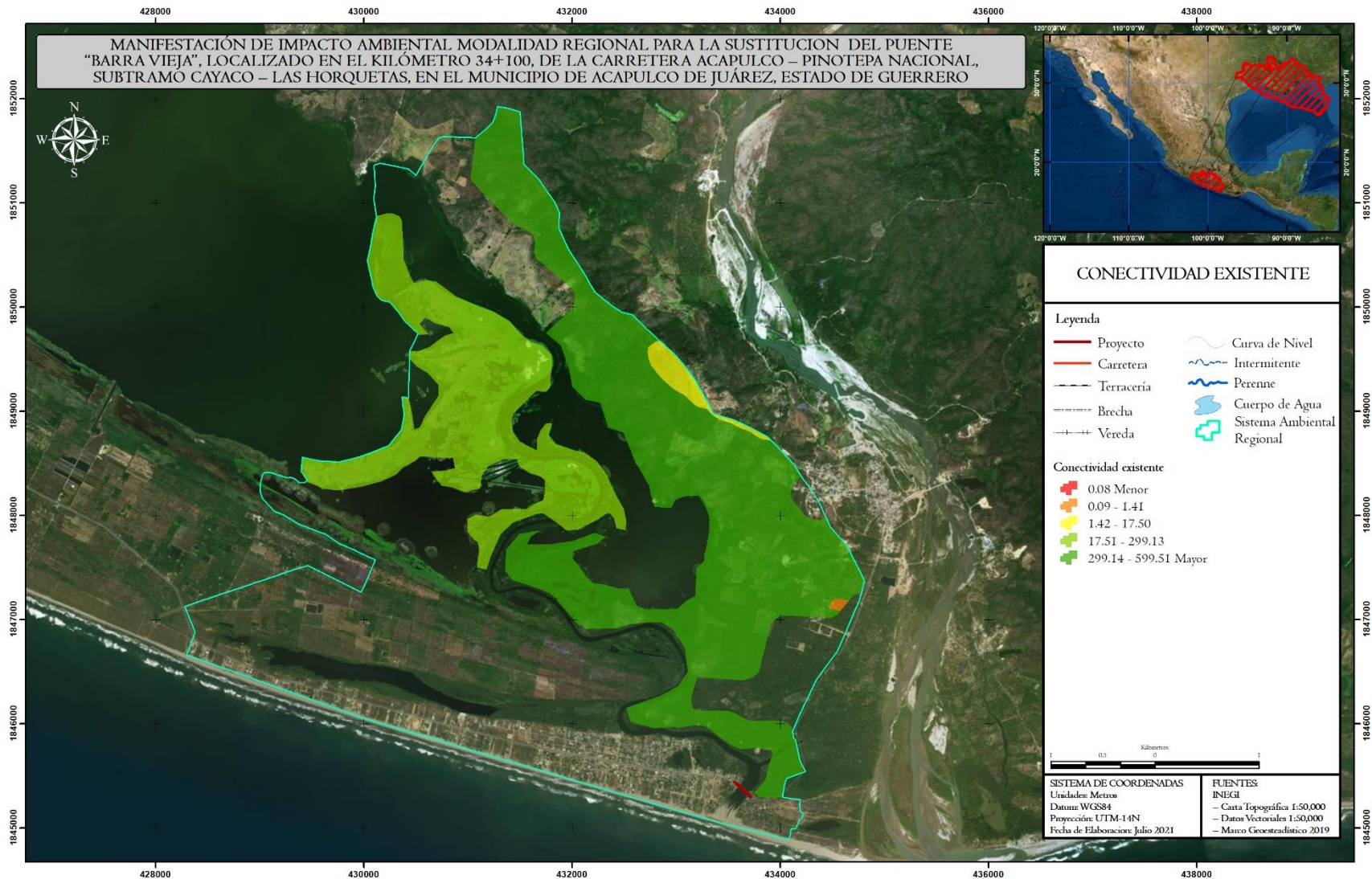
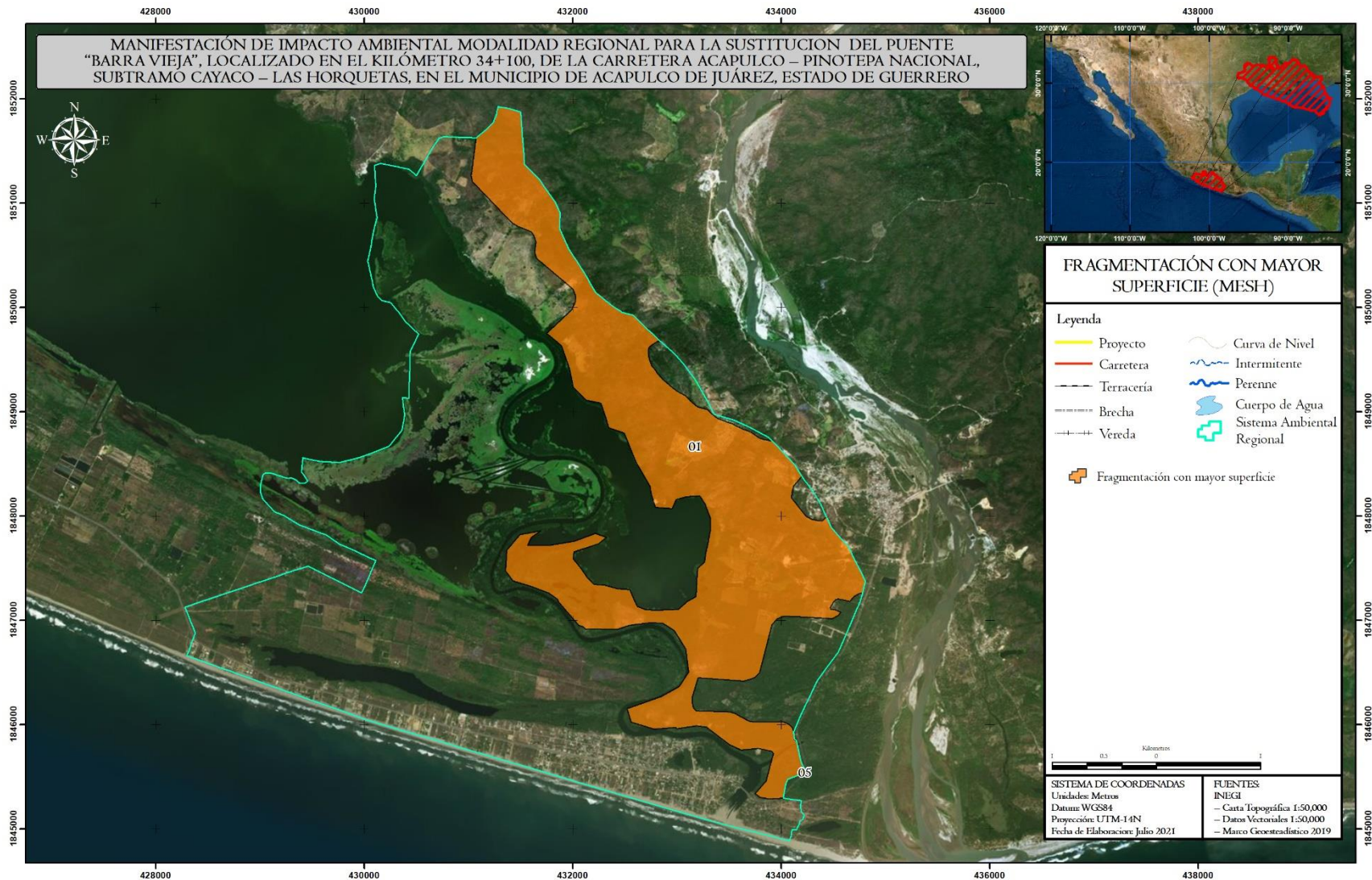


Imagen V. 9. Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (*mesh*) antes de ingresar el proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

El objetivo de ponderar la fragmentación del paisaje existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto y evaluar nuevamente con el ingreso del proyecto es, para profundizar en los procesos ecológicos asociados a los movimientos de las especies, tales como forrajeo, dispersión, conectividad genética, y dinámica de poblaciones. Por último, se concluye que la zona presenta un **mediano grado de división del paisaje** en toda la vegetación de selva prevaleciente, en estado secundario y manglar, esto a causa de los caminos como brechas, veredas y la carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa, amén de las carreteras de terracería, además de las zonas agropecuarias, dichos elementos se ha demostrado que impiden el libre tránsito de las especies animales a lo largo y ancho del lugar. Las tendencias en el cambio en el paisaje del Sistema Ambiental Regional amenazan muchas poblaciones de fauna a causa de la conectividad reducida entre los fragmentos de hábitat prevalecientes. Estos cambios se manifiestan en infraestructuras lineales, junto con zonas agropecuarias que han modificado significativamente el Sistema. Una vez ingresado el trazo del proyecto se obtiene más bien pérdida de hábitat, por lo cual se recomienda como medida de mitigación habilitar las zonas deforestadas como zonas de reforestación natural, es decir introducir especies de selva baja o manglar, esto con la finalidad de evitar la pérdida directa de hábitat a lo largo de la carretera pavimentada, es decir evitar también la pérdida de hábitat central debido a los efectos de borde, dado que los parches de hábitat más pequeños fácilmente pierden especies clave, que contribuyen a la pérdida de biodiversidad en el Estado de Guerrero. Huelga mencionar y señalar que el proyecto no tendrá afectación a la vegetación natural existente, por lo cual la fragmentación existente no se modificará por el ingreso del presente proyecto.

Fotografía V. 2. Puente Barra Vieja.





En las fotografías aéreas se pueden apreciar al puente vehicular conocido como “Puente Barra Vieja” sobre el que atraviesa el canal meándrico de la Laguna de Tres Palos.

Fuente: BIOTA, 2021.

V.2.1. Indicadores de impacto y cambio climático.

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Indicadores de Impacto.

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento. Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo con la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla V. 20. Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales.

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Geomorfología, relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	X	X		
Vegetación y Hábitat	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal	X			X
	Volumen reincorporado al suelo como sustrato	X			
	Numero de organismos propagados		X	X	X
	Supervivencia de organismos sembrados			X	X
	Superficie rehabilitada con vegetación local.		X	X	X
Fauna	Número de organismos reubicados	X	X		X
	Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	X	X		X
	Número de cursos de educación y capacitación ambiental	X	X	X	
Suelo	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	X	X		

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Hidrología Superficial	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	X	X		
	Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X		
	Calidad del Agua				X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos en la carretera y lugar de incidencia				X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X		

Fuente: BIOTA, 2021.

Como se observa en el cuadro anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto. Cabe destacar que los principales indicadores de impacto deben ser atendidos durante la Etapa de Construcción y Preparación del sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Mantenimiento y Operación del proyecto. A continuación, se presentan los elementos ambientales del Sistema Ambiental Regional que fueron considerados como sensibles a la presencia de alguna actividad o condición derivada de la ejecución del proyecto y una breve descripción de estos.

Tabla V. 21. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAR	ELEMENTO AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Suelo	Características físicas y químicas	Se consideraron las modificaciones en la composición granulométrica, composición química, pH, etc.
	Grado de erosión	Desgaste de este por las actividades del proyecto; influyendo en su estabilidad en el área de estudio.
Atmósfera	Calidad del Aire	Se evaluaron en función de la emisión de gases o partículas a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Generación de Ruido	Niveles de ruido asociados a cada actividad.
Hidrología Superficial	Calidad del Agua	Variación en la calidad del agua en el área de estudio debido a actividades del proyecto, así como el cambio que pudiera presentarse en los usos actuales al agua disponible en el área de estudio y en el patrón de drenaje existente.
	Usos	
	Patrón de drenaje	
Geomorfología	Modificación del relieve	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales que presenta el relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
Flora	Especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La existencia de especies vegetales que se encuentren bajo algún estatus de protección especial de acuerdo con esta norma o con alguna disposición internacional, dentro del área de estudio y que pudieran ser afectadas por el desarrollo de las actividades del proyecto.
Fauna	Patrones de distribución	Las afectaciones que pudieran sufrir alguna modificación de los patrones de distribución de las especies de fauna presentes en el área de estudio y las modificaciones sufrir la abundancia y diversidad de la fauna.
	Abundancia y Diversidad.	

Fuente: BIOTA, 2021.

LISTA INDICATIVA DE INDICADORES DE IMPACTO.

En el siguiente cuadro, se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación y el comportamiento a lo largo del tiempo.

Tabla V. 22. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental.

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ELEMENTOS DE EVALUACIÓN
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal.	Cuantificar el número de organismos y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de restos de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato.	Estimar el volumen de restos de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Numero de organismos vegetales propagados.	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados.	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, en las áreas verdes o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de desarrollo y establecimiento del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para ser utilizado en la recuperación ecológica, ya sea espacios afectados o en otros terrenos de interés particular de la población, incluso en bancos de materiales o como cobertura del relleno sanitario municipal.
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	Realizar estudios conforme a la normatividad aplicable.
Numero de zonas y eventos de inundación	Registrar el número de ocasiones y sitios donde se presenten eventos de inundación, para su mejoramiento o evitar el proceso de inundación por los eventos extraordinarios de lluvias intensas.
Número de accidentes laborales por actividad	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes laborales derivados de todas las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Fuente: BIOTA, 2021.

V.3. Valoración de los Impactos.

El análisis de los impactos ambientales para el presente proyecto se basa en criterios que se acuerdan entre los especialistas, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, es decir si el impacto es Negativo o Positivo, que se detallan en la siguiente tipificación del impacto ambiental a considerar en las matrices de ponderación del proyecto:

Tabla V. 23. Lista indicativa de criterios utilizados.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
Naturaleza. -	Carácter de beneficioso o perjudicial Signo “+” o “-“. Se utiliza el signo “-“ para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo “+“, o la ausencia de signo para identificar un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido por el evaluador, en el contexto del análisis completo de afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.
Intensidad. -	Se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es de 0 y 2, donde 2 expresará destrucción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.
Extensión. -	Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual 0. Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es 2; considerar situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso 1. En el caso de que el efecto sea puntual, pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.
Momento. -	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor 0; si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor 1 y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignando valor de 2.
Persistencia. -	Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene

CRITERIO	DESCRIPCIÓN.
	un valor 0. Si dura entre 1 y 10 años se considera temporal 1 y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de 2. La persistencia es independiente de la reversibilidad.
Reversibilidad.	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de 0. Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de 1 y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de 2.
Recuperabilidad.	Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor 0 según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de 1. Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor 2. En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.
Sinergia.	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es 0. Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En caso de deterioro del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando su importancia.
Acumulación.	Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como 0, Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a 2, un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de 1.
Efecto.	Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. Puede ser directo o primario, cuando la acción es una consecuencia directa. En el efecto indirecto o secundario, tiene lugar a partir de un efecto primario, como una acción de segundo orden. El término toma un valor de 0 cuando el efecto sea secundario y un valor 2 cuando sea directo.
Periodicidad.	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor 2, a los periódicos 1 y a los impactos de aparición irregular o intermitente y que se evalúan en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de 0.
Importancia del impacto.	El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática:

$$I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)$$

Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se presenta la síntesis de los criterios señalados:

Tabla V. 24. Síntesis de los criterios para la ponderación de los impactos ambientales.

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
NATURALEZA (NAT)	Positivo “+” (Benéfico)	+
	Negativo “-” (Perjudicial)	-
INTENSIDAD (IN)	Baja	0
	Media	1
	Alta	2
EXTENSIÓN (EX)	Puntual O Parcial	0
	Extenso	1
	Regional O Crítico	2
MOMENTO (MO)	Corto Plazo O Inmediato	0
	Mediano Plazo	1
	Largo Plazo O Crítico	2
PERSISTENCIA (PE)	Fugaz	0
	Temporal	1
	Permanente	2
REVERSIBILIDAD (RV)	Corto Plazo	0
	Mediano Plazo	1
	Irreversible	2
RECUPERABILIDAD (MC)	Recuperable De Manera Inmediata	0
	Recuperable A Mediano Plazo O Mitigable	1
	Irrecuperable	2
SINERGIA(SI)	Sin Sinergismo (Simple)	0
	Sinérgico	1

TIPO DE IMPACTO	CATEGORÍA	PONDERACIÓN
ACUMULACIÓN (AC)	Muy Sinérgico	2
	Simple	0
	Acumulativo	2
EFECTO (EF)	Indirecto (Secundario)	0
	Directo	2
PERIODICIDAD (PR)	Irregular O Aperiódico Y Discontinuo	0
	Periódico	1
	Continuo	2

Fuente: BIOTA, 2021.

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada actividad del proyecto. Posteriormente se procede a realizar la jerarquización y descripción de los impactos ambientales identificados, incluyendo la recomendación de cómo se atenúa el efecto sobre el factor ambiental. La siguiente tabla muestra la valoración jerárquica de los impactos ambientales identificados:

Tabla V. 25. Evaluación de los impactos ambientales.

Trazo y delimitación DDV	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Uso potencial	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	8
Uso actual	1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	0	8
Generación de empleo	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	5
												21
Desmante de la vegetación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Diversidad de la vegetación	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	-4
Abundancia de la vegetación	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	-5
Diversidad de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	-5
Abundancia de la fauna	-1	0	0	0	1	0	1	1	1	2	2	-8
Calidad de vida	1	1	0	0	2	0	1	2	2	2	2	12
												-10
Despalme del suelo	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-6
Erodabilidad	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-7
Composición gaseosa	-1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	-4
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Acústica	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Sucesión ecológica	-1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	-4
Calidad visual	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	1	-8
Fragilidad	-1	0	0	2	2	2	1	1	1	0	1	-10
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
												-13
Excavación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material (tipo de roca)	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Afloramientos rocosos	-1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-6
Composición gaseosa	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	-5
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Acústica	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-6
Dinámica hidrológica	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-4
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
Avenidas	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-6
Abundancia de la fauna	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Sucesión ecológica	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	6
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	13
Generación de empleo	1	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	13
												-15
Demolición de Carpeta Asfáltica	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL

Denudación	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-6
Movimientos de materiales	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Composición gaseosa	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-6
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Acústica	-1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	-6
Dinámica hidrológica	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	-3
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	-3
Avenidas	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
Abundancia de la vegetación	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	-3
Diversidad de la fauna	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	-3
Abundancia de la fauna	-1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	-3
Calidad visual	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-5
Uso potencial	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Uso actual	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Vialidad y transporte	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Seguridad en el trabajo	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	6
Calidad de vida	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Generación de empleo	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Medios de comunicación	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
												-38

Demolición Puente	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	-4
Composición gaseosa	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Acústica	-1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	-8
Dinámica hidrológica	-1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	-8
Calidad del agua	-1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	-8
Avenidas	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	-2
Diversidad de la vegetación	-1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	-3
Abundancia de la vegetación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Diversidad de la fauna	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	-4
Abundancia de la fauna	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Calidad visual	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Fragilidad	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Uso potencial	1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	6
Uso actual	-1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	-5
Vialidad y transporte	-1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	0	-6
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Calidad de vida	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Generación de empleo	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Medios de comunicación	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8
												-56

Nivelación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Movimientos de materiales	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	-3
Material (tipo de roca)	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-2
Afloramientos rocosos	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-2
Unidad de suelo (tipo)	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Erodabilidad	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	-3
Composición gaseosa	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Aeropartículas minerales	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	-3
Calidad del agua	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Abundancia de la vegetación	-1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	-3
Calidad visual	-1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	-3
Uso potencial	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	4

Vialidad y transporte	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Seguridad en el trabajo	-1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	-4
Generación de empleo	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	6
Consumo de bienes y servicios	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	6
												-23

Zapatas de cimentación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	-8
Movimientos de materiales	-1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	-7
Material (tipo de roca)	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-8
Abundancia de la vegetación	-1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-8
Calidad visual	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Generación de empleo	1	1	1	1	0	0	1	0	1	2	1	8
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
												3

Pilotes	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-9
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-9
Material (tipo de roca)	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-7
Afloramientos rocosos	-1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	-7
Acústica	-1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	-8
Dinámica hidrológica	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Abundancia de la vegetación	-1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	-6
Abundancia de la fauna	-1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	-6
Calidad visual	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	0	14
Fragilidad	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	0	14
Uso potencial	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	0	2	2	2	1	1	1	1	1	12
												-4

Plataforma de puente	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Material (tipo de roca)	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-11
Unidad de suelo (tipo)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	11
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	-9
Composición gaseosa	-1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	-9
Aeropartículas minerales	-1	1	0	0	2	2	1	1	1	1	1	-10
Acústica	-1	1	1	0	2	2	1	2	2	1	2	-14
Vialidad y transporte	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	14
Seguridad en el trabajo	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	14
												7

Construcción de muros de Contención	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-5
Movimientos de materiales	-1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	-5
Material (tipo de roca)	-1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	-5
Erodabilidad	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Composición gaseosa	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Acústica	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Calidad visual	-1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	-4
Uso potencial	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	5
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Seguridad en el trabajo	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Calidad de vida	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	5
Generación de empleo	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Medios de comunicación	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
												-16

Construcción de los Terraplenes	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13

Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Uso potencial	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Seguridad en el trabajo	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	13
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Actividades Pesqueras	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	14

Juntas de dilatación	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Generación de empleo	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	6
Consumo temporal de servicios	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	6
												12

Parapetos, Guarniciones y Banquetas	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Acústica	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Dinámica hidrológica	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Calidad del agua	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Calidad visual	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-3
Uso potencial	-1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	-3
Vialidad y transporte	-1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	-3
Seguridad en el trabajo	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Calidad de vida	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Generación de empleo	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Medios de comunicación	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2
												-23

Colocación de Carpeta Asfáltica Carretera	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Denudación	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Composición gaseosa	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Aeropartículas minerales	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Acústica	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Dinámica hidrológica	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Calidad del agua	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Uso potencial	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Seguridad en el trabajo	-1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	-6
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	4
Generación de empleo	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Medios de comunicación	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
												-16

Colocación de Carpeta Asfáltica Puente	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Aeropartículas minerales	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-3
Acústica	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Dinámica hidrológica	-1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	-4
Calidad del agua	-1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	-5
Avenidas	-1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-3
Diversidad de la fauna	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Abundancia de la fauna	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Calidad visual	-1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	-3
Uso potencial	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-4
Vialidad y transporte	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	-4
Seguridad en el trabajo	-1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	-6
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	4
Generación de empleo	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Medios de comunicación	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Consumo de bienes y servicios	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
												-25

Sistema de drenaje	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
---------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	--------------

Abundancia de la fauna	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Fragilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-10
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Medios de comunicación	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Actividades Agropecuarias	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	13
Actividades Pesqueras	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
												24
Parapetos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad del agua	-1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	-3
												-3
Acarreo de material	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Acústica	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Calidad visual	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Uso actual	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	-13
Migración interregional	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12
Seguridad en el trabajo	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	6
Generación de empleo	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Actividades Pesqueras	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
												-11
Obras complementarias	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad del agua	-1	1	1	1	1	0	0	2	1	2	1	-10
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	13
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
												10
Manejo y disposición de residuos de obra	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Movimientos de materiales	-1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	-16
Erodabilidad	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	16
Composición gaseosa	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Aeropartículas minerales	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	-11
Acústica	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	11
Abundancia de la vegetación	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Abundancia de la fauna	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Sucesión ecológica	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Fragilidad	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Seguridad en el trabajo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
												-16
Señalamiento	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Generación de empleo	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	6
												6
Tránsito	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Composición gaseosa	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Aeropartículas minerales	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Acústica	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	-17
Abundancia de la fauna	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Demografía	-1	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	-6
Migración interregional	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Medios de comunicación	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Actividades Agropecuarias	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Actividades Pesqueras	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
												36
Programa de vigilancia	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Abundancia de la fauna	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	-16
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Migración interregional	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	0	14

Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	0	2	2	1	1	1	1	0	10
Medios de comunicación	1	1	1	0	2	2	1	1	1	1	0	10
Consumo temporal de bienes y servicios	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Actividades Agropecuarias	1	1	1	0	2	2	1	2	1	1	0	11
Actividades Pesqueras	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	6

56

Bacheo, pintura y señalización	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad de vida	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5

12

Mantenimiento de superestructura	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Calidad del agua	-1	1	1	2	0	0	1	2	2	2	2	-13
Avenidas	-1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	-8
Calidad visual	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	13
Vialidad y transporte	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Demografía	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	16
Calidad de vida	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Generación de empleo	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	16
Medios de comunicación	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Actividades Agropecuarias	1	1	1	2	2	2	1	2	2	1	2	16
Actividades Pesqueras	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7

69

Mantenimiento de parapetos	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	-8
Diversidad de la vegetación	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	5
Generación de empleo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Medios de comunicación	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7

14

Mantenimiento de carpeta	NAT	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	TOTAL
Unidad de suelo (tipo)	-1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	-8
Erodabilidad	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	-5
Composición gaseosa	-1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	-4
Calidad del agua	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Vialidad y transporte	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	17
Demografía	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8
Calidad de vida	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	12
Generación de empleo	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	7
Medios de comunicación	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	13
Actividades Agropecuarias	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	8

56

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 26. Matriz de Identificación de Impactos Ambientales.

"MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE "BARRA VIEJA", KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO – LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO"			PREPARACIÓN DEL SITIO														CONSTRUCCIÓN										OPERACIÓN		ABANDONO						SUMA TOTAL		
ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS	TRAZO Y DELIMITACIÓN DDV	DESMONTE DE LA VEGETACIÓN	DESPALME DEL SUELO	EXCAVACIÓN	DEMOLICIÓN CARPETA ASFÁLTICA	SUMA	DEMOLICIÓN PUENTE	NIVELACIÓN	ZAPATAS DE CIMENTACIÓN	PILOTES	PLATAFORMA DE PUENTE	CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN.	JUNTAS DE DILATACIÓN	SISTEMA DE DRENAJE	PARAPETOS, GUARNICIONES Y BANQUETAS	COLOCACIÓN CARPETA ASFÁLTICA CARRETERA	COLOCACIÓN CARPETA ASFÁLTICA PUENTE	ACARREOS DE MATERIAL	OBRAS COMPLEMENTARIAS	MANEJO DE RESIDUOS DE OBRA	SEÑALAMIENTO	DESMANTELAMIENTO	SUMA	TRÁNSITO	SUMA	PROGRAMA DE VIGILANCIA	BACHEO, PINTURA Y SEÑALIZACIÓN	MANTENIMIENTO DE SUPERESTRUCTURA	MANTENIMIENTO DE PARAPETOS	MANTENIMIENTO DE CARPETA	SUMA				
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	Denudación					-6	0		-3	-8	-9		-5					-3							-28	0							0	-28		
		Movimientos de materiales					-6	-6		-3	-7	-9		5												-16	-30	0						0	-36		
	GEOLOGÍA	Material (tipo de roca)				-7		-7		-2	-8	-7	-11	-5												-33	0							0	-40		
		Afloramientos rocosos				-6		-6		-2		-7															-9	0							0	-15	
	SUELO	Unidad de suelo (tipo)			-6		-4	-10	-4	-3			11							-3						1	0					-8	-8	-16	-25		
		Erodabilidad			-7		-5	-12	-4	-3				-9	-6	-13										16	-19	0						-5	-5	-36	
	AIRE	Composición gaseosa			-4	-5	-6	-15	-7	-3			-9	-6				-6	-4	-4				-11		-8	-58	-17	-17						-4	-4	-84
		Aero partículas minerales			-4	-5	-5	-14	-7	-3			-10							-3	-3					-11	-37	-8	-8						0	-59	
		Acústica			-4	-6	-6	-16	-8				-8	-14	-4				-6	-4	-4				-11	11	-48	-17	-17						0	-81	
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica hidrológica				-4	-3	-7	-8				-6						-4	-3	-4						-25	0							0	-32	
Calidad del agua					-2	-3	-5	-8	-3									-4	-3	-5						-36	0				-13		8	-5	-46		
Avenidas					-6	-2	-8	-2												-3						-5	0				-8			-8	-21		
BIÓTICOS	VEGETACIÓN (TERRESTRE Y ACUÁTICA)	Diversidad de la vegetación		-4			-4	-3																		-3	0					5		5	-2		
		Abundancia de la vegetación		-5			-3	-8	-3	-3	-8	-6															-8	-28	0						0	-36	
	FAUNA (TERRESTRE Y ACUÁTICA)	Diversidad de la fauna		-5			-3	-8	-4											-3							-7	0							0	-15	
		Abundancia de la fauna		-8		-6	-3	-17	-6				-6								-3	-10					-17	-42	-8	-8	-16				-16	-83	
	PAISAJE	Sucesión ecológica			-4	6		2																		-17	-17	0								0	-15
Calidad visual				-8		-5	-13	-6	-3	9	14			-4	-13		-3		-3					-11		-20	0			13				13	-20		
Fragilidad				-10			-10	-5				14														-8	-9	0							0	-19	
SOCIAL	USO DE SUELO	Uso potencial	8				7	15	6	4		7		5	-13		-3	4	4							14	0							0	29		
		Uso actual	8				-5	3	-5															-13			-18	0							0	-15	
	ELEMENTOS URBANOS	Vialidad y transporte					-6	-6	-6	-4			14	-4				-3	-4	-4	7						-4	17	7		8		17	32	39		
		Demografía						0																		0	-6	-6		16		8		24	18		
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL	Seguridad en el trabajo				13	-6	7	-8	-4	8	7	10	-6	13			-4	-6	-6				6		17	27	0						0	34		
		Calidad de vida		12			8	20	8					5				3	4	4						24	8	8	7	7	7	12	33	85			
	ECONOMÍA	Generación de empleo	5		17	13	8	43	8	6	8	12	11	3	11	6	3	3	3				7	13	17	117	17	17	10	5	16	10	7	48	225		
		Medios de comunicación					8	8	8					3			2	3	3	7						26	8	8	10		7	7	13	37	79		
Consumo de bienes y servicios				17		8	25	8	6	9		14	3	11	6	2	3	3						7	8	80	0	7					7	112			
	Actividades Antropogénicas					0													13						13	17	17	11		16		8	35	85			
TOTAL			21	-10	-13	-15	-38	-49	-56	-23	3	-4	7	-16	-4	12	-23	-16	-25	7	-3	-33	10	-16	-174	11	11	36	12	62	14	56	180	-32			

Fuente: BIOTA, 2021.

EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como puede observarse, algunos de los impactos se manifiestan en diferentes etapas del proyecto, por lo cual se ha llevado a cabo un concentrado con la finalidad de obtener el número real de impactos significativos derivados del proyecto los cuales se presentan a continuación:

Tabla V. 27. Impactos derivados del proyecto.

ELEMENTO NATURAL	COMPONENTE	ATRIBUTOS	PONDERACIÓN
ABIÓTICO	GEOMORFOLOGÍA	Denudación	-28
		Movimientos de materiales	-36
	GEOLOGÍA	Material (tipo de roca)	-40
		Afloramientos rocosos	-15
	SUELO	Unidad de suelo (tipo)	-25
		Erodabilidad	-36
	AIRE	Composición gaseosa	-94
		Aero partículas minerales	-59
		Acústica	-81
	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	Dinámica hidrológica	-32
Calidad del agua		-46	
Avenidas		-21	
BIÓTICOS	VEGETACIÓN	Diversidad de la vegetación	-2
		Abundancia de la vegetación	-36
	FAUNA	Diversidad de la fauna	-15
		Abundancia de la fauna	-83
	PAISAJE	Sucesión ecológica	-15
		Calidad visual	-20
SOCIAL	USO DE SUELO	Uso potencial	29
		Uso actual	-15
	ELEMENTOS URBANOS	Vialidad y transporte	39
		Demografía	18
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL	Seguridad en el trabajo	34
		Calidad de vida	85
	ECONOMÍA	Generación de empleo	225
		Medios de comunicación	79
		Consumo de bienes y servicios	112
		Actividades Antropogénicas	65

Fuente: BIOTA, 2021.

ÍNDICE DE IMPACTABILIDAD Y AFECTABILIDAD.

En la matriz de interacción se analizaron cuáles de las actividades provocan un mayor número de impactos y/o actúan sobre los elementos del medio natural y socioeconómico. Para ello, se establece el universo de interacciones potenciales y se definen las interacciones que resultan positivas. El índice de impactabilidad es un valor entre 0 y 1 y mientras más cercano se encuentre de la unidad, más fuerte será el impacto generado del total de las actividades del proyecto.

Tabla V. 28. Índice de Impactabilidad.

Número de actividades:	27
Universo de interacciones potenciales:	247
Impactabilidad general del proyecto:	0.109

Fuente: BIOTA, 2021.

Listado de actividades de acuerdo con su índice de impactabilidad:

Tabla V. 29. Listado de actividades de acuerdo a su índice de impactabilidad.

PREPARACIÓN DEL SITIO	IMPACTABILIDAD
Demolición carpeta asfáltica	0.08502024
Excavación	0.048583
Despalme del suelo	0.04048583
Desmorte de la vegetación	0.02024291
Trazo y delimitación ddv	0.01214575

CONSTRUCCIÓN	IMPACTABILIDAD
Demolición puente	0.08906883
Colocación carpeta asfáltica puente	0.06477733
Nivelación	0.06072874
Construcción de muros de contención.	0.05668016
Colocación carpeta asfáltica carretera	0.05668016
Pilotes	0.05263158
Parapetos, guarniciones y banquetas	0.048583
Manejo de residuos de obra	0.048583
Plataforma de puente	0.04048583
Zapatas de cimentación	0.03238866
Acarreos de material	0.0242915
Sistema de drenaje	0.02024291
Obras complementarias	0.01214575
Juntas de dilatación	0.00809717
Señalamiento	0.00404858
Desmantelamiento	0.00404858

OPERACIÓN	IMPACTABILIDAD
Tránsito	0.04048583

MANTENIMIENTO	IMPACTABILIDAD
Mantenimiento de carpeta	0.04048583
Mantenimiento de superestructura	0.03643725
Programa de vigilancia	0.02834008
Mantenimiento de parapetos	0.01619433
Bacheo, pintura y señalización	0.00809717

Fuente: BIOTA, 2021.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto, las actividades que tienen un mayor índice de impactabilidad en el ambiente son:

Tabla V. 30. Actividades con mayor Impactabilidad.

Demolición puente	0.08906883
Demolición carpeta asfáltica	0.08502024
Colocación carpeta asfáltica puente	0.06477733
Nivelación	0.06072874
Construcción de muros de contención.	0.05668016
Colocación carpeta asfáltica carretera	0.05668016
Pilotes	0.05263158
Excavación	0.048583
Parapetos, guarniciones y banquetas	0.048583
Manejo de residuos de obra	0.048583

Fuente: BIOTA, 2021.

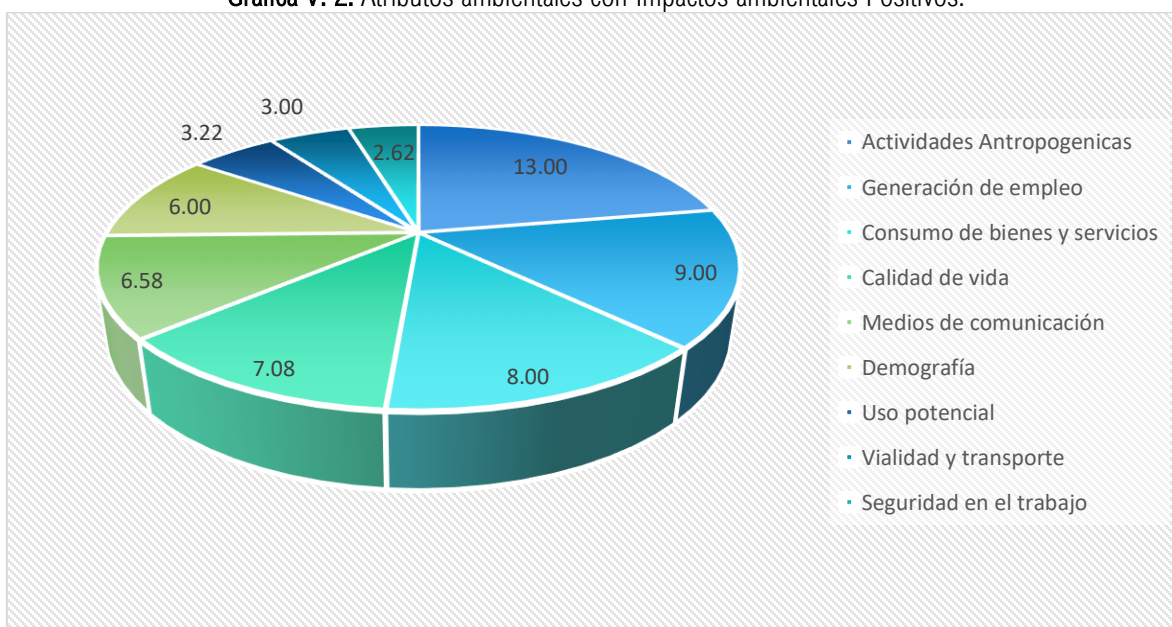
Los atributos ambientales con impactos ambientales positivos son:

Tabla V. 31. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE POSITIVO
Actividades Antropogénicas	65	5	13.00
Generación de empleo	225	25	9.00
Consumo de bienes y servicios	112	14	8.00
Calidad de vida	85	12	7.08
Medios de comunicación	79	12	6.58
Demografía	18	3	6.00
Uso potencial	29	9	3.22
Vialidad y transporte	39	13	3.00
Seguridad en el trabajo	34	13	2.62
Actividades Antropogénicas	65	5	13.00
Generación de empleo	225	25	9.00
Consumo de bienes y servicios	112	14	8.00
Calidad de vida	85	12	7.08
Medios de comunicación	79	12	6.58
Demografía	18	3	6.00

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 2. Atributos ambientales con Impactos ambientales Positivos.



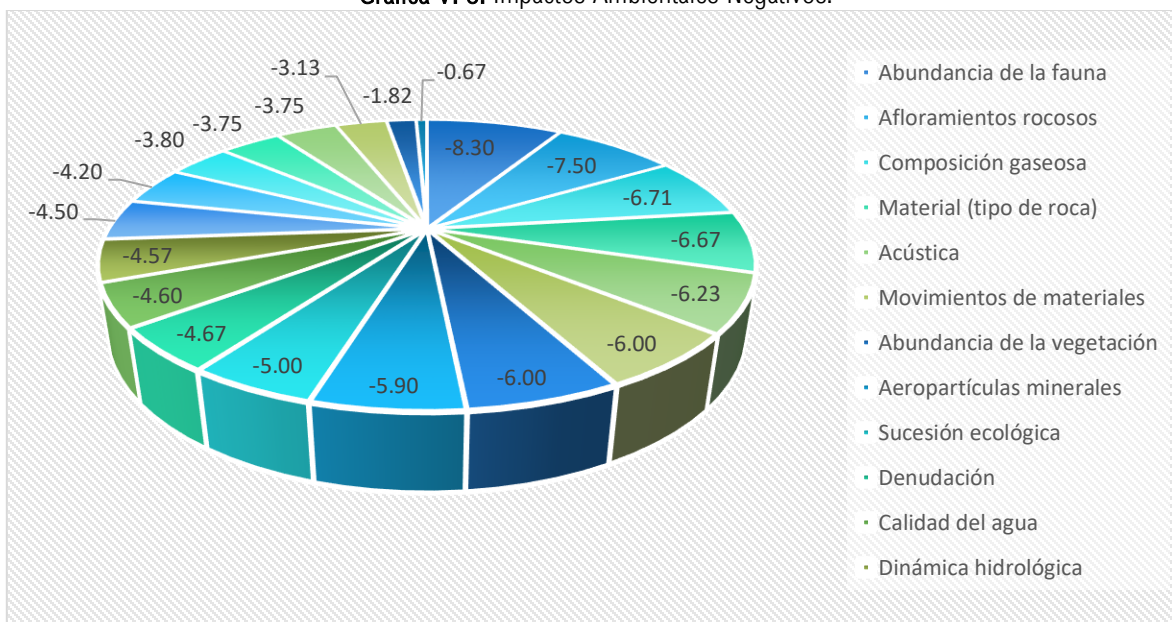
Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla V. 32. Impactos ambientales Negativos.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN	FRECUENCIA	ÍNDICE NEGATIVO
Abundancia de la fauna	-83	10	-8.30
Afloramientos rocosos	-15	2	-7.50
Composición gaseosa	-94	14	-6.71
Material (tipo de roca)	-40	6	-6.67
Acústica	-81	13	-6.23
Movimientos de materiales	-36	6	-6.00
Abundancia de la vegetación	-36	6	-6.00
Aero partículas minerales	-59	10	-5.90
Sucesión ecológica	-15	3	-5.00
Denudación	-28	6	-4.67
Calidad del agua	-46	10	-4.60
Dinámica hidrológica	-32	7	-4.57
Erodabilidad	-36	8	-4.50
Avenidas	-21	5	-4.20
Fragilidad	-19	5	-3.80
Diversidad de la fauna	-15	4	-3.75
Uso actual	-15	4	-3.75
Unidad de suelo (tipo)	-25	8	-3.13
Calidad visual	-20	11	-1.82
Diversidad de la vegetación	-2	3	-0.67

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 3. Impactos Ambientales Negativos.



Fuente: BIOTA, 2021.

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 247 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla V. 33. Distribución de los impactos porcentuales por etapa.

IMPACTOS DETECTADOS	PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
	51	154	10	32
Porcentaje de impactos	20.65%	62.35%	4.05%	12.36%

Fuente: BIOTA, 2021.

En el cuadro anterior, se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Construcción, con el 62.35% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Etapa de Preparación del Sitio con 20.65%, como se observa la Operación tiene un reducido 4.05%, haciendo la aclaración que este proyecto pretende únicamente hacer la sustitución de un puente funcionando en la actualidad el cual presenta problemas de seguridad estructural, poniendo en riesgo a la población, finalmente el Mantenimiento concentra un 12.36%. A partir de la ponderación o evaluación de los impactos ambientales considerando 10 atributos de los impactos, se puede construir una tabla que representa el nivel o ponderación del grado de impactabilidad de cada una de las distintas etapas del proyecto, permitiendo anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto integral de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto.

SELECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS SIGNIFICATIVOS.

Una vez que se identificaron las interacciones entre el proyecto y el medio, y después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, es posible observar que, como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo, los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades, destacando para este proyecto la etapa de construcción, por lo cual se tiene un concentrado de actividades que producen impactos ambientales, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

Tabla V. 34. Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades del proyecto.

IMPACTOS NEGATIVOS		
Categoría	Límite inferior	Límite superior
Alto Negativo	-41	-56
Medio Negativo	-22	-40
Bajo Negativo	-3	-21
IMPACTOS POSITIVOS		
Categoría	Límite inferior	Límite superior
Alto Positivo	26	56
Medio Positivo	24	35
Bajo Positivo	3	23

Fuente: BIOTA, 2021.

En el siguiente cuadro se muestran las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

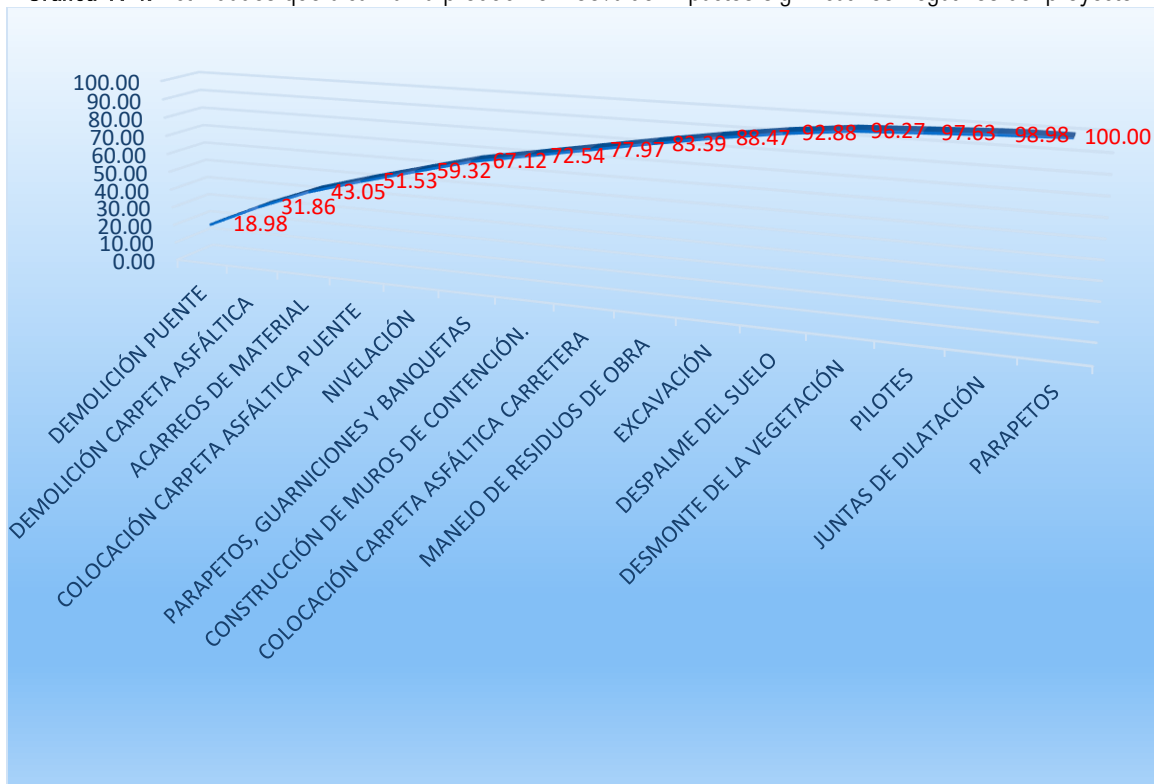
Tabla V. 35. Impactos ambientales negativos relevantes del proyecto.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Demolición puente	-56	18.98	Alto Negativo
Demolición carpeta asfáltica	-38	31.86	Medio Negativo
Acarreos de material	-33	43.05	Medio Negativo
Colocación carpeta asfáltica puente	-25	51.53	Medio Negativo
Nivelación	-23	59.32	Medio Negativo
Parapetos, guarniciones y banquetas	-23	67.12	Medio Negativo
Construcción de muros de contención.	-16	72.54	Bajo Negativo
Colocación carpeta asfáltica carretera	-16	77.97	Bajo Negativo
Manejo de residuos de obra	-16	83.39	Bajo Negativo
Excavación	-15	88.47	Bajo Negativo
Despalme del suelo	-13	92.88	Bajo Negativo
Desmante de la vegetación	-10	96.27	Bajo Negativo
Pilotes	-4	97.63	Bajo Negativo
Juntas de dilatación	-4	98.98	Bajo Negativo
Parapetos	-3	100.00	Bajo Negativo

Fuente: BIOTA, 2021.

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, pero con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Gráfica V. 4. Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos del proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos. El siguiente cuadro muestra las actividades con impactos positivos derivadas del proyecto.

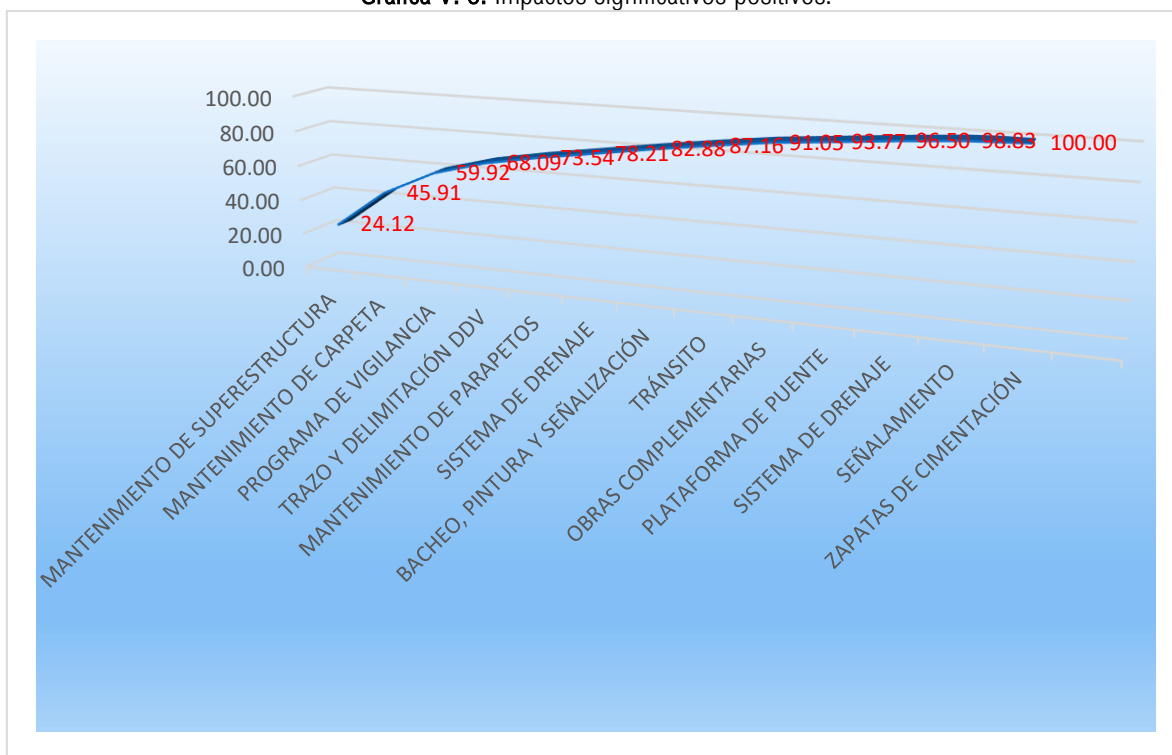
Tabla V. 36. Impactos ambientales relevantes positivos.

ACTIVIDAD DEL PROYECTO	IMPACTOS AMBIENTALES POSITIVOS RELEVANTES		
	PONDERACIÓN	% ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Mantenimiento de superestructura	62	24.12	Alto Positivo
Mantenimiento de carpeta	56	45.91	Alto Positivo
Programa de vigilancia	36	59.92	Medio Positivo
Trazo y delimitación ddv	21	68.09	Bajo Positivo
Mantenimiento de parapetos	14	73.54	Bajo Positivo
Sistema de drenaje	12	78.21	Bajo Positivo
Bacheo, pintura y señalización	12	82.88	Bajo Positivo
Tránsito	11	87.16	Bajo Positivo
Obras complementarias	10	91.05	Bajo Positivo
Plataforma de puente	7	93.77	Bajo Positivo
Sistema de drenaje	7	96.50	Bajo Positivo
Señalamiento	6	98.83	Bajo Positivo
Zapatas de cimentación	3	100.00	Bajo Positivo

Fuente: BIOTA, 2021.

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos del proyecto:

Gráfica V. 5. Impactos significativos positivos.



Fuente: BIOTA, 2021.

De esta forma se identificaron **27 Actividades** durante todas las etapas para el proyecto y **29 elementos del Medio Natural y Socioeconómico** sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con estas variables se identificaron y evaluaron los Impactos Ambientales, y de manera subsiguiente se procede a determinar el nivel de impactabilidad del proyecto, que es del 31.54%, del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto. Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los Medios Natural y Socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada de 0 a 20, valores que pueden ser negativos y positivos y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados. De esta manera se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en esta interacción identificada, se reconoce los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto.

A continuación, y en la siguiente tabla, se presenta la descripción de los impactos ambientales significativos modificados por las actividades del proyecto.

Tabla V. 37. Descripción de los impactos ambientales significativos del proyecto.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
Demolición del puente: -56 % Acumulado: 18.98% Alto Negativo	<p>La realización de estas actividades son componentes esenciales para consolidar la preparación del sitio, con el objetivo de retirar el puente existente, es importante mencionar que, la alternativa a emplearse reduce y mitiga los impactos ambientales generados, por su novedosa y moderna forma de realización. Esta actividad provocará impactos a los cuerpos de agua si no se realiza de manera segura ya que pueden presentar caídas de material.</p> <p>Esta valoración del impacto se asocia al transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos por el corte de materiales, así como afectaciones directas a la fauna por el ruido provocado y las actividades antropogénicas que generara en la zona. Es la principal actividad con el impacto ambiental más significativo. Todas las actividades son de gran importancia para la preservación de las características del ambiente, y por lo tanto esta actividad se atiende con medidas de mitigación prioritarias.</p>
Demolición de carpeta asfáltica: -38 % Acumulado: 31.86% Medio Negativo	<p>La realización de estas actividades son componentes esenciales para consolidar la preparación del sitio, con el objetivo de conformar y adecuar de forma permanente los accesos al puente; esta actividad permitirá la trayectoria lineal del Proyecto y favorecerá el tránsito vehicular sin problemas de seguridad. Esta valoración del impacto se asocia al transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones directas a la fauna y vegetación, tanto a los organismos como a sus nichos y madrigueras, incluyendo su ahuyentamiento temporal. Es la segunda actividad con el impacto ambiental más significativo.</p>
Acarreos de material Ponderación: -33 % Acumulado: 43.05% Medio Negativo	<p>Los acarreo de materiales se asocian a movimiento de vehículos de carga incluyendo los necesarios para el retiro del puente actual y de transporte de personal, consumo temporal de bienes y servicios, generación de gases de combustión, ruidos, generación de aguas residuales y residuos domésticos y de los sobrantes de materiales de construcción de las obras, con efectos indirectos temporales en la fauna local y vegetación, con lo cual se alcanza el 43.05% de los impactos ambientales acumulados; esta actividad se incluye dentro de la categoría de “Medio Negativo”.</p>
Colocación de carpeta asfáltica puente: -25 % Acumulado: 51.53% Medio Negativo	<p>La colocación de la carpeta asfáltica requiere camiones de carga con el asfalto y operación de la asfáltadora, con presencia de los trabajadores, lo cual afectará la calidad del aire y acústica, puntual y temporalmente; las principales afectaciones son los residuos de asfalto, lubricantes y aceite, que deben incorporarse al programa integral de residuos o reutilizados dentro del mismo asfalto requerido.</p>
Nivelación: -23 % Acumulado: 59.32% Medio Negativo	<p>Las actividades de nivelación, incluyendo la compactación se derivan del uso de vehículos de carga, equipo y maquinaria pesada, que habrá de realizar el movimiento de tierras, generando afectaciones puntuales y temporales de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos intermitentes, así como la demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo a un programa integral de residuos. Se incluye el movimiento de materiales, y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo de los materiales geológicos. Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las aves y pequeños mamíferos, a pesar de que la localidad y carretera existente tiene alta presencia humana y los accesos se ubican en las zonas de restaurantes y palapas. Con esta actividad representa el 59.32% de los impactos ambientales producidos.</p>
Parapetos, guarniciones y banquetas: -23 % Acumulado: 67.12% Medio Negativo	<p>La integración de parapetos, guarniciones y banquetas se vincula con la presencia de trabajadores y la generación intermitente y puntual de ruidos, polvos, gases de combustión, así como la presencia de vehículos, con efectos indirectos en la fauna local. Estas actividades generan impactos ambientales menos significativos, los cuales alcanzan el 67.12% de las afectaciones generadas por la construcción y operación del Puente.</p>
Construcción de muros de contención: -16 % Acumulado: 72.54% Bajo Negativo	<p>La colocación de los muros de contención a lo largo del proyecto habrá de requerir la operación de maquinaria pesada, vehículos de carga y equipo, movimiento de camiones de carga y presencia de personal de trabajo, lo cual se traduce en la afectación local y temporal del frente de trabajo, alterando la calidad del aire con gases de combustión y partículas, así como el ahuyentamiento de la fauna local.</p>
Colocación de carpeta asfáltica carretera: -16 % Acumulado: 77.97% Bajo Negativo	<p>La colocación de la carpeta asfáltica requiere camiones de carga con el asfalto y operación de la asfáltadora, con presencia de los trabajadores, lo cual afectará la calidad del aire y acústica, puntual y temporalmente; las principales afectaciones son los residuos de asfalto, lubricantes y aceite, que deben incorporarse al programa integral de residuos o reutilizados dentro del mismo asfalto requerido.</p>
Manejo y disposición de residuos de obra Ponderación: -16 % Acumulado: 83.39% Bajo Negativo	<p>En los frentes de trabajo, habrá la generación temporal y puntual de residuos de obra, tales como concreto, pintura, asfalto, materiales gravosos, madera, agua, restos de soldadura, residuos metálicos, entre otros elementos, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados del mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. Estos impactos concluyen al término de la etapa constructiva, pero son muy importantes por la presencia del cuerpo de agua y su intensa dinámica hidrológica. Esto destaca la necesidad de contar con un programa de manejo integral de residuos, dando cumplimiento cabal a la legislación y normatividad vigente.</p> <p>En todos los frentes de trabajo habrá la generación de residuos domésticos por parte del personal, derivado del consumo de alimentos y bebidas, que debe ser integrado al programa integral de residuos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal. Este conjunto de impactos ambientales alcanza el 83.98% de las afectaciones.</p>

<p>Excavación Ponderación: -15 % Acumulado: 88.47% Bajo Negativo</p>	<p>La realización de estas actividades es esencial en la preparación del sitio y para la integración de zapatas de cimentación y pilotes para el puente, con el efecto negativo de conformar y modificar de forma puntual y permanente la geomorfología local, así como la eliminación de los horizontes del suelo y permitir el asentamiento de la infraestructura para el puente.</p> <p>Esta actividad provocará la afectación parcial y puntual de la hidrología superficial, con intemperismo de los materiales geológicos expuestos y Re-suspensión de los sedimentos, que provocará subsecuentes procesos erosivos, afectación a la calidad del agua y ser elemento vulnerable ante crecidas extraordinarias.</p> <p>Estas actividades se asocian al transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que finalmente se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo con un programa integral de residuos, así como afectaciones directas a la fauna, por su ahuyentamiento temporal. Con esta actividad se alcanza el 88.47% de las afectaciones producidas.</p>
<p>Despalme del suelo Ponderación: -13 % Acumulado: 92.88% Bajo Negativo</p>	<p>La integración de la ampliación de la infraestructura del Puente y accesos, alterará permanente del suelo, a lo largo del área de trabajo principalmente en la adecuación de los accesos, en sitios puntuales dentro del DDV a ambos lados de la superficie de rodamiento actual, asociado a la remoción de arbustos y de los horizontes edáficos, modificación del relieve y del patrón de escorrentía superficial, por lo cual se promoverá un incremento temporal de la erosión del suelo, así como la generación temporal y local gases de combustión a la atmósfera, polvos y ruidos, por el uso de maquinaria, vehículos y equipo pesado, para realizar el movimiento de materiales. La eliminación de la capa edáfica superficial es una afectación permanente e irreversible, eliminando el sustrato de baja fertilidad y exponiendo el material geológico a procesos de intemperismo, principalmente hidrológico.</p> <p>Es un impacto permanente, de baja magnitud e importancia, debido a la reducción del hábitat para comunidades vegetales cuya reintegración será nula. Con esta actividad, considerada como generadora de impactos ambientales de categoría “Bajo Negativo”, se alcanza el 92.88% de los impactos ambientales identificados.</p>
<p>Desmorte de la vegetación Ponderación: -10 % Acumulado: 96.27% Bajo Negativo</p>	<p>La eliminación arbustos en los sitios donde se integra los terraplenes y zapatas de cimentación, ocasionan un efecto permanente, es baja magnitud e importancia y con efectos locales, con una plena recuperación.</p> <p>Con esta actividad, se concluyen las consideradas como acciones que generan impactos ambientales dentro de la categoría de “Medio Negativo”, donde se alcanza el 90.28% de los impactos ambientales identificados, mostrando que la curva de acumulación continua con su comportamiento asintótico.</p>
<p>Pilotes Ponderación: -4 % Acumulado: 97.63% Bajo Negativo</p>	<p>Esta actividad incluye la temporal presencia humana y de vehículos, el transporte de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que han de ocasionar, de forma temporal y puntual, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones temporales a la fauna, principalmente a los organismos, así como su ahuyentamiento temporal. Con esta actividad se alcanza el 95.83% de las afectaciones producidas por el proyecto.</p>
<p>Juntas de Dilatación Ponderación: -4 % Acumulado: 98.98% Bajo Negativo</p>	<p>La integración de parapetos y juntas de dilatación se vincula con la presencia de trabajadores y la generación intermitente y puntual de ruidos, polvos, gases de combustión, así como la presencia de vehículos, con efectos indirectos en la fauna local, que son de baja magnitud derivado de la colindancia con la zona urbana, aunado a que carretera existente tiene alta presencia humana y aledaño a los accesos se observan los restaurantes y las palapas.</p>
<p>Parapetos Ponderación: -3 % Acumulado: 100% Bajo Negativo</p>	<p>Estas actividades generan impactos ambientales menos significativos, los cuales alcanzan el 100.00% de las afectaciones generadas por la construcción y operación del Puente.</p>

Fuente: BIOTA, 2021.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo con una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Local, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:3,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa ArcGIS 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, habrán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Local, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:10,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa ARCGIS 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta.

La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto de elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESTIMADOS CON MÉTODOS ESPECÍFICOS DE LA RELACIÓN SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10.

El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde:

Su=Es la superficie de las unidades a valorar.

V= es el valor de conservación (ponderación).

Sr: Superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia.

Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO:
SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO –
PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE
GUERRERO.**

El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie total de 2,293.95 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, un 23.02% corresponde con agua que equivalen con 528.07 hectáreas. En orden de importancia le siguen la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con un 21.13% que corresponden con 484.76 hectáreas, en tercer lugar, la vegetación de manglar ocupa 432.89 hectáreas, es decir un 18.87% del SAR, en cuarto lugar, la agricultura de temporal anual y permanente abarca 424.56 hectáreas, equivalentes con el 18.51%. Mientras en quinto lugar la zona urbana construida abarca 234.90 hectáreas, es decir un 10.24% del total del Sistema Ambiental. La agricultura de temporal anual cubre 104.79 hectáreas, es decir un 4.57%. Finalmente, el uso de suelo designado como agricultura de temporal permanente ocupa 83.97 hectáreas que representan el 3.66%. En otras palabras, la vegetación natural ocupa un 44.15 % del Sistema Ambiental Regional que equivalen a 1,012.83 hectáreas. No obstante, gran parte de esta vegetación ha sido eliminada o alterada principalmente por diversos factores humanos, lo cual ha traído consigo una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura de composición florística heterogénea. Un 36.98% del Sistema Ambiental Regional se encuentra modificado completamente por agricultura de distintos tipos, y las localidades urbanas de Barra Vieja y San Andrés Playa Encantada (El Podrido). Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 38. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

Clave	Uso de suelo y/o tipo de vegetación	Área (has)	Porcentaje (%)
AH	Urbano construido	234.90	10.24%
H ₂ O	Agua	528.07	23.02%
TA	Agricultura de temporal anual	104.79	4.57%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	424.56	18.51%
TP	Agricultura de temporal permanente	83.97	3.66%
VM	Manglar	432.89	18.87%
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	484.76	21.13%
TOTAL		2293.95	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

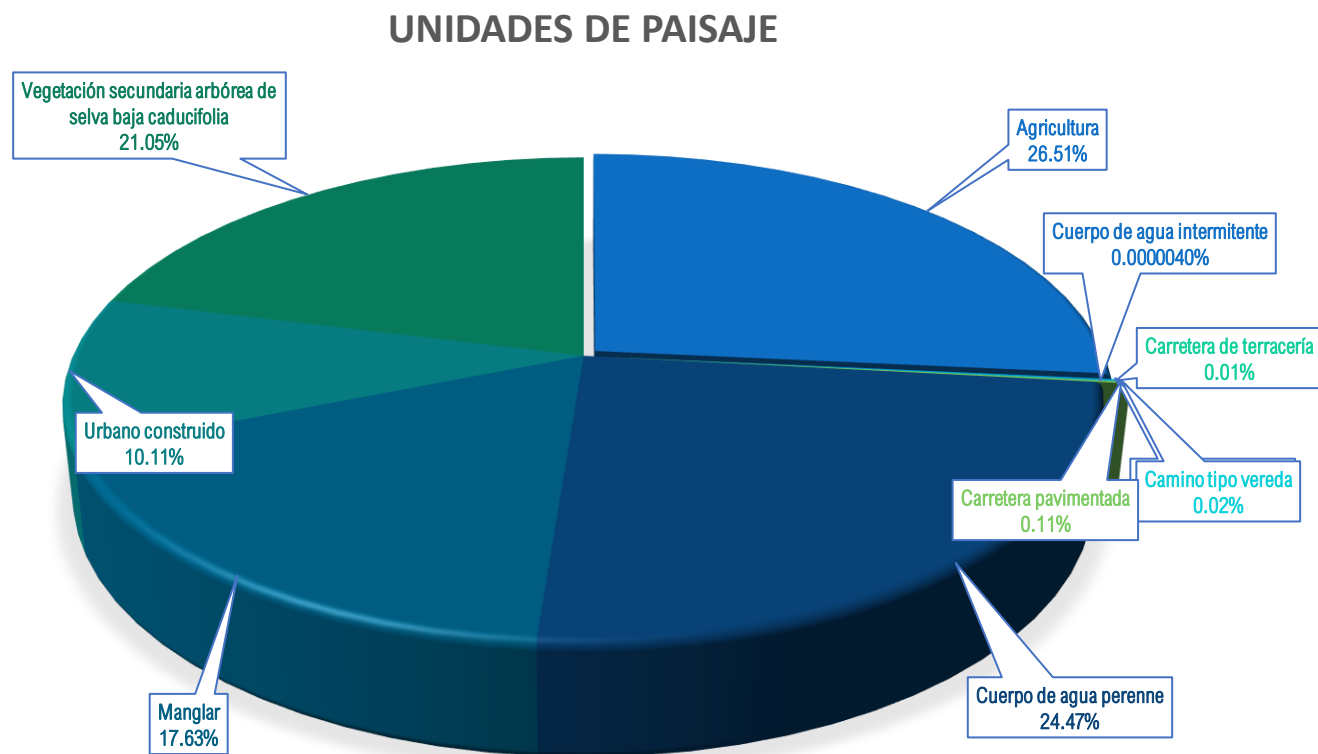
Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los vídeos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, la infraestructura de transporte, localidades urbanas, cuerpos de agua, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la más representativa la agricultura con 608.16 hectáreas, que representan el 26.51%, le sigue el cuerpo de agua perenne con 561.22 hectáreas correspondientes con el 24.47%, en tercer sitio se ubica la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con 462.61 hectáreas que equivalen al 21.05%, en cuarto sitio el manglar ocupa 404.49 hectáreas que representan el 17.63% del SAR, por señalar las cuatro más importantes unidades de paisaje. Los datos completos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla V. 39. Unidades del paisaje presentes en el SAR.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE %
Agricultura	608.16	26.51%
Camino tipo brecha	2.33	0.10%
Camino tipo vereda	0.41	0.02%
Carretera de terracería	0.21	0.01%
Carretera pavimentada	2.46	0.11%
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	0.0000040%
Cuerpo de agua perenne	561.22	24.47%
Manglar	404.49	17.63%
Urbano construido	231.86	10.11%
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	21.05%
TOTAL	2293.95	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

Gráfica V. 6. Porcentaje de ocupación de las Unidades de Paisaje en el SAR.



Fuente: BIODATA 2021.

Lo anterior indica que, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y el manglar abarca un importante 38.68% con 887.31 hectáreas, sin embargo, las actividades humanas están extendiéndose a lo largo y ancho del Sistema Ambiental Regional. A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

RESULTADOS.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

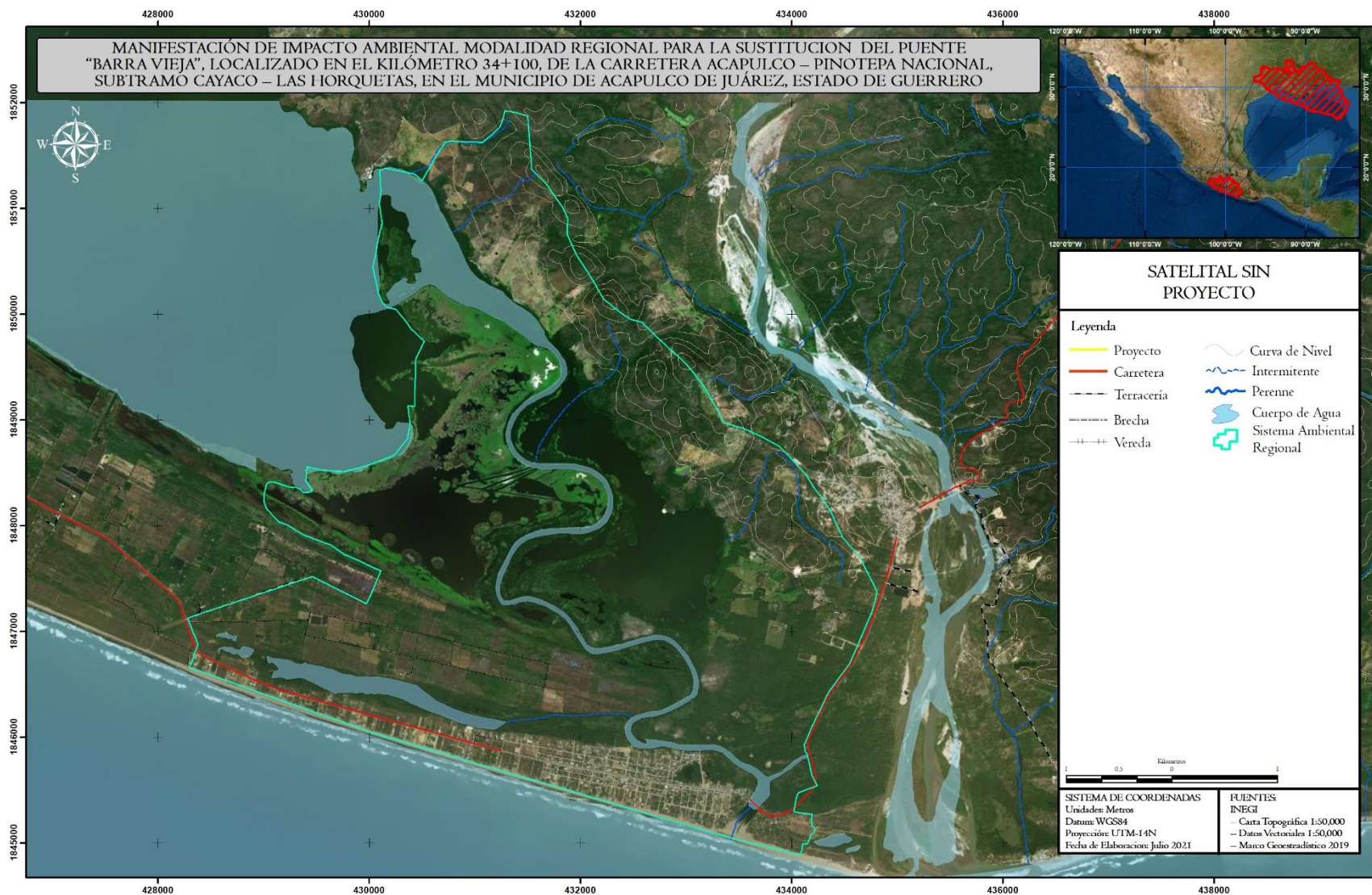
Tabla V. 40. Análisis regional a escala 1:10,000.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	VALOR DE CONSERVACIÓN (V)	SUPERFICIE EQUIVALENTE (SE)	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO
Agricultura	608.16	5	3040.81	100
Camino tipo brecha	2.33	5	11.64	
Camino tipo vereda	0.41	5	2.04	
Carretera de terracería	0.21	5	1.03	
Carretera pavimentada	2.46	5	12.29	
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	9	0.00082	
Cuerpo de agua perenne	561.22	8	4489.77	
Manglar	404.49	9	3640.42	
Urbano construido	231.86	5	1159.29	
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	8	3862.51	
Total, en la región	2293.95			
Total, superficie equivalente			16219.80	
Ci				

Fuente: BIOTA, 2021.

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

Imagen V. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 11. Condición actual del Sistema Ambiental con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

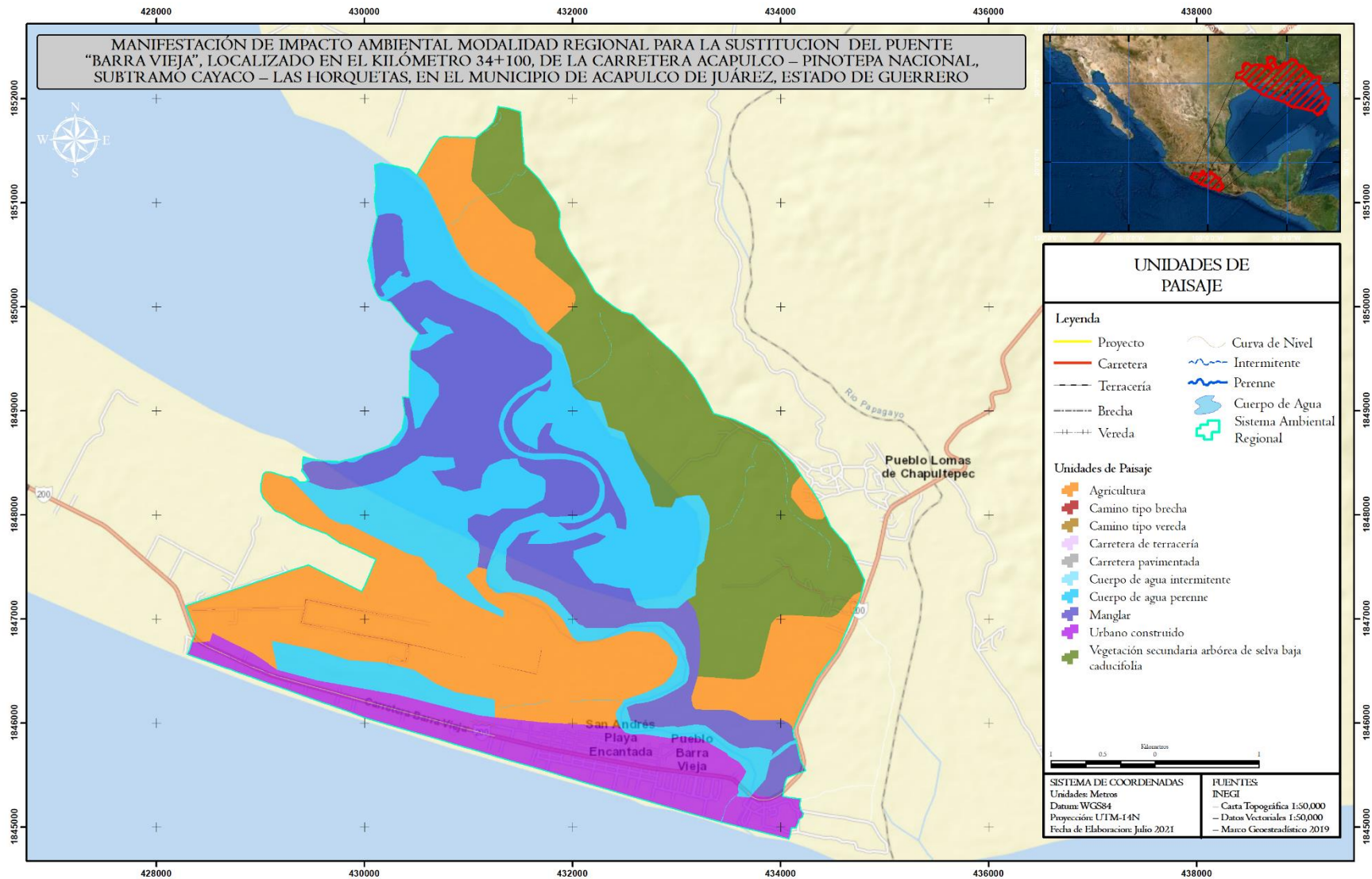
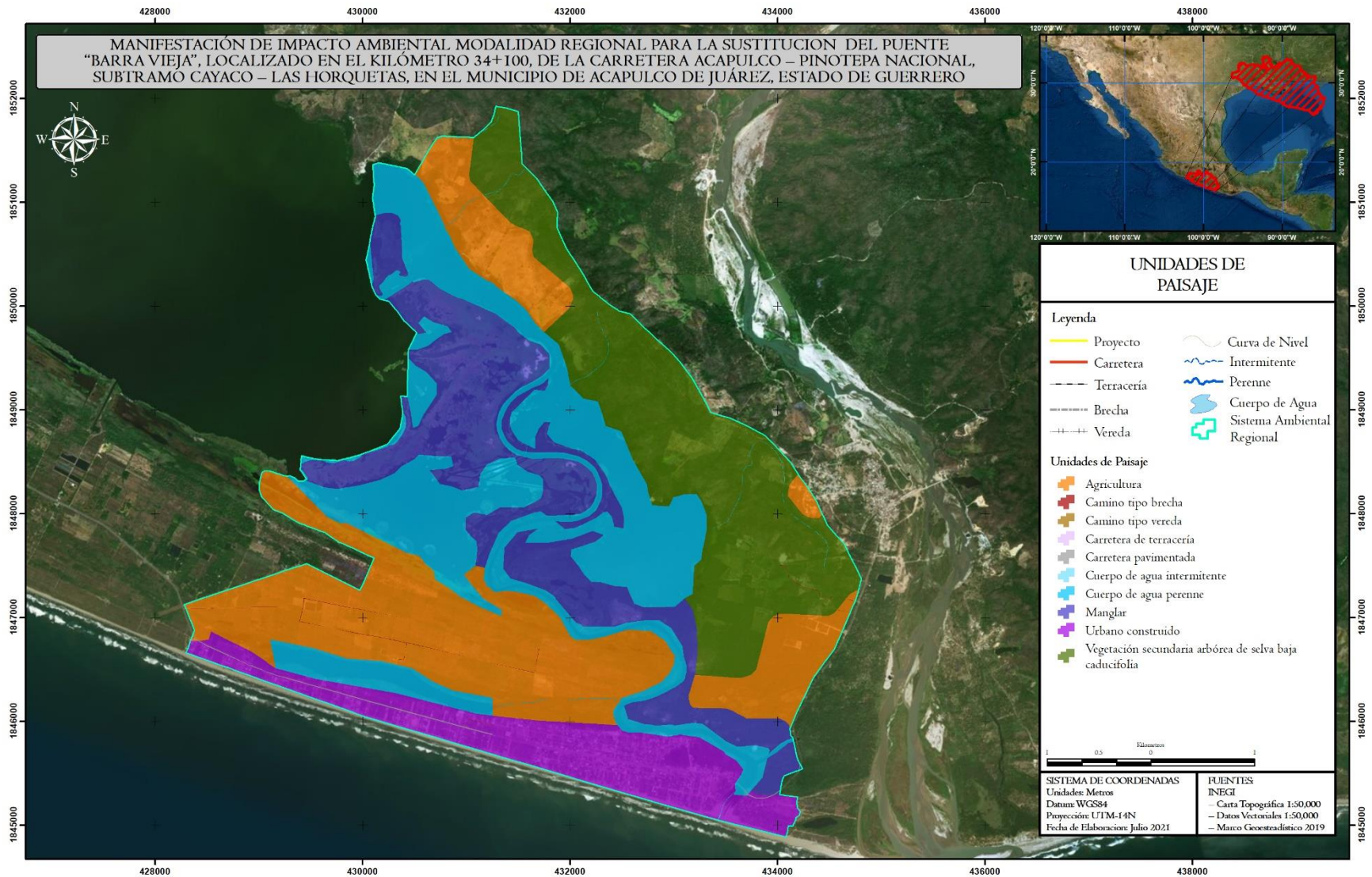


Imagen V. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



Fotografía V. 3. Unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR.



Cuerpo de agua perenne, manglar, agricultura




Carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa



Localidades



Localidades

	
<p>Agricultura, cuerpo de agua, manglar</p>	<p>Cuerpo de agua</p>
	
<p>Puente existente que forma parte de la carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa</p>	<p>Cuerpos de agua perenne, selva baja caducifolia, carretera y agricultura</p>
<p>En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian las unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR, entre los que destacan el cuerpo de agua, las zonas agrícolas, junto con la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, también las carreteras pavimentadas y las localidades, por mencionar algunos.</p>	

Fuente: BIOTA, 2021.

A continuación, se realizará un análisis una vez ingresadas las actividades del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que el proyecto se trata de la sustitución del puente Barra Vieja existente, con la finalidad de evitar accidentes, dado que su estructura se encuentra dañada. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

Tabla V. 41. Afectación Total a las unidades de paisaje.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Urbano construido	0.4086	100.00%
Total	0.4086	100.00%

Fuente: BIOTA, 2021.

Como se puede observar en la tabla anterior, la zona designada como urbano construida es la única unidad de paisaje afectada con 0.4086 hectáreas. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla V. 42. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Agricultura	608.16	0.000	608.16	5	3040.8	99.98%
Camino tipo brecha	2.33	0.000	2.33	5	11.65	
Camino tipo vereda	0.41	0.000	0.41	5	2.05	
Carretera de terracería	0.21	0.000	0.21	5	1.05	
Carretera pavimentada	2.46	0.000	2.46	5	12.3	
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	0.000	0.000091	9	0.000819	
Cuerpo de agua perenne	561.22	0.000	561.22	8	4489.76	
Manglar	404.49	0.000	404.49	9	3640.41	
Urbano construido	231.86	0.4086	231.4514	5	1155.583	
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	0.000	482.81	8	3862.48	
Total, en la Región	2293.95	0.4086	2293.54			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					16216.08	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					16219.80	
Ci						

Fuente: BIOTA, 2021.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta por el proyecto de MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.

Tabla V. 43. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).

ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO	DIAGNÓSTICO
100.00%	99.98%	0.02%	Compatible

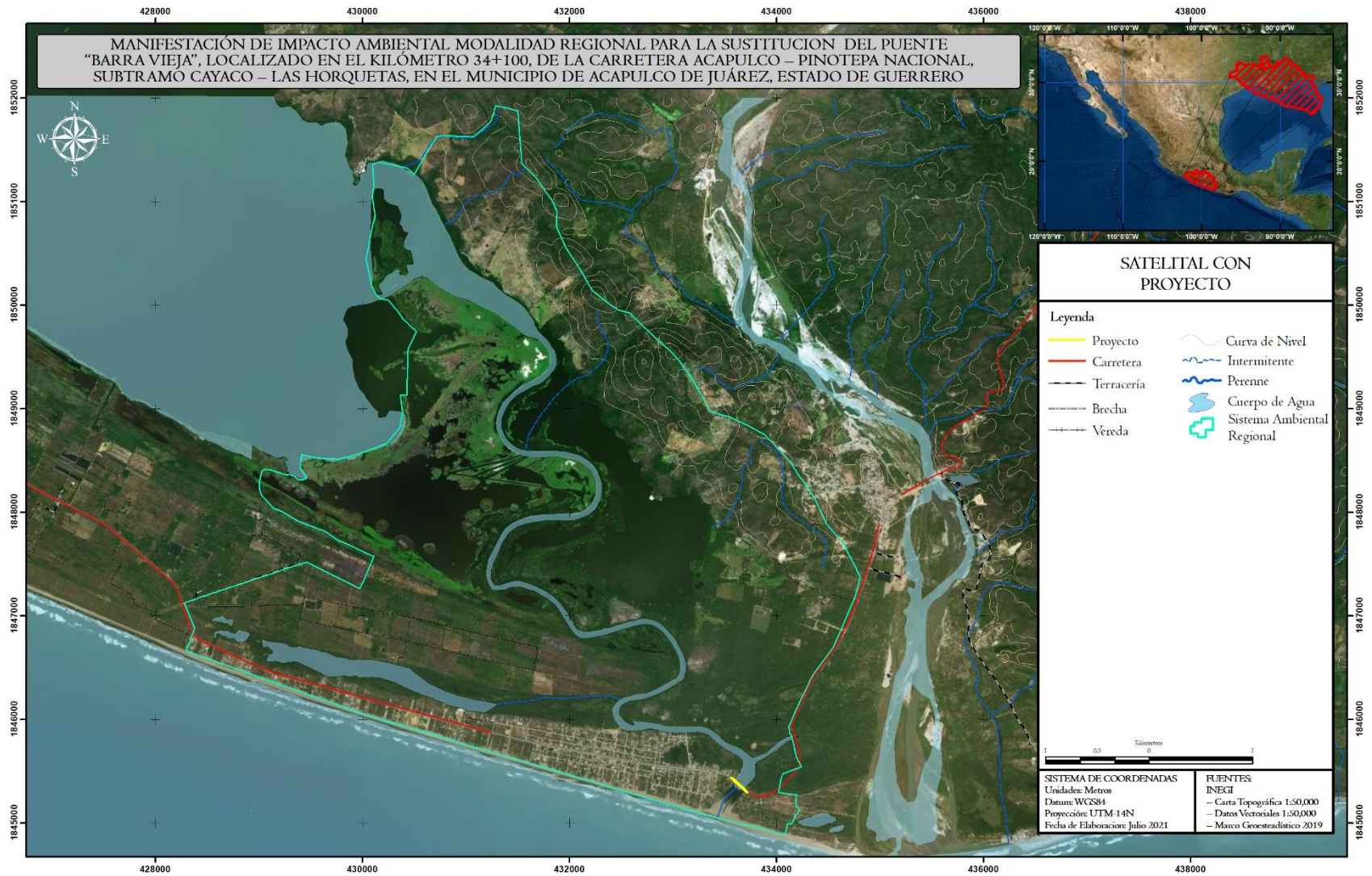
Fuente: BIOTA, 2021.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **0.02%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como **COMPATIBLE**.

Imagen V. 13. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional.

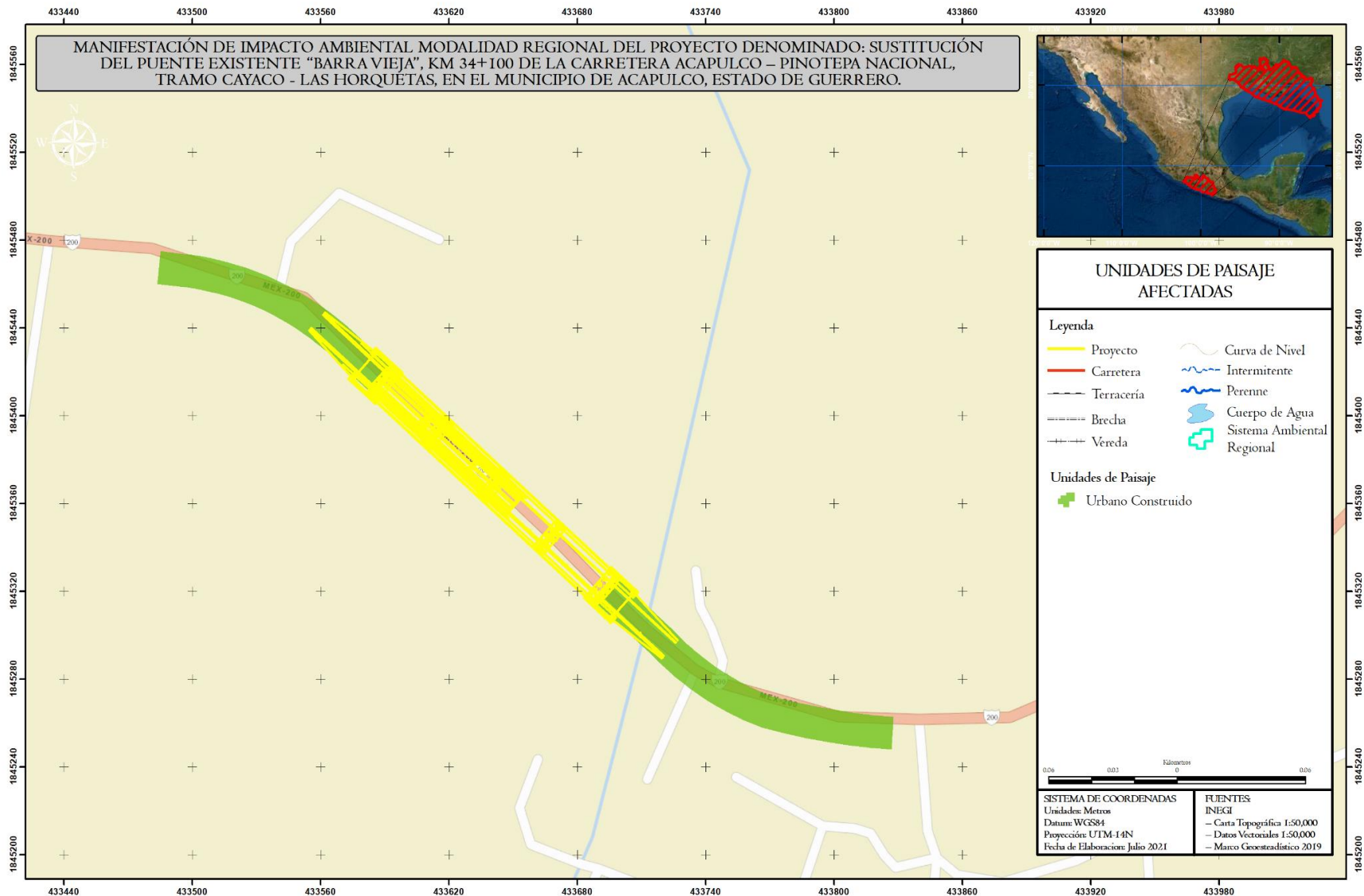


Imagen V. 14. Sustitución del puente Barra Vieja.



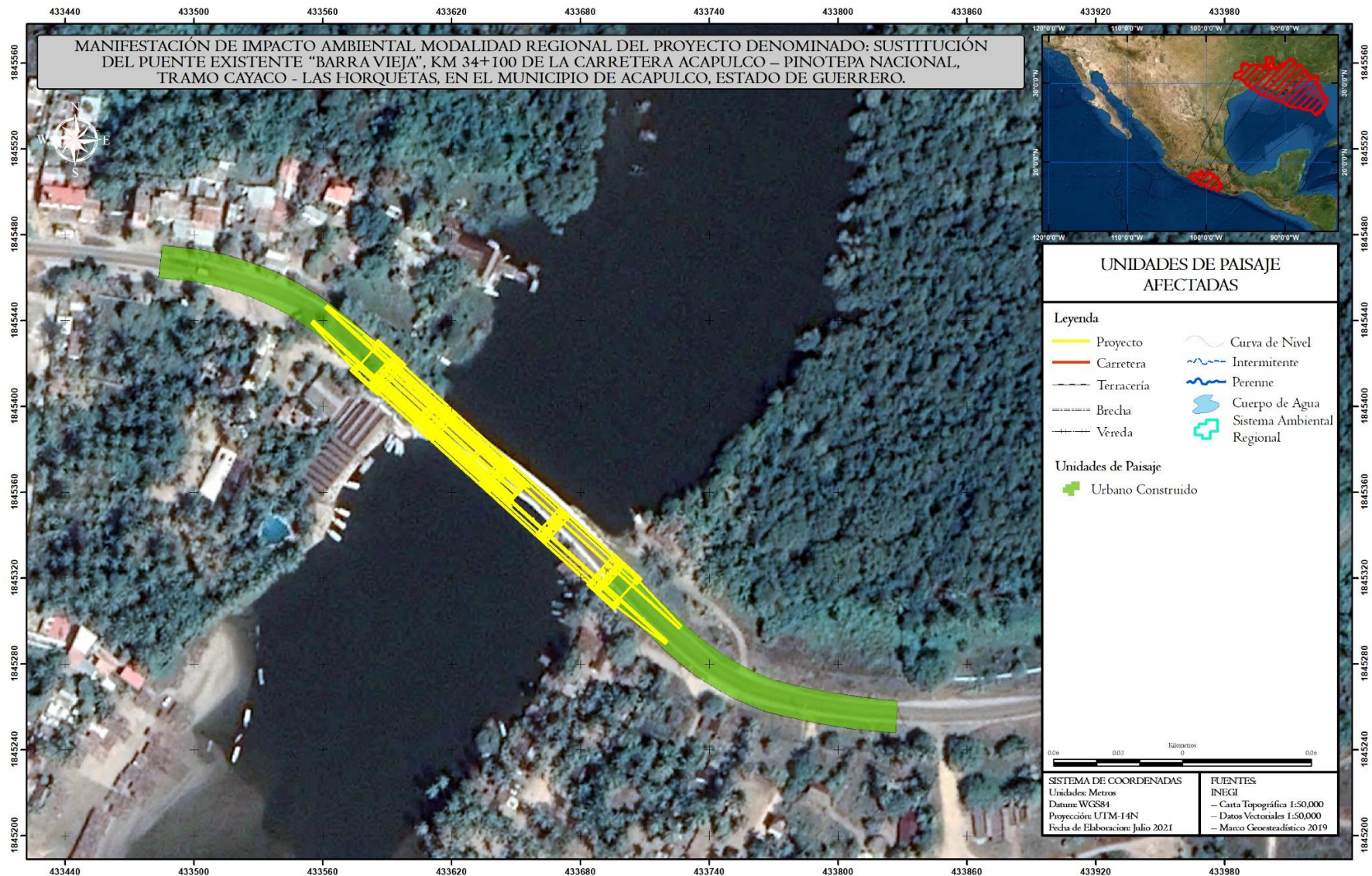
Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental con imagen Google Maps.



Fuente: BIOTA, 2021.

Imagen V. 16. Afectación a las unidades de paisaje Sistema Ambiental con imagen satelital.



Fuente: BIOTA, 2021.

Fotografía V. 4. Sustitución del puente existente "Barra Vieja".



Fuente: BIOTA, 2021.





Fuente: Biota, 2021.

V.4. Impactos Residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del Proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del Proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos que no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas son considerados como impactos residuales. Derivado de lo anterior el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

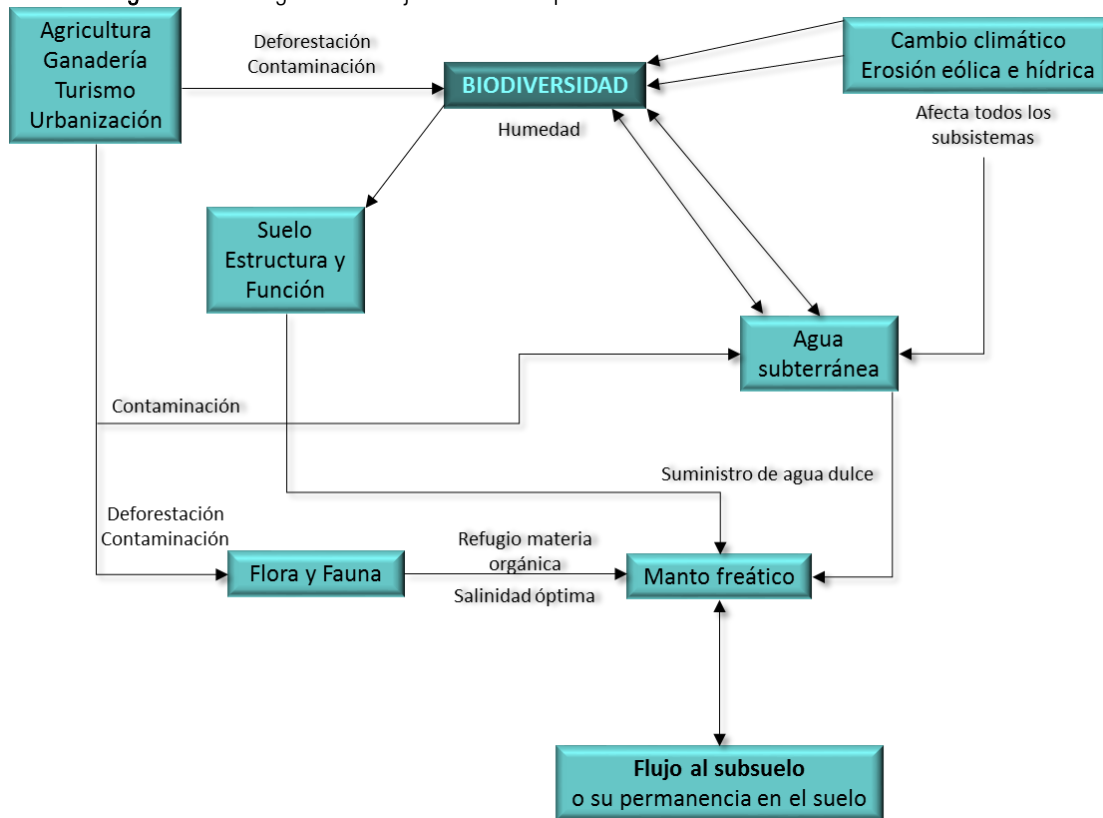
- Pérdida de cobertura vegetal.
- Pérdida de las características geológicas y geomorfológicas.
- Pérdida de suelos, con modificación permanente por la excavación y nivelación.
- Pérdida del hábitat.
- Pérdida de la estética del paisaje.
- Modificación de la Hidrología Superficial.

En cuanto a la calidad del aire es un factor que se afecta durante todo el proyecto, y que mantendrá esa afectación de forma permanente con el comportamiento derivado de la dispersión de contaminantes y nuevas aportaciones, principalmente, por incremento del flujo vehicular.

SERVICIOS AMBIENTALES QUE PUDIERAN PONERSE EN RIESGO.

La Ley define a los **servicios ambientales** como los beneficios que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo forestal sustentable, que pueden ser servicios de provisión, de regulación, de soporte o culturales, y que son necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y que proporcionan beneficios al ser humano, (Art. 7, fracc LXI, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable). Se define entonces como servicios ambientales a las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas por medio de los cuales la naturaleza y el hombre obtienen algún beneficio. Estos servicios mantienen la biodiversidad y a la vez, ésta brinda servicios ambientales y la producción de bienes tales como alimento, agua, madera, combustibles y fibras, entre otros. Un ecosistema es el conjunto de interrelaciones entre componentes bióticos y abióticos, las interacciones generan procesos propios del sistema como el ciclo de materia y el flujo de energía; estos procesos son dinámicos y abiertos, algunos de ellos medibles en series de tiempo que pueden ser de carácter geológico. El flujo de energía a través de las especies que componen el sistema se estructura en forma espacial y temporal jerárquicamente en tiempo y espacio (Maass et al, 1995; en Martínez, 2003). La eficiencia y permanencia de los procesos depende de la biodiversidad de especies, es decir, la diversidad biológica de un ecosistema es variable. Por biodiversidad se entiende “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.” (Artículo 3, fracción IV de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente). Es decir, es la variedad de vida en la Tierra en todos los niveles, desde genes hasta poblaciones mundiales de una misma especie; de comunidades de especies que comparten una misma pequeña área de un hábitat hasta ecosistemas mundiales. Cuando en una región existen diferentes ecosistemas, se entiende que dicha región está compuesta por subsistemas que establecen entre sí una serie de interacciones que en algunas ocasiones son recíprocas y en otras, constituyen servicios ambientales esenciales para el funcionamiento de otras partes del sistema. Estos servicios incluyen los de provisión, también llamados bienes; los de regulación, que modulan las condiciones en las cuales habitamos y realizamos nuestras actividades productivas; los culturales, que pueden ser tangibles o intangibles pero que dependen fuertemente del contexto sociocultural, y los de sustento, que son los procesos ecológicos básicos.

Imagen V. 17. Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.



Fuente: BIOTA, 2021.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema particular está limitado por la cantidad de información disponible, la cual está en relación a la importancia relativa que dichos servicios representan para las comunidades humanas (Balvanera, 2009). De acuerdo a lo anterior, las políticas definidas por la autoridad ambiental federal para proteger la biodiversidad en diferentes niveles, considera en particular a los:

- ✓ **Ecosistemas** que se caracterizan por tener altos niveles de biodiversidad (riqueza de especies), elevado número de especies endémicas (bajo algún estatus de riesgo), importante flujo de especies migratorias; por su relevancia social a niveles económicos, culturales y científicos, y por ser la unidad de referencia en los procesos y ciclos bióticos y abióticos de nuestro planeta.
- ✓ **Especies y comunidades** que se encuentran bajo algún estatus de riesgo, aquellas que han sido domesticadas o cultivadas, también las que tienen un valor agregado del tipo médico, agrícola o social (económica, cultural o científica) y especies indicadoras (de deterioro o conservación).
- ✓ **Genotipos** que se refieren al linaje y continuidad de las especies lo cual conlleva un significado social, económico y/o científico.

Con base en lo anterior, la riqueza biótica del área de cambio se describe con detalle en el apartado descriptivo y analítico del medio biótico (capítulo IV de este documento), asimismo, se destaca que el enfoque que se hace de este rubro se centra en la biodiversidad de especies y de ecosistemas, en virtud de que, debido a los alcances del presente estudio, no es posible y no existe información disponible de la biodiversidad a nivel genético. Con base en dicha información, la línea de base que define el **estatus de diversidad biológica bajo un enfoque ecosistémico** equivale a asegurar que los ecosistemas funcionen saludablemente, por lo que al ser evaluados en los apartados

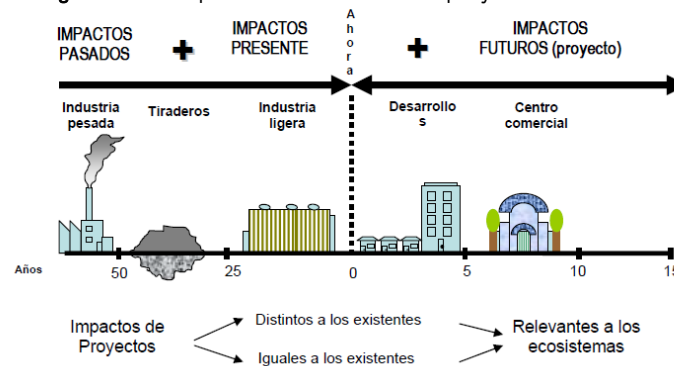
correspondientes a fauna y a vegetación se utilizaron indicadores que reportaron proyecciones integrales, no precisadas por límites artificiales.

El enfoque ecosistémico adoptado asume una perspectiva de largo plazo soportada en la determinación del estatus de "línea-base de biodiversidad" y en un manejo adaptativo, que considera la dinámica natural de los ecosistemas, lo incierto e impredecible de sus funciones, sus conductas y sus respuestas. Esta fue la estrategia central, con la cual se orientó la integración de este capítulo. Otra estrategia asumida corresponde al **uso sustentable de los recursos de la biodiversidad**, para ello, la identificación de los impactos ambientales consecuencia del cambio de uso de suelo en los terrenos forestales de las áreas se dirigió a identificar, proteger y promover el uso sustentable de los recursos bióticos, a fin de que se reconozcan los beneficios de la biodiversidad que provee soporte a sistemas esenciales para la vida y los servicios de ecosistemas; así como el costo de reemplazar esos servicios. En una primera aproximación, la cuenca está formada por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación tales como; bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino, bosque de encino, bosque de encino-pino, vegetación secundaria y diversos grados de conservación. Cada uno de estos componentes constituye una unidad funcional compleja que incluye sus propias comunidades biológicas y condiciones ambientales particulares. Los diferentes ecosistemas proporcionan un conjunto específico de servicios ambientales, y de la misma manera, entre ellos conforman un equilibrio individual. Por tal motivo es necesario particularizar en los servicios ambientales de los subsistemas en los cuales las áreas incidirán. Para la determinación del valor de los servicios ecosistémicos que proporcionan los subsistemas antes mencionados, particularmente los que serán afectados, se diseñó una metodología que considera el valor general de la calidad de los servicios ecosistémicos que ofrecen los mismos ecosistemas sin tomar en cuenta grado alguno de perturbación, es decir, se valoró la calidad de los ecosistemas prístinos en relación a los servicios ambientales que ofrecen. Por otro lado, se estimó la calidad ambiental de dichos subsistemas en base al mapa de antropización del noroeste del país, con lo que se obtuvo un valor del ecosistema en base a un coeficiente de antropización, sumado a la verificación realizada en campo y los valores de riqueza y diversidad de vegetación estimados. Finalmente, con ambos valores (valor general de la calidad de los servicios, valor máximo ideal en la unidad de análisis) y el valor antropizado del ecosistema (valor estimado de la unidad de análisis) se obtuvo el índice de la calidad de los servicios ambientales

V.5. Impactos Acumulativos.

En la evaluación del impacto ambiental es requisito el identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos, es por ello por lo que se dedica la presente sección a su análisis. Es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de la "línea base o cero" originada por efectos aditivos (siguiente imagen). Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del Proyecto, como si éste fuera la única fuente de cambio en el SAR, es importante identificar los cambios que se están generando o que ocurrieron como resultado de actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto.

Imagen V. 18. Impactos acumulativos de proyectos de desarrollo.



Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se destaca que fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos, con el juicio de expertos, matrices e interpretación geográfica, incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, considerando la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de las medidas de mitigación:

- Pérdida importante de la cobertura vegetal.
- Pérdida de horizontes superficiales del suelo.
- Alteración de la geomorfología y de relieve.
- Desplazamiento temporal de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto.
- Modificación de la Hidrología Superficial.

V.6. Conclusiones.

Al generar la “**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**”, se hace hincapié y se puntualiza que se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, los procedimientos de preparación del sitio, construcción y operación buscan minimizar y atenuar cualquier tipo de impacto generado, complementando lo anterior con la aplicación de medidas de mitigación, prevención y compensación que permitirán un desarrollo compatible con su entorno natural. Asimismo, el proyecto se justifica por su compatibilidad con el desarrollo regional, considerándose además la factibilidad con la vinculación con las normas y regulaciones vigentes sobre los usos de suelo establecidas a nivel Municipal, Estatal y Federal. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto:

- El principal impacto ambiental está asociado a la demolición de la estructura existente, aunque es importante la sustitución por las condiciones actuales del puente, además de que se trata de una estructura con limitada área hidráulica para el cruce con el Río “De la Sabana”; la principal medida de mitigación es utilizar el proceso de demolición con hilo diamantado, que permite controlar la dispersión de materiales, polvos y la caída de materiales al cuerpo de agua.
- Otra de las actividades que permitirán reducir los impactos ambientales es la construcción de los muros de contención de concreto armado que evita que los pateos extiendan la línea de ceros a ambos lados, lo cual provocaría la necesidad de construir terraplenes y tener afectaciones a los comercios y habitaciones aledaños a la carretera.
- El proyecto de sustitución del puente vehicular existente ocupará la superficie del derecho de vía, con ello se busca incrementar la seguridad para los vehículos que circulan por esta vía de comunicación, disminuyendo los riesgos y accidentes vehiculares.
- La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter puntual, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia.
- La obra por incorporar se integra a un escenario el cual ha sufrido alteraciones previas, como la construcción de la vialidad donde se encuentra, la sustitución y aprovechamiento de la cobertura vegetal y el desplazamiento de la fauna terrestre, aunado a la presencia humana por el uso de vías de comunicación y las zonas agropecuarias y turísticas de la zona.
- El escenario futuro esperado, es contar un servicio de mayor seguridad para los vehículos que transitan por la zona.
- Es necesario establecer programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente en las fases previas que corresponde a la preparación y construcción generando un agente importante en la protección de los recursos faunísticos y florísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
- Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a la empresa constructora, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, y los atributos físicos, destacando el suelo.
- Las actividades indicadas en las medidas de mitigación deben iniciarse desde el principio del proyecto, de tal manera que, a la conclusión de la etapa de construcción, muchas de ellas ya muestren un avance considerable de su aplicación.

- Este proyecto está considerado dentro de los esquemas de sustentabilidad, de tal manera, que es compatible ambientalmente con su espacio físico y con la variable tiempo, lo cual permite tener una visión de su factibilidad ambiental y que ofrecerán múltiples y permanentes beneficios ambientales y sociales, en consecuencia, de la integración del proyecto se tendrán una mayor seguridad y la disminución de la accidentabilidad en la región adyacente de esta zona federal.
- El proyecto, es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidos en el Plan de Desarrollo, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.

A manera de conclusión, el componente de hidrología dentro de la dinámica y flujos se espera sea favorecida por el aumento del área hidráulica con el aumento de un claro a la nueva estructura por lo cual se puede estimar que las afectaciones a la Calidad del agua, Sucesión ecológica, Abundancia de vegetación, Abundancia de fauna, Dinámica hidrológica, composición del aire, Partículas minerales, Calidad visual, Fragilidad y Sensibilidad, retornarán a sus condiciones y dinámica iniciales al término de las actividades de preparación del sitio y construcción. De manera particular, los impactos ambientales ejercidos sobre los organismos vegetales tienen un carácter mitigable, debido a que las plantas tienen una alta capacidad para responder a la repoblación vegetal, por lo cual se espera de manera natural el retorno de la vegetación natural, produciendo una armonía entre lo natural del paisaje con la infraestructura artificial incorporada. Como efectos secundarios de dichas medidas de mitigación, se podrá atender los atributos relacionados con el hábitat, paisaje, procesos ecosistémicos y la atención a la degradación del suelo, lo cual resulta muy favorable para armonizar el proyecto del Puente, con las afectaciones generadas por las actividades de preparación del sitio y las actividades constructivas de las instalaciones futuras del proyecto.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto de la “**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**” **ES VIABLE** desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

VI.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	2
VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas	14
VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación	21
MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	27
Medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies de flora y fauna silvestre de conformidad con las disposiciones legales aplicables.	28
VI.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	37
VI.5. PLAN DE MANEJO INTEGRAL (MONITOREO)	49
VI.6. MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto	4
Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna	5
Tabla VI. 3. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del proyecto.....	7
Tabla VI. 4. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el proyecto.	14
Tabla VI. 5. Características de las medidas de mitigación del proyecto.	21
Tabla VI. 6. Medidas de mitigación generales.....	28
Tabla VI. 7. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.	30
Tabla VI. 8. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.....	32
Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental.....	32
Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación – Ecología.....	33
Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.....	33
Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.	35
Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.	35
Tabla VI. 14. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades).	39
Tabla VI. 15. Seguimiento y control de las medidas generales.	50
Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.	52
Tabla VI. 17. Costos de referencia para compensación ambiental.....	59
Tabla VI. 18. Costo de la planta.....	59
Tabla VI. 19. Salario Mínimo.	59
Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.	60
Tabla VI. 21. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.....	60
Tabla VI. 22. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.....	60
Tabla VI. 23. Información para montos de fianzas.	62

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.	3
--	---

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

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

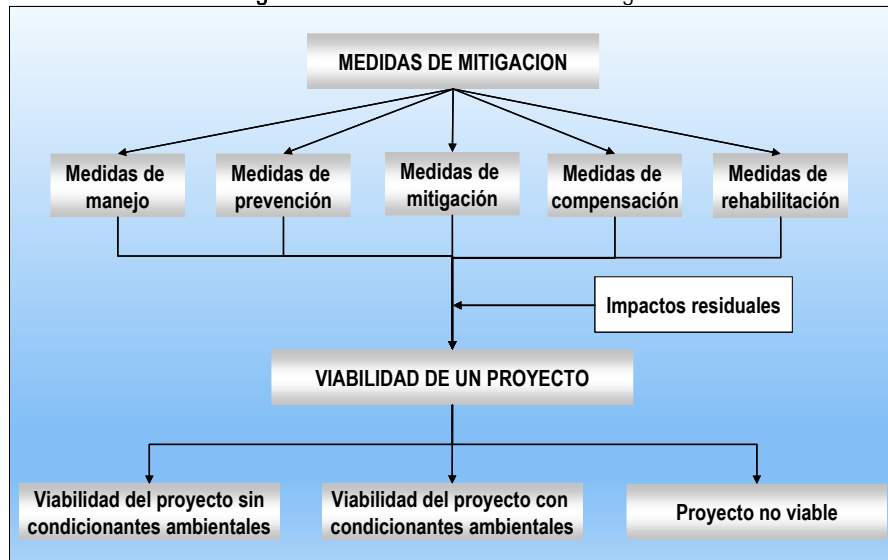
Las medidas de mitigación son trascendentales para la prevención y/o remediación de los efectos negativos generados por las actividades del proyecto. La implementación puntual en cada una de las etapas, aunado a su integración en planes y programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el abandono del proyecto, permite la disminución de los impactos ambientales, estas son una herramienta para prevenir, controlar, atenuar, corregir o compensar los impactos ambientales generados, donde el conjunto de medidas de mitigación generará efectos benéficos con la capacidad de movilizar la respuesta positiva hacia otros factores ambientales, e inclusive ofrecen un efecto atenuador de otros impactos indirectos, derivados ya sea de las actividades del proyecto. Las medidas pueden incluir uno o varios de los beneficios siguientes:

1. Evitar el impacto total, al no desarrollar todo o parte de un proyecto.
2. Minimizar los impactos, al limitar la magnitud del proyecto.
3. Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el ambiente afectado.
4. Reducir o eliminar el impacto a través del tiempo, por la implementación de operaciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto.
5. Compensar el impacto producido por el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

Las medidas de mitigación se clasifican de la siguiente forma, mostrando el grado en que será abatido cada impacto adverso:

1. **Medidas preventivas.** Estas acciones evitan efectos previsibles de deterioro en el ambiente.
2. **Medidas de rehabilitación.** Son programas de conservación y cuidado que se deberán llevar a cabo una vez terminado el proyecto o algunas obras o actividades específicas de éste o sus etapas, para conservar la estructura y funcionalidad del área donde se ejecutará el proyecto.
3. **Medidas de compensación.** Estas medidas no evitan la aparición del efecto, pero contrapesa de alguna manera la alteración del factor, son aplicadas a impactos irrecuperables e inevitables.
4. **Medidas de reducción.** Con la aplicación de estas medidas los daños que se puedan ocasionar al ecosistema se encontrarán entre los niveles mínimos.

Imagen VI. 1. Tabla de medidas de mitigación.



Fuente: BIOTA, 2021.

RECURSOS FORESTALES EXISTENTES EN EL PROYECTO.

Se define Recursos Forestales como:

“La vegetación de los ecosistemas forestales, sus servicios, productos y residuos, así como lo suelos de los terrenos forestales y preferentemente forestales”.

Se define Servicios Ambientales como:

“Los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad; la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otro”.

Considerando lo dicho, a continuación, se presenta los recursos forestales que pudieran sufrir algún daño por la ejecución del proyecto.

Tabla VI. 1. Recursos forestales valorados para el proyecto.

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
FLORA Y FAUNA	Biológico.	Flora.	Vegetación.	Este término es referido a todo tipo de vegetación (plantas) que pertenecen específicamente a una región geográfica determinada, sobre todo cuando se trata de aquellas plantas endémicas o autóctonas de una zona específica, referido a las plantas que nacen allí y es muy poco probable que se observen en otra región por sí solas.
		Fauna.	Animales.	Es el conjunto de animales que son originarios o propios de una zona o región geográfica determinada, en este campo se incluye a todas las especies que existen en ese espacio específico, pudiéndose encontrar en un sistema ecológico determinado.
RECURSOS FORESTALES.	Físico.	Suelo.	Materia orgánica.	El término "humus", designa a las sustancias orgánicas variadas, de color pardo y negruzco, que resultan, preponderantemente, de la descomposición de materias de origen exclusivamente vegetal, tiene efecto sobre las propiedades físicas del suelo, formando agregados y dando estabilidad estructural, uniéndose a las arcillas, favoreciendo la penetración del agua y su retención, disminuyendo la erosión y favoreciendo el intercambio gaseoso.
		Agua.	Agua en cantidad y calidad.	En términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad, para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc.
	Ambiental.	Servicios ambientales.	Hábitat.	Es el espacio que ocupa una población o especie específica, así mismo reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia.
			Biodiversidad.	Servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales- mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales

COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
				se deriva la diversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
			Generación de oxígeno.	Los árboles, arbustos y hierbas, como todo organismo vegetal, mediante la fotosíntesis absorben el CO ₂ , fijan el carbono en biomasa (es decir, crecen), y liberan oxígeno.
			Amortiguamiento de fenómenos naturales.	La biodiversidad que existe en los bosques puede reducir la vulnerabilidad de una zona a los desastres naturales. Es indispensable asegurar la cobertura boscosa y el manejo de las áreas, ya que contribuye a reducir la compactación de los suelos mejorando así su capacidad de absorción, disminuyendo las inundaciones y derrumbes en zonas agrícolas, ayudando a reducir las condiciones que favorecen los incendios y a proteger contra sequías y la desertización.
			Regulación climática.	En la regulación del clima global participan todos los sistemas de la naturaleza: la atmósfera e hidrosfera (sobre todo los océanos), la criósfera (hielo, nieve), litosfera (corteza terrestre) y biosfera. En las últimas décadas, también el ser humano (como causante del aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y el metano) se ha convertido en un factor que afecta al clima.
			Captura de carbono.	Los bosques almacenan y secuestran carbono, contribuyendo a reducir el calentamiento global mediante la disminución de los gases de efecto invernadero. A través de su gestión sostenible, son importantes sumideros de estos gases, por lo que funcionan como amortiguadores del impacto que ocasionan los cambios climáticos.
			Paisaje.	Referida específicamente a la belleza escénica, derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son los atractivos.

Fuente: BIOTA, 2021.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar los siguientes impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO
AGUA	Demolición e Instalación de Puente.	Disminución de la calidad del agua
		Desplazamiento de especies
SUELO	Extracción de materias primas y transporte del material orgánico	Afectación al suelo
	Remoción del suelo orgánico	Pérdida del suelo orgánico
	Remoción de la vegetación, extracción de materias primas, remoción del material orgánico y transporte del material orgánico	Alteración del paisaje
FLORA	Remoción de la vegetación y suelo	Afectación a la biodiversidad
	Remoción de la vegetación y transporte de materias primas	Pérdida de la cobertura vegetal
	Remoción de la vegetación	Pérdida de la captura de carbono

		Pérdida de generación de oxígeno
		Alteración de la modulación o regulación climática
FAUNA	Demolición e Instalación de Puente.	Afectación a la biodiversidad
	Remoción de la vegetación y suelo	Desplazamiento de especies

Fuente: BIOTA, 2021.

De manera convencional se entiende como medidas contra impactos a todas aquellas acciones realizadas con el fin de prevenir, reducir y remediar la afectación al ambiente. Por lo que el objetivo del presente capítulo se enfoca en las medidas propuestas para contrarrestar los efectos ocasionados por la ejecución del proyecto. Las medidas de mitigación propuestas se consideran como una estrategia de protección y conservación ambiental siendo que las medidas a aplicar han sido enfocadas a las etapas comprendidas del proyecto.

Las medidas de mitigación para el proyecto se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VI. 3. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del proyecto.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
Demolición del puente: -56 % Acumulado: 18.98% Alto Negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra. 2. Realizar los trabajos preferentemente cuando la boca de la laguna se encuentre cerrada. 3. Evitar la caída de materiales al cauce, ya que pudiera provocar taponamientos, contaminación y alteraciones de la dinámica hidrológica. 4. Dada la naturaleza del proyecto, se cerrará el tránsito del puente, por lo que se empleará un camino de desvío que rodea la laguna de Tres Palos, dicho camino estará claramente señalado. 5. Mantener siempre en húmedo el proceso del hilo diamantado para evitar la dispersión de polvos. 6. Los residuos de construcción se dispondrán por una empresa especializada. 7. Realizar los trabajos de hilo diamantado en horarios diurnos, evitando trabajos nocturnos para no interferir en los patrones de descanso de la fauna. 8. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. 9. Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. 10. La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. 11. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 12. Integrar medidas adicionales para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto del cuerpo de agua, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas de este.
Demolición de carpeta asfáltica: -38 % Acumulado: 31.86% Medio Negativo	<ol style="list-style-type: none"> 13. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 14. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores. 15. Establecer, durante la construcción de la obra, dos puntos de monitoreo sobre el cuerpo de agua, uno antes y otro después de la zona de trabajo, para identificar un cambio radical en la calidad del agua superficial (en los atributos de partículas sólidas suspendidas, turbidez, pH y conductividad eléctrica), sus causas e incorporando medidas especiales para atender esta situación.
Acarreos de material Ponderación: -33 % Acumulado: 43.05%	<ol style="list-style-type: none"> 16. Para la demolición del puente se realizará a través de un método innovador que permite mitigar los impactos ambientales el cual es conocido como Hilo de Diamante, la cual es una técnica especial que permite el corte y remoción de grandes segmentos de concreto, mayormente, en puentes como es el caso, el funcionamiento básico de la máquina es bastante simple: el concreto a cortar se ata con el alambre de diamante que regresa a la máquina y también afloja la polea de tracción. A través de la unidad de control en la unidad hidráulica, la polea de tracción gira y con ella el alambre de diamante, que se mueve a una velocidad de 20 a 30 m/s sobre la superficie del concreto y al hacerlo comienza a cortarlo. Otro comando de accionamiento hidráulico hace que la polea de tracción se retraiga para mantener el cable de diamante siempre tenso, este proceso se realizara en las partes terrestres de la estructura del puente y a través de chalan en la parte acuática, con esto se minimizan los impactos, ya que se controlan los residuos a retirar del área de demolición, lo que permite que no existan fragmentos que pudiesen llegar alterar el flujo hidráulico del cuerpo de agua presente. 1. Programar los acarrees en horarios diurnos. 2. Asegurar que la maquinaria este en perfectas condiciones de uso.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
Medio Negativo	<ol style="list-style-type: none"> 3. En el caso de transporte de materiales que puedan esparcirse cubrir los camiones con una manta, para evitar la dispersión de polvos. 4. El material que sea trasladado también deberá ser cubierto para evitar la dispersión de polvos, evitar el movimiento de materiales en la época de lluvias, ya que aumentarían los sólidos suspendidos en el cuerpo de agua. 5. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos. 6. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto. 7. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto. 8. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 9. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto. 10. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 11. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de las Zonas Urbanas. 12. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas. 13. Se debe contar con un Plan Integral de Manejo de Residuos Especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.
Colocación de carpeta asfáltica puente: -25 % Acumulado: 51.53% Medio Negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar solamente el área requerida. 2. Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos, que debe incluir los residuos domésticos, de manejo especial, residuos de obra y residuos peligrosos. 3. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 5. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 6. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 7. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 8. Escarificar los terrenos que serán utilizados, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. 9. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
Nivelación: -23 % Acumulado: 59.32% Medio Negativo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Humedecer las áreas que se abran para las terracerías. 2. Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro. 3. Evitar que permanezca la compactación del suelo en sitios no requeridos, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada. 4. Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
	<ol style="list-style-type: none"> 5. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 6. Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. 7. Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. 8. Al término de la obra, restituir las características originales de los caminos utilizados, para regresar a sus usos originales; en caso de accesos provisionales que sean demandados por la población local, darle un mantenimiento final y dejar la conservación a los usuarios. 9. Desarrollar un Plan Integral de Manejo de Residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. 10. Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo. 11. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
<p>Parapetos, guarniciones y banquetas: -23 % Acumulado: 67.12% Medio Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contar y aplicar un Plan de Manejo Integral de Residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial. 2. Contar con sitios específicos para el depósito temporal de los residuos. 3. Contar con los contratos para la disposición de todo tipo de residuos. 4. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 5. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 6. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 7. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 8. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra.
<p>Construcción de muros de contención: -16 % Acumulado: 72.54% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Delimitar estrictamente la superficie a afectar para la construcción. 2. Los trabajos de la demolición y sustitución del puente deben realizarse preferentemente cuando la boca de la laguna está cerrada. 3. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. 4. Proteger el derecho de vía con la incorporación de un sustrato fértil y semillas de gramíneas. 5. Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos. 6. Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto. 7. Integrar señalamientos y reductores de velocidad para evitar las posibilidades de accidentes y colisiones vehiculares con el cruce de carretera existente, debido a la potencial afluencia vehicular que habrá de circular por el trayecto del Proyecto. 8. Retirar todo el escombros y residuos de materiales de construcción del sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. 9. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
	<ol style="list-style-type: none"> 10. La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto. 11. Trabajar los muros de construcción siempre en fase húmeda 12. La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. 13. Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la cercanía de las Zonas Urbanas. 14. La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas. 15. Todo el personal debe estar inscrito en el Seguro Social y se deberán seguir los protocolos de seguridad de la empresa contratista. 16. La empresa constructora debe contar con un Plan de Manejo Integral de Residuos, integrando bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al relleno municipal. Asimismo, debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad. 17. La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos, bitácora autorizada y registrada ante la SEMARNAT, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos. 18. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los arroyos intermitente ubicados en el SAR.
<p>Colocación de carpeta asfáltica: -16 % Acumulado: 77.97% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizar solamente el área requerida. 2. Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos, tanto sólidos comunes, peligrosos y de manejo especial. 3. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 4. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 5. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre. 6. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 7. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 8. Escarificar los terrenos que serán utilizados, para favorecer el retorno de la cubierta vegetal. 9. Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
<p>Manejo y disposición de residuos de obra Ponderación: -16 % Acumulado: 83.39% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos, sólidos comunes, de manejo especial y residuos peligrosos. 2. Contar con sitios específicos para el depósito temporal de los residuos. 3. Contar con los contratos para la disposición de todo tipo de residuos. 4. Otorgar capacitación ambiental a todos los trabajadores del proyecto, incluso a quienes permanezcan en los campamentos o trabajen como vigilantes. 5. Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente. 6. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
<p>Excavación Ponderación: -15 % Acumulado: 88.47% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 7. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. 8. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación alrededor de la obra. 1. Seguir los procedimientos constructivos señalados, en el proyecto de la licitación, así como todas las recomendaciones de los estudios de cimentación. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. 3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. 5. Establecer, durante la construcción de la obra, dos puntos de monitoreo sobre el cuerpo de agua, uno antes y otro después de la zona de trabajo, para identificar un cambio radical en la calidad del agua superficial (en los atributos de partículas sólidas suspendidas, turbidez, pH y conductividad eléctrica), sus causas y incorporando medidas especiales para atender esta situación. 6. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 7. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.
<p>Despalme del suelo Ponderación: -13 % Acumulado: 92.88% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El despalme de suelo para el muro de contención se realizará delimitando claramente el área de trabajo, dada la naturaleza del sitio el suelo extraído puede ser dispuesto en el relleno sanitario de acapulco, ya que no puede ser empleado como banco de germoplasma. 2. Utilizar el suelo almacenado para la rehabilitación de sitios degradados, incluso en sitios alejados de la zona de obra, como los terrenos de los bancos de material y zonas erosionadas, que posee particular interés para la conservación en la región. 3. Utilizar el material despalmado como base o arroyo final de los terraplenes o cunetas o en su defecto sobre las terrazas de las corrientes hidrológicas. 4. La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. 5. Evitar la caída de materiales al cauce de arroyos intermitentes, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo. 6. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, evitando la disposición directa de los residuos al cuerpo de agua intermitentes o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final.
<p>Desmante de la vegetación Ponderación: -10 % Acumulado: 96.27% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecer un Programa de Reforestación, así como un Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre. 2. Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés ecológica y de organismos que permitan garantizar su sobrevivencia durante su movimiento. 3. Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaria o sustancias químicas. 4. Retirar la vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante. 5. Realizar el troceo de especies suculentas y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
	<p>degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental, por ejemplo, taludes y derechos de vía habilitados para el desarrollo del proyecto, sin que obstaculicen las acciones de operación y mantenimiento proyectadas.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Evitar la quema de residuos vegetales o residuos domésticos en la zona de trabajo o en la cercanía. 7. Compensar la vegetación que haya sido eliminada integrando nuevos individuos en otros sitios, como áreas verdes, sitios con signos de deterioro, incluso ubicados fuera de la trayectoria del trazo o zona de obra, o en áreas que se encuentren en proceso de recuperación ecológica, como en sitios del banco de extracción de materiales, donde será necesario proceder a su rehabilitación ecológica, bajo la responsabilidad del dueño del banco de materiales. 8. Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, partes bajas de los cortes, taludes de los terraplenes y zonas con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo. 9. Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo. 10. Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, al menos uno por cada 20 trabajadores, garantizando el manejo adecuado de los residuos.
<p>Pilotes Ponderación: -4 % Acumulado: 97.63% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar la excavación conforme lo establecido en el proyecto, respetando los procedimientos constructivos descritos. 2. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre.
<p>Juntas de Dilatación Ponderación: -4 % Acumulado: 98.98% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 3. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 4. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce.
<p>Parapetos Ponderación: -3 % Acumulado: 100% Bajo Negativo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 6. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.
<p>Tránsito Vehicular</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mantener en óptimas condiciones el trazo carretero y el puente. 2. Mantener en óptimas condiciones la señalización en la carretera y el puente. 3. Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
<p>Operación De Maquinaria Y Equipo</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la vegetación y fauna silvestre. 2. Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a los vehículos utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. 3. Arrendar sanitarios portátiles a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 20 trabajadores, evitando disponer los residuos directamente al cauce. 4. Establecer, durante la construcción de la obra, dos puntos de monitoreo sobre el cuerpo de agua, uno antes y otro después de la zona de trabajo, para identificar un cambio radical en la calidad del agua superficial (en los atributos de partículas sólidas suspendidas, turbidez, pH y conductividad eléctrica), sus causas y incorporando medidas especiales para atender esta situación. 5. Evitar la caída de materiales al cauce, procediendo a su retiro en caso de una caída incidental. 6. Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.

ACTIVIDAD	IMPACTOS GENERADOS
Obras adicionales	<ol style="list-style-type: none">1. Los sitios destinados a obras provisionales no podrán presentar vegetación.2. Se deberá emplear siempre materiales ligeros de construcción que sean sencillos de retirar al concluir los trabajos.3. El sitio de almacén de residuos deberá de cumplir con la normatividad aplicable.4. El patio de maquinaria deberá estar limpio de derrames.5. En caso de requerir cambio de aceite ó servicio menor de la maquinaria, se contará con un kit antiderrame y utilizar geomembranas para evitar contaminación al suelo.6. Colocar los sanitarios de modo tal que su mantenimiento sea sencillo por parte de la empresa autorizada.7. No se permitirá crear fogatas.8. Los tambos de residuos deberán ser metálicos con tapa y separando la basura conforme a la normatividad aplicable.9. La herramienta de mano y los materiales de construcción no podrán estar dispersos en las áreas de trabajo.10. Se deberá de contar con las bitácoras de recolección de residuos sólidos y peligrosos.11. Se deberá contar con las bitácoras de mantenimiento de maquinaria, en caso de ser necesario.12. No se podrán ubicar los sitios de obras adicionales cerca de escurrimientos.

Fuente: BIOTA, 2021.

VI.2. Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas.

Las medidas de mitigación para el Proyecto se presentan agrupadas, en función del impacto ambiental que habrá de ser atendido y controlado, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla VI. 4. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental para el proyecto.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Interferencia con los patrones de drenaje	Realizar la excavación y actividades asociadas durante la época de estiaje, tiempo en el cual el flujo hidrológico es menor.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Colocar una barrera alrededor de la zona de obras, que evite el movimiento de materiales y la potencial caída al cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Considerar el incorporar protecciones adicionales a los pilotes para garantizar una mayor resistencia de la infraestructura, considerando el carácter torrencial de la precipitación pluvial de la región.	Preventiva	Construcción	Construcción
	Mejora de infraestructura, que proteja el recorrido natural del cauce. El proyecto garantizará que la estructura proyectada permita la continuidad natural del flujo hidrológico.	Preventiva y correctiva.	Construcción.	Operación y mantenimiento
Contaminación de escorrentías. Afectaciones en las márgenes.	Establecer la gestión integral de los residuos sólidos, de construcción y peligrosos, que incluye medidas en todas las etapas, desde la separación en la fuente, el almacenamiento y presentación, la recolección y el transporte y la disposición final.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Reutilizar los materiales edáficos y geológicos obtenidos del despalme o la excavación.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Se llevarán acciones preventivas para evitar la caída de materiales o cualquier otro tipo de desecho sobre la zona del cauce. Estableciendo un distanciamiento o una barrera física de protección entre el área de trabajo y el cauce de agua, así como teniendo las medidas respectivas para quitar el puente, a fin de evitar cualquier afectación o contaminación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Recuperación de forma manual e inmediata de todos los materiales caídos accidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará la zona, cubrirá con arena y determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación la cual estará a cargo de una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Contaminación del suelo, a la altura del sitio del puente.	Aplicar el Plan Integral de Manejo de Residuos, lo cual incluye contenedores en el sitio de obra y su conducción al relleno sanitario municipal.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Los residuos de obra: materiales gravosos, arena, cemento, concreto, varilla, tubos, plásticos, bolsas de papel, entre otros, deben ser dispuestos temporalmente en un sitio, clasificarlos, reutilizarlos, y aquellos que ya no tengan ninguna posibilidad de reusó, colocarlos en el sitio de disposición final municipal.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de requerirse almacenamiento temporal de combustible, este deberá estar con el señalamiento adecuado a fin de evitar manejos imprudenciales. Se deberá vigilar periódicamente que el sistema de combustible no tenga fugas.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaria, deberán de efectuarse en el sitio destinados a taller, esto para evitar contaminación de suelo por filtración.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Debe haber un control del posible fecalismo al aire libre, prohibiendo esta acción por parte de los trabajadores y permitiendo utilizar los sanitarios existentes.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Garantizar el manejo integral de los residuos generados por los equipos utilizados (residuos de aditivos y lubricantes).	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la disposición sobre el suelo de los residuos sólidos, producto de los desechos de los trabajadores y en general de construcción, colectándolos en tambos dispuestos para basura.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	En caso de que ocurriesen eventuales derrames o vertimientos no previstos de sustancias líquidas, como pudiese ser un aceite de vehículo o maquinaria, que puedan causar contaminación al suelo o agua, el inspector ambiental cercará a la zona, cubrirá con arena y de determinará la necesidad de llevar a cabo la biorremediación del suelo la cual deberá ser hecha por una empresa especializada.	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	Al término de las obras de construcción y abandono del sitio los materiales de desecho serán dispuestos adecuadamente en los sitios de disposición que asigne la autoridad municipal.	Correctiva	Preparación del sitio	Abandono del sitio
	Programa de Conservación de Suelos.	Compensación.	Preparación del sitio.	Mínimo 2 años de seguimiento

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Afectación al suelo y geología.	Reutilizar los materiales obtenidos, tales como horizonte superficiales del suelo y material geológico, los cuales pueden ser utilizados para relleno y nivelación de partes bajas, para revestir caminos o arropar taludes, donde la erosión pueda ser un problema potencial.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la calidad del aire por el uso de maquinaria y vehículos de carga y transporte de personal.	Otorgar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos utilizados y verificación vehicular federal a los vehículos de carga y de transporte de personal.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Respetar la velocidad máxima dentro del área del proyecto (10 km/hora) para evitar ruidos innecesarios que ahuyenten a la fauna o polvos fugitivos que se depositen en la vegetación adyacente a los caminos o las zonas de trabajo.	Preventiva	Preparación	Construcción
	Establecer una reglamentación y prohibiciones de contaminación al aire, a los operadores de vehículos de carga y personal ayudante, que ingresarán ocasionalmente y permanecerán un menor tiempo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Hacer cumplir el Plan Integral de Manejo de Residuos, evitando la quema indiscriminada de residuos o de leña para la calefacción, cocción o calentamiento de alimentos, lo cual debe ser ordenado y acorde a las facilidades existentes.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectación a la vegetación existente en el área de influencia directa del proyecto.	Desmontar la vegetación estrictamente necesaria de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaria o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción.
	Respetar las zonas delimitadas para las actividades constructivas, sin afectar áreas adyacentes, ni los elementos vegetales existentes ni los organismos de la fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Permitir el retorno de especies vegetales, en áreas cercanas y en periferia del proyecto.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
	Recolección y conservación de la capa edáfica orgánica, para que no quede sepultada con las capas del suelo menos fértiles del camino, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o sitios degradados. Esta acción facilitará el retoño y la emergencia de nuevas plantas que, mediante semillas, bulbos, rizomas, etc., inicien una restauración natural de la vegetación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar la disposición de residuos en sitios sin vegetación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Reutilización de la capa orgánica sobre el derecho de vía, una vez terminada la construcción del Puente.	Mitigación	Preparación del sitio	Abandono del sitio.
	La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con los horizontes edáficos superficiales y utilizar la mezcla en zonas a rehabilitar. Con los residuos orgánicos que se generen se podrán utilizar durante la siembra de vegetación.	Mitigación	Preparación del sitio	Abandono del sitio.

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre. Se estima que la posibilidad de rescatar y reubicar especies será muy restringida, debido a que el proyecto no afectará la vegetación aledaña y se trata de una zona urbanizada.	Mitigación	Previo a la preparación del sitio	Construcción
Eliminación de la cobertura vegetal en la trayectoria del proyecto.	Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaria o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Retirar y/o reubicar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de interés comercial o ecológico para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Evitar la quema de restos y estratos vegetales.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Depositar suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra, taludes de terraplenes o terrenos con signos de deterioro.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Realizar el troceo de vegetación en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico e incorporar esta mezcla en áreas verdes, arroyos de taludes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer acciones para la recuperación de material vegetativo proveniente de las zonas afectadas para su posterior utilización en un Programa de Reforestación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe propiciar la reproducción y establecimiento de nuevos individuos vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat, cauce, áreas con signos de deterioro, incluso en la zona del banco de extracción de materiales.	Compensación	Preparación del sitio y construcción	Operación y Mantenimiento
	Realizar una campaña de revegetación con especies locales, incluyendo a la población, en todo el proyecto y asegurando su sobrevivencia y mantenimiento adecuado.	Compensación	Construcción	Operación y Mantenimiento
Migración y descenso de las poblaciones de la fauna silvestre	Permitir y facilitar el movimiento de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto, sobre todo las aves, así como especies de lento desplazamiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La empresa constructora debe otorgar capacitación ambiental y establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	vegetación y la prohibición de caza, captura y compraventa y la muerte de cualquier organismo de la fauna.			
Evitar las afectaciones a la vegetación y fauna por inconciencia ambiental de los trabajadores y población local.	Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores de las localidades, para prevenir afectaciones a la fauna y la vegetación, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La empresa constructora debe comprobar la capacitación ambiental otorgada a todo el personal integrado en el proyecto.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Despalme y eliminación de los horizontes del suelo.	Durante el despalme del suelo en el cauce, movilizar el material edáfico en sentido contrario a la pendiente, es decir aguas arriba de todas las corrientes hidrológicas, evitando su caída.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después ser mezclado con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y ser utilizado en la rehabilitación ambiental, áreas verdes, revegetación y o en la rehabilitación de zonas de interés ecológico.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo al acceso de la zona de trabajo, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación por la corriente hidrológica.	Preventiva	Construcción	Operación y Mantenimiento
Generación de residuos domésticos, sobrantes de obra y escombros.	Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.	Correctiva	Construcción	Construcción
	La empresa constructora debe contar con un Plan Integral de Manejo de Residuos, con bitácora, almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos peligrosos derivados por las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de	Las instalaciones fijas de la empresa constructora, debe contar con su registro de generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT y manifiestos de generación de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Desarrollar un Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
maquinaria equipo y vehículos.				
Generación de polvos y ruido en los distintos frentes de trabajo.	Realizar los trabajos durante la época de estiaje, la demolición se realizara asegurando que la estructura este húmeda y para los accesos de igual forma se trabajara en fase húmeda.	Mitigación	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en la Zona Urbana.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Afectaciones a la calidad del aire por la operación de los vehículos.	La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
Afectaciones a la calidad del aire y posible contaminación a suelo y agua.	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y el manejo de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo o cuerpos de agua.	Correctiva	Final de la construcción	Operación y mantenimiento
Prevención de los accidentes de trabajo.	Capacitar a los trabajadores y dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen estrictas prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio y construcción
Evitar la contaminación fecal por los trabajadores.	Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición de los residuos directamente a cualquier corriente hidrológica, responsabilizando a la empresa arrendadora de cualquier incidente de este tipo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Conflictos sociales y retraso de las obras.	Indemnizar a los propietarios de los terrenos, en tiempo y forma.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
Seguridad al tránsito de la población y conductores durante la construcción de la obra.	Asegurar el tráfico libre y seguro de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Posibles accidentes vehiculares, tráfico de maquinaria y equipo pesado.	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO POR CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Evitar accidentes por exceso de velocidad	Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto.	Preventiva	Construcción	Operación y mantenimiento

Fuente: BIOTA, 2021.

VI.3. Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

Las medidas de mitigación anteriores cuentan con una estrategia, que está caracterizada con objetivos, alcances, procedimientos, recursos, indicadores, periodicidad, registro del cumplimiento y costos estimados, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla VI. 5. Características de las medidas de mitigación del proyecto.

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
Proteger la calidad del agua.	80%	Realizar la excavación y actividades asociadas a la construcción del puente, durante la época de estiaje, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más segura, por la disminución del flujo de agua.	Planeación de los trabajos.	Número de actividades.	Previo al inicio de las actividades constructivas.	Planeación de las actividades a realizar.
		Establecer dos puntos de monitoreo, aguas arriba y abajo de la obra, a fin de identificar un cambio radical en la calidad del agua, causas y medidas especiales para atender esta situación.	Dos estaciones de monitoreo. Inspección visual de la turbidez del agua, pH y sólidos disueltos.	Número de veces que se modifica la calidad del agua.	Reporte diario y concentrado semanal de la calidad del agua.	Informe semanal de calidad del agua
		Evitar la caída de materiales al cauce, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y el cauce. En caso de caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Maquinaria y camiones de carga, así como personal auxiliar.	Volumen estimado de material caído a los cauces. Extracción del material caído.	Reporte de los incidentes de caída de material.	Informe mensual de los incidentes.
Compensar la eliminación de la vegetación eliminada en	100%	Recuperar organismos, material vegetativo, semillas de las zonas afectadas para su posterior utilización en un	Suelo despalmado. Material vegetativo	Número de individuos plantados Tasa de sobrevivencia.	Cada seis meses realizar un inventario de los individuos plantados, todo el tiempo que	Informe semestral de las acciones realizadas.

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
la trayectoria del proyecto.		<p>Programa de Reforestación, previo a la temporada de lluvias, considerando especialmente las especies con estatus, las aprovechadas por la fauna silvestre y las de interés especial, como son aquellas especies emblemáticas de la región.</p> <p>La constructora debe reproducir y establecer plantas en sitios para recuperación, protección y mejoramiento de hábitat, áreas verdes, cauce de cuerpos de agua o banco de materiales.</p> <p>Realizar campañas de revegetación con especies locales y con la participación de la población local, asegurando su sobrevivencia y mantenimiento.</p>	Semillas, y la coordinación y participación con la población local y visitantes.		requiera la construcción del proyecto.	
Compensar las afectaciones sobre la fauna.	90%	<p>Permitir y facilitar el escape de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto.</p> <p>Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento.</p>	<p>Elaborar el catálogo de fauna silvestre o folletos informativos.</p> <p>Elaborar el Reglamento de trabajo del personal, en materia de protección ambiental.</p>	<p>Numero de organismos afectados.</p> <p>Numero de nidos y madrigueras reubicadas.</p> <p>Numero de catálogos o folletos publicados.</p> <p>Número de señalamientos colocados.</p>	Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.	Informe mensual de las acciones realizadas.

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
		<p>Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.</p> <p>La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura, compraventa y muerte de cualquier organismo de la fauna. Colocar señalamientos preventivos e información alusiva de la fauna silvestre, para su protección y su conocimiento.</p>				
Mitigar el efecto del despalme y eliminación de los horizontes del suelo.	80%	<p>Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo removido para después ser mezclado con residuos vegetales y ser reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o en zonas de revegetación. Es necesario destacar que el material edáfico contiene semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un importante banco de germoplasma, para</p>	<p>Transportación del suelo al sitio de almacén del suelo.</p> <p>Camiones de carga (los mismos que realizan el acarreo de material)</p> <p>Personal para mezclar la vegetación y suelo.</p>	Volumen de suelo recuperado y reutilizado.	Solo durante las acciones de despalme.	Informe de los volúmenes reutilizados de suelo (número de camiones obtenidos).

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
		después disponerla en sitios degradados o de interés para la conservación.				
Reducir el riesgo de contaminación del agua y suelo por la generación de residuos.	100%	Desarrollar un Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Contenedores, sitios de almacenamiento temporal y personal para las actividades del Plan Integral de Manejo de Residuos.	Volumen de residuos manejados durante toda la obra.	Concentrado Mensual, a partir de reportes semanales.	Bitácoras. Contrato con empresa para el manejo de Residuos peligrosos. Manifiesto de residuos peligrosos.
		La empresa constructora debe contar con un Plan Integral de Manejo de Residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.				
		Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes, escombros, residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.	Personal para carga de residuos y transporte.	Volumen de residuos retirados de sitios de obra.	Semanal.	Bitácora de residuos de obra recuperados.
Evitar la contaminación fecal.	100%	Contratar el uso de sanitarios portátiles, a empresas autorizadas.	Contrato para sanitarios portátiles	Numero de sanitarios	Todo el tiempo que dure la obra.	Arrendamiento.
Reducir el nivel de afectación de la calidad del aire.	80%	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y	Taller de mantenimiento.	Programa de mantenimiento	Semestral.	Bitácoras de mantenimiento de los

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
		<p>correctivo de los vehículos, equipos y maquinaria.</p> <p>La circulación y el tránsito de los vehículos de carga debe ser con una cubierta de lona en la caja y sobre los materiales transportados.</p> <p>La empresa constructora debe tener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga, contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.</p>	<p>Personal para el mantenimiento.</p> <p>Refacciones e insumos necesarios.</p> <p>Tramitar la verificación federal vehicular.</p>	<p>Verificación vehicular</p>		<p>equipos, maquinaria y vehículos.</p>
		<p>Respetar los límites de velocidad, principalmente en la Zona Urbana.</p>	<p>Reglamento interno aplicable a vehículos.</p>	<p>Incidentes de tráfico.</p>	<p>Semanal.</p>	<p>Informe mensual.</p>
		<p>Regar la zona de trabajo.</p>	<p>Pipa de agua.</p>	<p>Volumen de agua utilizada.</p>	<p>Semanal.</p>	<p>Bitácoras de obra.</p>
<p>Concientizar a los trabajadores de la importancia de la protección ambiental</p>	<p>100%</p>	<p>La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y equipo pesado, conductores de vehículos, previo al inicio de actividades.</p> <p>Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores</p>	<p>Materiales para los cursos</p> <p>Instructor.</p>	<p>Cursos ofrecidos.</p> <p>Numero de personal capacitado</p> <p>Asistentes.</p>	<p>Todo el tiempo que dure la obra.</p>	<p>Materiales impresos, informes, pago a instructores y convenio realizado.</p>
<p>Ofrecer condiciones de seguridad a la población</p>	<p>100%</p>	<p>Asegurar el tráfico libre y seguro de los pobladores y conductores a lo largo del trayecto del proyecto, durante la preparación del sitio y la</p>	<p>Personal de vigilancia y control de tráfico.</p>	<p>Personal contratado</p> <p>Número de incidentes</p> <p>Señalamientos incorporados.</p>	<p>Todo el tiempo que dure la obra.</p>	<p>Facturas de compra.</p> <p>Nóminas del personal.</p> <p>Reportes de incidentes.</p>

OBJETIVO	ALCANCES	PROCEDIMIENTO	RECURSOS NECESARIOS	INDICADORES	PERIODICIDAD	REGISTRO DEL CUMPLIMIENTO
		construcción del proyecto, con la inclusión y permanencia de personal de vigilancia del control de tráfico, movimiento vehicular y maquinaria e incorporar señalamientos visuales y luminosos suficientes.	Señalamientos de protección.			
Ofrecer condiciones de seguridad y salud en el trabajo al personal	90%	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, e incluir letreros señalando las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Señalamientos Equipo de protección personal Reglamento de uso Capacitación.	Señalamientos integrados. Equipos de protección personal Número de cursos.	Todo el tiempo que dure la obra.	Facturas de compra. Pago a instructores.
Evitar conflictos sociales	100%	Indemnizar a los propietarios de los terrenos utilizados para la construcción del proyecto.	Pago de los predios.	Conflictos y retraso de obra.	Previo al inicio de actividades.	Contrato con propietarios.

Fuente: BIOTA, 2021.

MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

De manera general, independientemente de la etapa de desarrollo del proyecto, deberán llevarse a cabo las siguientes medidas generales de mitigación de impactos negativos causados al ecosistema:

- ✓ **Evitar el derrame de materiales o sustancias.**- Durante los trabajos de operación de maquinaria y camiones, movimiento de vehículos y de personal, durante el desarrollo del proyecto, pueden ocurrir derrames ocasionales y accidentales de sustancias que afecten directamente al suelo y los mantos acuíferos provocando contaminación del agua superficial y ocasionalmente las aguas subterráneas. Se deberán tomar las provisiones necesarias para evitar derrames o escurrimientos de materiales, por ejemplo, asignar un lugar específico y adecuado (con base de cemento o algún otro material impermeable y resistente) para cambios de aceite y/o carga de combustible, así como realizar las acciones de mantenimiento preventivo de maquinaria y vehículos en talleres especializados fuera del área del proyecto. Asimismo, debe tener cobertizos para el almacenamiento temporal de residuos domésticos, con recipientes separados de orgánicos e inorgánicos, derivados por la presencia de trabajadores en la zona del proyecto. Los residuos domésticos deben ser conducidos al sitio de disposición final que indique la autoridad local.
- ✓ **Prohibir el acceso a zonas ajenas al proyecto.**- Se deberán tomar las acciones necesarias para impedir el acceso en áreas ajenas al proyecto, como pudieran ser las áreas de predios aledaños. Esto es para evitar que se haga algún uso de recursos, o daño a los mismos, así como la perturbación de la fauna silvestre. De la misma manera, debe prohibirse la apertura y utilización de los caminos de acceso, dado que representa la posibilidad de acceder más fácilmente a ciertas áreas y a hacer uso de los recursos de esos sitios que antes eran inaccesibles. Se debe otorgar capacitación y sensibilización ambiental a los trabajadores para evitar afectaciones los recursos naturales; por el contrario, los trabajadores sean considerados como guardianes de la conservación en el sitio del proyecto.
- ✓ **Seguimiento riguroso de la normatividad y reglamentación aplicables.**- Como una medida de mitigación preventiva y de reducción de impactos, la empresa deberá acatar todas las disposiciones normativas y reglamentarias aplicables en los diferentes ámbitos del proyecto.

Medidas para conservar y proteger el hábitat existente de las especies de flora y fauna silvestre de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Es importante señalar que toda la vegetación ubicada en la superficie ocupada, será extraída con motivo de la implementación del proyecto, por lo que las medidas que se prevén para conservar y proteger el hábitat de las especies de flora y fauna serán realizadas durante el cambio de uso del suelo en la superficie cubierta de vegetación forestal. Las medidas de protección que se tomarán para proteger el hábitat de las especies de flora y fauna silvestre en las áreas aledañas al proyecto son las siguientes:

- ✚ Las actividades se iniciarán con un proceso de ahuyentado de la fauna, con bocinas o equipo sonoro, a fin de espantar a los individuos; se procede a revisar la posible existencia de madrigueras a fin de recatar y reubicar organismos que puedan estar presentes.
- ✚ Las actividades solo se realizarán durante el día y terminarán por la tarde, que es cuando comienza la actividad de la fauna silvestre.
- ✚ Quedará estrictamente prohibida la extracción de plantas o la captura y extracción de cualquier especie silvestre que se encuentre en la zona del proyecto.
- ✚ No será afectada más vegetación de la que sea estrictamente necesaria.

Lo anterior, dando cumplimiento a las disposiciones y especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

Tabla VI. 6. Medidas de mitigación generales.

MEDIDAS DE MANEJO	
1.	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la sensibilización ambiental de los trabajadores.
2.	En caso de presentarse, realizar el rescate de individuos de fauna y flora de los sitios bajo afectación y favorecer su preservación especialmente cuando se encuentren en algún estatus de conservación enunciada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3.	Al iniciar las obras deberá permitir y efectuar el desplazamiento de la fauna de lenta movilidad, realizando un ahuyentado previo.
4.	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de duración de la obra a lo largo del trazo del proyecto y en caminos de acceso y cercanías, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la que tiene un lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.
5.	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de fauna, incluyendo a la vegetación existente.
6.	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
7.	Durante la práctica de desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, en la zona adyacente o perimetral al proyecto, aguas arriba, para el enriquecimiento de las condiciones edáficas.
8.	En todas las áreas, realizar la eliminación de la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemas de los residuos orgánicos; se deberá evitar el uso de pesticidas.
9.	Efectuar limpieza y retiro de todos los residuos de la obra, domésticos y considerados como peligrosos, de los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio y construcción, así como posteriormente durante la operación y mantenimiento,

MEDIDAS DE PREVENCIÓN	
10.	De manera obligatoria, se debe respetar y cumplir la normatividad vigente, tanto para el caso de residuos sólidos peligrosos y domésticos y emisiones a la atmósfera.
11.	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo, deberán estar cubiertos con una lona.
12.	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos ocasionado por el flujo vehicular en caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger los pasos de la fauna.
13.	Se deberá cumplir con la normatividad en materia de ruido.
14.	Aplicar las medidas pertinentes para evitar derrames de aceite, combustibles y otras sustancias que se utilizan en las diferentes actividades en el desarrollo de la preparación del sitio y la construcción.
15.	Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN	
16.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
17.	Despalmar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra y almacenar la capa superficial del suelo, para aprovecharla posteriormente en sitios de restauración ecológica o para acciones de reforestación.
18.	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado exprofeso y colocarlo posteriormente en la parte superficial, para utilizarlo en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer una rápida colonización vegetal.
19.	Evitar la alteración de la vegetación y el suelo circundante y en la zona del proyecto; evitar la interrupción de la dinámica hidrológica y la erosión y sedimentación asociados con el movimiento del agua.
20.	Retirar todos los residuos de la construcción, así como piezas y componentes metálicos, recuperación de material ferroso (chatarra) para su adecuada disposición.
21.	Contar y aplicar un Plan Integral de Manejo de Residuos sólidos comunes, de manejo especial y residuos peligrosos.
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	
22.	Desarrollar el Programa de Reforestación propuesto
MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	
23.	Al finalizar cada etapa de la obra reforestar con especies de la zona, sin utilizar especies exóticas.
24.	En las zonas a reforestar utilizar el suelo producto del despalme, enriquecido con el producto del desmonte previamente triturado.

Fuente: BIOTA, 2021.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI. 7. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.

COMPONENTE AMBIENTAL.	FACTOR.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN.		
Aire.	Calidad del aire.	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y el consumo de combustible.
	Partículas suspendidas.	Se deberán humedecer cuando sean necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado.
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.
	Niveles de ruido.	La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados.
		Utilizar en horario diurno los equipos de mayor emisión de ruido.
	Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible.	
Geología y Geomorfología.	Relieve y Micro relieve.	Se limitarán las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.
		Se tendrá un control estricto de los materiales para evitar su caída a la carretera y ocasionar algún tipo de accidente vehicular.
Suelo.	Estructura del suelo.	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar la superficie específica destinada a la preparación del sitio y construcción.
		El suelo retirado deberá colocarse un área sin actividades constructivas, quizás aguas arriba de la zona del proyecto.
	Calidad del suelo.	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los planes por incluir son:
		<ul style="list-style-type: none"> • Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos.
	Erosión.	Se debe monitorear los posibles derrames de hidrocarburos en área del proyecto.
Hidrología superficial.	Calidad del agua.	Se realizarán, en caso de ser estrictamente necesarios, riegos durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.
		Elaborar e implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los planes por incluir son:
		<ul style="list-style-type: none"> • Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos.
		Utilizar letrinas portátiles. Una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de preparación del sitio y Construcción.
		Llevar el monitoreo de detección de derrames de productos líquidos en la zona del proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL.	FACTOR.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.
Vegetación.	Estructura y composición.	Se implementará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre, así como el Programa de Reforestación. Se implementará el Plan de Manejo Ambiental
Fauna.	Abundancia y distribución de las comunidades.	Se ejecutará el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre que incluye: <ul style="list-style-type: none"> • Previo a las actividades de desmonte y despalme, identificar y mover, en caso de ser factible, nidos y madrigueras. • En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías. • Realizar acciones para ahuyentar y rescatar las especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. • Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos de donde se rescataron los especímenes.
	Hábitat.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
Paisaje.	Calidad escénica.	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
Aire.	Calidad del aire.	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación.
	Partículas suspendidas.	Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.
		Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y uso de combustible.
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación y zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental.
Ruido.	Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	
	Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible.	
Suelo.	Calidad del suelo.	Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los Planes a incluir son: <ul style="list-style-type: none"> • Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. • Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos.
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a las escorrentías cercanas.

Fuente: BIOTA, 2021.

De tal manera que se dé cumplimiento a las propuestas de prevención, mitigación y/o compensación ambiental de los impactos que podrá generar el proyecto. A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados y se presentan ordenadas de acuerdo a la categoría y parámetro ambiental afectado.

Ecología.

Tabla VI. 8. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo a la categoría de ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	<u>Duración:</u> Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> se requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta medida. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y especialista.
	Almacenar el material producto de la remoción de vegetación y despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar daño a la vegetación y/o arrastre a corrientes de agua.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes. <u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.	<u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + especialistas.
	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura.	<u>Duración:</u> Los meses en que se realice el retiro de vegetación. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + especialistas.

Fuente: BIOTA, 2021.

Contaminación.

Tabla VI. 9. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
Reducción	En las áreas de instalaciones provisionales y estacionamiento de maquinaria se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión.

		<u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
--	--	---

Fuente: BIOTA, 2021.

ESTRATEGIAS GENERALES DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación propuestas en esta sección derivan de los impactos identificados, los cuales, si bien representan una afectación mínima, al ser de efecto negativo es importante seguir algunas medidas básicas para su mitigación, así como para la mejor integración del proyecto en el ámbito ambiental y social. Las medidas indicadas se presentan por categoría y componente afectado en las tablas siguientes:

Tabla VI. 10. Estrategias generales de mitigación – Ecología.

VEGETACIÓN		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora silvestre de la región e informar que ésta no debe ser extraída, principalmente aquella que tenga alguna clasificación de protección dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> material de papelería para una capacitación sencilla. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + especialista.
Prevención	Limitar la circulación de vehículos a la Línea de ceros propuesta	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
FAUNA		
Prevención	Monitoreo y rescate de herpetofauna previo a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	<u>Duración:</u> etapa de preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> Biólogo especialista en herpetofauna + auxiliar. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla VI. 11. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental.

CONTAMINACIÓN DEL AGUA		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevención	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos.	<u>Duración:</u> planeación previa al inicio de las actividades. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> empresa constructora.
Prevención	Instalación de sanitarios portátiles para uso de la planta laboral; en caso de no ser posible la contratación de este servicio se recomienda la instalación de sanitarios secos.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure el proyecto. <u>Recursos:</u> contratación de empresa local para este servicio. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental y empresa constructora.
Prevención	Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar arrastre a corrientes de agua.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea

		utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
CONTAMINACIÓN DEL SUELO		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Prevención	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la Línea de ceros propuesta a fin de evitar un aumento en el área afectada por la compactación.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
Remediación	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	<u>Duración:</u> construcción y limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
Reducción	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal en los frentes de trabajo y áreas de almacén y talleres. Estos residuos deberán ser llevados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado y un confinamiento temporal con techo y piso. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.
Reducción	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEMARNAT.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.
Prevención	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	<u>Duración:</u> Construcción y limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), ya considerada dentro del material requerido para el proyecto. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención	Los RP's como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.	<u>Duración:</u> Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. <u>Recursos:</u> Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. <u>Responsable:</u> Supervisor ambiental.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla VI. 12. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos.

PAISAJE Y CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Prevención	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga.	<u>Duración:</u> actividades de acarreo (aprox. 4 meses) <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
Prevención	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente: NOM-041-SEMARNAT-2015, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2017, que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diésel.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la construcción. <u>Recursos:</u> Taller con instalaciones adecuadas para mantenimiento menores. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de maquinaria.
Remediación	En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.	<u>Duración:</u> al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses). <u>Recursos:</u> herramienta menor (pala, carretillas) y personal. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
Prevención	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos urbanos, vigilando que sean transportados al sitio indicado por el municipio para su disposición final.	<u>Duración:</u> al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses). <u>Recursos:</u> tambos y señalética. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
Prevención	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos peligrosos, vigilando que sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.	<u>Duración:</u> al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses). <u>Recursos:</u> almacén de residuos peligrosos, señalética. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental.
Reducción	Establecer un Plan Integral de Manejo de Residuos.	<u>Duración:</u> operación del proyecto. <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino. <u>Responsable:</u> organismo operador del camino.

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla VI. 13. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano.

SOCIOCULTURAL		
TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
Compensación	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	<u>Duración:</u> previo y durante la obra. <u>Recursos:</u> ninguno. <u>Responsable:</u> empresa constructora.
Prevención	Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> material para instalación de señales. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.

Prevención	Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de sustitución del puente.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> material para instalación de señales. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención	Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> material de curación básico. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención	Proveer al personal con equipo de protección personal.	<u>Duración:</u> todo el tiempo que dure la obra. <u>Recursos:</u> cascos, guantes, taponos para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la superficie de rodamiento una vez puesta ésta en operación.	<u>Duración:</u> operación del proyecto. <u>Recursos:</u> de acuerdo al organismo operador del camino. <u>Responsable:</u> organismo operador del camino.
Prevención	Contar con el equipo necesario y en buen estado para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.	<u>Duración:</u> preparación del sitio y construcción. <u>Recursos:</u> equipo para combustible. <u>Responsable:</u> supervisor ambiental + residente de maquinaria.

Fuente: BIOTA, 2021.

VI.4. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

El Programa de vigilancia ambiental que se llevarán a cabo tiene como objetivo garantizar que la operación del proyecto sea un espacio donde todos participen conscientemente en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, no solo dentro del espacio del presente proyecto, sino que lo lleven a su vida diaria e influyan en su colectividad. Durante la etapa de preparación del sitio y construcción el contratista será responsable de las condicionantes ambientales y los programas de vigilancia ambiental, en la etapa de operación y mantenimiento será el representante legal el encargado de darle seguimiento a las condicionantes ambientales. Los costos para el seguimiento de las condicionantes ambientales o medidas de mitigación, durante la etapa de obra, las propondrá el constructor para el proyecto. Es importante considerar que un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, el biotopo (conjunto de componentes abióticos: clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna terrestre y acuática) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente existente en un espacio y tiempo determinados. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos), que debe garantizar la integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre los componentes del Ecosistema. El proyecto se desarrolla en un sitio modificado, delimitado y caracterizado previo al inicio de las actividades con el fin de monitorear los efectos potenciales generados por las actividades de preparación del sitio y construcción sobre los componentes abióticos y bióticos del ecosistema, así como para evaluar los efectos de la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación. Una vez realizada la integración de las medidas de mitigación y compensación del Proyecto, éstas se incluyeron en Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental de acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales y las medidas de mitigación y/o compensación. Algunos de las Acciones de Seguimiento de Calidad Ambiental darán cumplimiento directo a determinadas problemáticas, tal es el caso de las acciones de protección de Fauna Silvestre y la Flora, entre otras. Mediante el seguimiento es posible obtener información útil para conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación. En el caso de este proyecto, el objetivo de la vigilancia y control es verificar si durante el desarrollo de este se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y el incumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Por otra parte, el programa permitirá cuantificar impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación. El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse documentalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora: En esta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Reporte mensual: En este reporte se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de señalar la forma en que se llevó a cabo la medida de mitigación del impacto generado.
- Memoria fotográfica: El reporte mensual deberá incluir un anexo fotográfico. Las fotografías que se incluyan deberán avalar y evidenciar la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de actividades realizadas en el mes.
- Reporte final: Este se deberá elaborar en manera de evaluación y conclusión del desarrollo de la obra; de ser necesario, se entregará un informe final a las autoridades que así lo requieran.

El supervisor ambiental será responsable del manejo ambiental, seguimiento de la aplicación de las medidas de mitigación, del seguimiento, así como, la evaluación de forma continua de los impactos ambientales. Además, será responsable de:

- Dirigir y documentar las inspecciones del medio ambiente.
- Proporcionar apoyo técnico para las actividades del cumplimiento ambiental.
- Organizar y supervisar el rescate y reubicación de flora.
- Organizar y supervisar el monitoreo y reubicación de herpetofauna.
- Preparar los informes requeridos (bitácora, reporte mensual, memoria fotográfica)

La siguiente tabla, pretende proporcionar una base en cuanto a la organización de actividades referentes al Plan de Manejo Ambiental (PMA) de acuerdo a la calendarización de la instalación del camino y de acuerdo a lo establecido en los diferentes planes y programas que forman parte del manejo ambiental. Sin embargo, el supervisor ambiental debe analizar el conjunto de actividades a realizar y modificar o ajustar la programación presentada. En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo Ambiental (Monitoreo).

Tabla VI. 14. Ejemplo de Plan de Manejo propuesto (Este se modificará conforme a las necesidades).

PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS	PREP. DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZA GRAL.	OPER Y MTTTO
ECOLOGÍA					
Realizar el rescate y reubicación					
Prohibir extracción de flora silvestre en especial aquella con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010					
Prohibir introducción de flora exótica					
Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura					
Limitar la circulación de vehículos a los cuerpos de circulación					
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación					
Adecuación de las obras de drenaje para ser utilizadas como pasos para herpetofauna					
Monitoreo y rescate de herpetofauna					
CONT. AMBIENTAL					
Prohibir realizar cualquier tipo de actividad durante la noche					
Utilizar iluminación localizada para áreas de instalaciones temporales					
Programación de las actividades evitando la temporada de lluvia					
Instalación de sanitarios portátiles					
Almacén de material de despalme en áreas adecuadas					
Limitar la circulación de vehículos a cuerpos de circulación propuesta					
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites					
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos					
Disposición final de residuos urbanos en sitios autorizados por el municipio					
Instalar recipientes y almacén temporal para RP's					
Transporte y disposición final de RP's por empresa autorizada					
ASPECTOS ESTÉTICOS					
Evitar exceso de carga en vehículos de acarreo					
Realizar mantenimiento preventivo en maquinaria y vehículos					
Des compactación del suelo al retirar instalaciones provisionales					
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el área de trabajo					
ASPECTOS DE INTERÉS HUMANO					
Contratar trabajadores de las poblaciones cercanas					
Establecer un sistema de seguridad en los frentes de trabajo					
Colocar señalamientos preventivos					
Contar con botiquín de emergencias					
Proveer los trabajadores con equipo de protección personal					
Dar mantenimiento preventivo y correctivo al camino					

Fuente: BIOTA, 2021.

Se aplicará el plan vigilancia como parte del PMA para garantizar la efectividad de las acciones que tienen como propósito controlar todos y cada uno de los impactos ambientales.

1. ACCIONES DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y RUIDO.

Etapa que se aplicará:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Afectaciones a la atmósfera y el ambiente.
Emisión de humo y polvo.
Producción de malos olores.
Generación de ruido.

Procedimientos:

1. Vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la caída de materiales y/o la dispersión de polvos.
2. Prohibir que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.
3. Vigilar la separación de residuos sólidos y verificar que aquellos que consistan en restos de alimentos sean recolectados a la brevedad, debiéndose almacenar correctamente de manera temporal, para evitar la aparición de fauna nociva y malos olores.
4. El supervisor ambiental debe vigilar y exigir que todos los vehículos estén afinados y cuenten con la verificación vehicular, contar con los documentos y matrícula de vehículos debidamente registrados.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las etapas de preparación del sitio y construcción.

Equipos:

Cubiertas plásticas.
Lonas.
Recipientes de residuos con trampa de anti-fauna.
Bitácoras.
Comprobantes de verificación vehicular.
Cámara fotográfica.

Tipo de apoyo:

Externo.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no existan emisiones a la atmósfera que puedan dañar la salud de la población aledaña y de los trabajadores.

Duración de aplicación:

Durante todo el tiempo en que se efectuó la sustitución del puente, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y desmantelamiento.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios por parte de la autoridad ambiental competente.
Comprobante de autorizaciones para disposición final de aguas y residuos sólidos.
Bitácoras de registro.
Verificaciones de los vehículos que se utilizan en el proyecto.

Indicador de realización

Fotografías y comprobantes de verificación vehicular.

Indicador de efecto:

Ausencia de materiales contaminantes.

Umbrales de alerta:

Presencia de malos olores.
Falta de visibilidad.

Umbral inadmisibles:

Personal con enfermedades respiratorias.
Contaminación del sitio y de sus alrededores.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberá vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

2. PROGRAMA DE REFORESTACIÓN.

Etapas que se aplicarán:

Construcción, operación y mantenimiento.

Parámetro:

A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.

Impactos objetivos:

Perdida de la cubierta vegetal.

Procedimientos:

1. Identificación y delimitación de áreas a reforestar.
2. Determinar especies y cantidad de individuos.
3. Obtención de material vegetativo (producción de individuos en vivero y propagación vegetativa).

4. Preparación y protección del terreno.
5. Transporte de individuos.
6. Reforestación.
7. Mantenimiento de la reforestación.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de construcción y operación y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en reforestación y conservación de recursos naturales.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos con los sustratos empleados para los individuos utilizados en la reforestación.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde la sobrevivencia de los retoños.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Mejora del entorno.

Umbrales de alerta:

Mortandad de retoños en un 5%.

Umbral inadmisibile:

Mortandad de retoños en un 21%.

3. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACION DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE

Etapa que se aplicará:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestre.

Impactos objetivo:

Pérdida de la biodiversidad.
Estrés en las especies de flora y fauna.

Procedimientos:

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos y áreas adyacentes.
2. Activar el procedimiento de rescate de flora y métodos de rescate de fauna de especies susceptibles.
3. Colecta, captura e identificación de los individuos, que incluye mediciones morfométricas.
4. La obtención de germoplasma para la propagación vegetativa de especies protegidas o no.
5. Traslado y reubicación de las especies rescatadas a un área ecológicamente similar, las características que los sitios deben poseer para asegurar el éxito del rescate son:

Que el sitio destino presente condiciones y recursos adecuados para la sobrevivencia y desarrollo de los ejemplares reubicados.

Que el sitio se encuentre a una distancia lo más cercana posible para disminuir el estrés de los organismos a relocalizar.

Que el sitio de reubicación cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación de los ejemplares o que puedan poner en riesgo a las personas, cuando se trata de especies venenosas (ej. serpientes) o que entran en conflicto con el humano.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y construcción y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación y manejo de flora y fauna silvestre.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre, hasta el final de la sustitución del puente.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.

Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de biodiversidad.

Umbrales de alerta:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 10%.

Umbral inadmisibile:

Mortandad de especies rescatadas y reubicadas en un 25%.

4. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

Etapa que se aplicará:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Contaminación.

Erosión.

Impactos objetivo:

Pérdida de la cobertura vegetal, suelos erosionados.

Suelos contaminados.

Procedimientos:

1. Delimitar las áreas dentro de las instalaciones y frentes de trabajo.
2. Protección del suelo orgánico.
3. Evitar la remoción vegetación fuera del área estrictamente necesaria.
4. Prohibir el uso de químicos para la remoción de especies vegetales.
5. Plantar dos o más plantas o retoños, nativos apropiados, por cada ejemplar eliminado.
6. Contar con un kit básico para derrames. Los suelos contaminados con aceites, grasas y/o algún otro material peligroso deberá ser tratado como residuo peligroso.
7. Proteger adecuadamente los taludes y los pilares de apoyo para prevenir fenómenos de erosión y socavación; por ejemplo, mediante la colocación de enrocado.
8. Aplicar métodos para prevenir la erosión y socavación del cauce; entre ellos, zampeado sobre márgenes de ríos o cauce, protección con muros gaviones, protección con tapetes anti socavación y protección con tablestacas.
9. Limpiar el área de trabajo de todo material que represente riesgos de contaminación, obstrucción, alteración o daño al ecosistema circundante.
10. Seleccionar el equipo y rutas de acceso apropiadas para reducir el daño a la vegetación y las orillas de la corriente de agua.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante las fases de preparación y sustitución del puente y se reportará cada 6 meses y un reporte final.

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en conservación de suelos.

Duración de aplicación:

Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para rescate y reubicación de la capa edáfica superficial hasta el final de la etapa de sustitución del puente. Se recomienda se ubique aguas arriba de la zona de la obra, para ser utilizado posteriormente para la reforestación.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.

Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de las empresas.

Indicador de efecto:

Conservación de suelos.

Umbrales de alerta:

Cantidad de suelo perdido hasta en un 40% de su volumen rescatado.

Umbral inadmissible:

Pérdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS.

Etapas que se aplicará:

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del puente.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

Procedimientos:

1. Contar con un almacén, fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
2. Establecer recipientes para el almacenamiento de residuos que pueden considerarse tóxicos como solventes y aceites gastados, así como estopas, mismos que serán registrados en una bitácora y entregados a empresas registradas ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
3. Se aplicará y vigilará el cumplimiento del manejo integral, identificación, transporte, almacenamiento y disposición de residuos sólidos urbanos —RSU—, residuos de manejo especial —como residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general— y residuos peligrosos, en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
4. Se garantizará que no existan restos de materiales en el área del proyecto, producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de sustitución del puente, a fin de eliminar el riesgo de degradación.
5. Se dispondrá de medidas para que los materiales sobrantes se transporten a empresas especializadas y autorizadas para su reutilización, y con ello reducir cualquier efecto negativo.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Periodicidad:

Se vigilará durante todas las fases.

Equipos:

Recipientes plásticos con tapa hermética para la separación de restos que puedan ser tóxicos.
Recipientes metálicos para los restos de construcción (en su caso).

Tipo de apoyo:

Empresas especializadas en el manejo de residuos.

Aspectos por considerar:

Garantizar que no se mezclen los residuos y que reciban un tratamiento por tipo de residuos, de preferencia buscar el reciclado y reúso.
Evitar el contacto de residuos en el suelo y agua, así como su dispersión en los escurrimientos.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde a la etapa de preparación y sustitución del puente.

Documentos probatorios relevantes:

Contratos de servicios.
Autorización de la empresa prestadora de servicios.
Comprobante de autorizaciones.
Bitácoras de registro.

Indicador de realización:

Material fotográfico y comprobantes de recibo de residuos por las empresas.

Indicador de efecto:

Evitar contaminación del sitio, reduciendo efectos negativos a la salud de trabajadores.

Umbrales de alerta:

Presencia de residuos en los alrededores y en particular en la zona aledaña a los límites del proyecto.

Umbral inadmisibile:

Contacto de residuos con la fauna, suelo y cuerpos de agua.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

6. PROGRAMA DE PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO "DE LA SABANA" Y HÁBITAT ESTUARINO

Etapa en que se aplicará:

Preparación del sitio y construcción.

Parámetro:

Contaminación de agua del río "De la Sabana" y el hábitat Estuarino.

Objetivo:

Proteger el Río de la Sabana y el hábitat estuarino asociado, durante todas las etapas de la preparación del sitio y sustitución del puente.

No liberar ninguna sustancia que pueda ser nociva (tóxica) para los peces o para su hábitat.

Impactos objetivo:

Proteger el Río de la Sabana, el hábitat estuarino asociado, y la fauna acuática durante todas las etapas de la preparación del sitio y sustitución del puente.

Evitar la contaminación del río y cuerpos de agua.

Cobertura espacial:

El plan cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna, así como las recomendaciones del Plan de Manejo Ambiental.

Descripción.

El Plan debe incluir todas las medidas necesarias para evitar la caída de materiales y aeropartículas al cuerpo de agua, así como considerar las actividades en la demolición con el hilo diamantado, garantizando su adecuada aplicación y supervisión, durante la etapa de preparación del sitio y sustitución del puente se deberá evitar la caída de materiales así como de contaminantes al cuerpo de agua, se deberán establecer los parámetros que permitirán garantizar que las medidas de mitigación se realizan de manera exitosa.

Procedimientos:

1. Aislar el área de trabajo. Dejar zonas de amortiguación con vegetación inalterada entre el puente y el río.
2. Seleccionar el equipo apropiado para reducir el daño a la vegetación y las orillas de la corriente de agua.
3. Asegurar de que todo el equipo utilizado en el sitio esté en buen estado y libre de fugas.
4. Llevar a cabo los trabajos de demolición controlada con hilo dimantado.
5. Prohibir terminantemente a los trabajadores lavar maquinaria y materiales sobre el lecho de las corrientes superficiales.
6. Se priorizará la utilización de martillos neumáticos, hidráulicos u otros elementos no agresivos, teniendo especial cuidado para que no caigan restos de materiales al cauce.
7. Medidas estrictas que evitan la contaminación de las aguas del río o cuerpos de agua cercanos por residuos líquidos y sólidos, entre ellos: aguas servidas, grasas, aceites y combustibles, residuos de cemento, concreto, materiales sobrantes y otros.
8. Usar herramientas manuales donde sea posible.
9. Recolectar la mayor parte de escombros posibles (utilizar rejillas, mallas o trampas de sedimentos para recuperar residuos de la demolición o sustitución del puente).
10. Vigilar la calidad del agua –sólidos suspendidos totales, oxígeno disuelto, metales pesados, grasas y aceites. Prohibir las descargas de aguas residuales o trátelas para cumplir la NOM-001-SEMARNAT-1996.
11. Llevar a cabo actividades de limpieza, remoción de escombros y otros materiales que puedan obstaculizar el libre flujo del agua.
12. Colocar todo el material de desecho lejos de corrientes de agua, debe depositarse provisionalmente fuera de las riberas, a una distancia no menor de 50 m., para luego ser retirado y utilizado en la construcción de otras obras o depositados en sitios aprobados.
13. Limpiar el área de trabajo de todo material que represente riesgos de contaminación, obstrucción, alteración o daño al ecosistema circundante.
14. Tomar muestras de agua, aguas arriba y aguas abajo del desplazamiento del puente, las cuales servirán como referencia del monitoreo del curso.

15. Extremar las medidas de precaución en el transporte de la mezcla de concreto y la capa de rodadura del puente, desde el sitio de mezcla hasta el frente de trabajo, para evitar vertidos accidentales sobre el río sobre la vegetación o suelo adyacentes.
16. En los trabajos de construcción del puente, hacer todo lo posible dentro de la solución de ingeniería para incorporar soluciones y mejoras hidráulicas.
17. Aplicar métodos para prevenir la erosión y socavación del cauce; por ejemplo, zampeado sobre márgenes de ríos o cauce, protección con muros gaviones, protección con tapetes anti socavación y protección con tablestacas.
18. Proteger adecuadamente los taludes y los pilares de apoyo para prevenir fenómenos de erosión y socavación; por ejemplo, mediante la colocación de enrocado.

Responsable:

Contratista y supervisor ambiental.

Aspectos a considerar:

Evitar obstaculizar el libre flujo de agua.

Evitar riesgos de contaminación, alteración o daño al ecosistema circundante.

Documentos prioritarios relevantes:

Estudios físico-químicos de la calidad del agua.

Indicador de efecto:

Libre flujo de agua.

Umbral de alerta:

Obstaculización del flujo de agua.

Escorrentías con gran turbidez.

Alteración o modificación de las condiciones de calidad del río.

Umbral inadmisibles:

Hallazgos de mortandad de peces.

Contaminación de las condiciones de calidad del río.

Frecuencia de revisión de cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales para mostrarse a la autoridad de manera trimestral y semestral, con evidencia fotográfica.

7. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (MONITOREO).

Objetivo:

Busca implementar todas las acciones necesarias para llevar a cabo el monitoreo confiable de las variables ambientales más relevantes, incluidas aquellas en que se haya detectado un impacto ambiental negativo.

Cobertura espacial:

El Plan de Manejo Ambiental cubrirá todas las condicionantes y términos señalados por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportuna.

Descripción.

El Plan de Manejo Ambiental incluye todas las acciones y procedimientos necesarios para monitorear las variables ambientales claves y en particular las sujetas a cumplimientos por los instrumentos jurídicos.

Los resultados de la implementación de dicho plan serán reportados periódicamente a SEMARNAT. Estos resultados podrán ser verificados por la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA), siendo la Delegación Federal en el estado, a la que le corresponde dicha verificación, la cual recibirá copia de los reportes hechos a SEMARNAT. Es importante para el cumplimiento de dicho plan, que sean consideradas las medidas de mitigación y compensación manifestadas dentro la MIA-R, los Programas Ambientales específicos. Además de lo ya mencionado, el PMA deberá contener lo siguiente:

- a) Indicadores para medir el éxito de las medidas instrumentadas.
- b) Acciones de respuesta cuando la aplicación de las medidas no genere los resultados esperados.
- c) Plan operativo para la atención a contingencias ambientales.
- d) Plazos de ejecución de las acciones y medidas.

VI.5. PLAN DE MANEJO INTEGRAL (MONITOREO).

Con la finalidad de cumplir con la implementación de medidas de prevención y mitigación ambiental se deberá aplicar una estrategia de planeación, programación, presupuesto y control, asesorías, cuando aplique. Adicionalmente, la implementación de medidas de prevención y mitigación ambientales en este tipo de proyectos suelen ser variables y dependientes de varios componentes (aire, geología y geomorfología, suelo, hidrología superficial y subterránea, suelos, vegetación y fauna). Estos componentes contienen factores, que son impactados por las actividades que se realizan en cada una de las etapas del proyecto (Preparación del sitio, Sustitución del puente, Operación y Mantenimiento).

El seguimiento y control de las medidas de mitigación se harán de acuerdo con los cuadros siguientes:

Tabla VI. 15. Seguimiento y control de las medidas generales.

MEDIDA	DOCUMENTO O IMPLEMENTACIÓN	SEGUIMIENTO	
MEDIDAS DE MANEJO			
1	Capacitación ambiental en todos sus trabajadores y exigir la capacitación de los contratistas que tengan asignadas las distintas obras, para el cumplimiento de las medidas previstas en el estudio y la concientización de los trabajadores.	Presentación del Programa o documento de difusión de las medidas Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información	
2	Establecer como una actividad cotidiana, durante toda la duración de la obra y en caminos de acceso, que el personal induzca el ahuyentado de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento, como reptiles, incluyendo la reubicación de sus madrigueras o nidos, en sitios más conservados.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
3	Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones que afecten a la fauna silvestre, como la caza, captura y compraventa, así como la muerte de cualquier tipo de vegetación existente.	Presentación del programa Impartición de pláticas periódicas (cada 6 meses)	Listas de asistencia a los cursos Relación de recibimiento de la información
4	Durante el desmonte y despalme, se deben triturar los residuos vegetales depositando y mezclando con el suelo, aguas arriba de la zona adyacente o perimetral al proyecto, para el futuro enriquecimiento de las condiciones edáficas	Registro de los volúmenes de residuos vegetales mezclados con el suelo.	Bitácora Memoria fotográfica de la colocación de la materia vegetal y su mezcal con materiales edáficos.
5	Eliminar la vegetación por medios mecánicos y manuales nunca con métodos químicos, ni quemar de los residuos orgánicos, se deberá evitar el uso de pesticidas.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad	Bitácora Registro fotográfico de la actividad
6	Limpiar los sitios al concluir las etapas de preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono el sitio.	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Contrato con la empresa que moverá los residuos	Bitácora Registro fotográfico de la actividad Constatar el cumplimiento del contrato
MEDIDAS DE PREVENCIÓN			
7	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo deberán estar cubiertos con una lona.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
8	Circular a baja velocidad para evitar al mínimo la dispersión de polvos en los caminos de acceso y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN			

9	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 10 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio aguas arriba, para utilizarlo en la reforestación o en aquellos sitios destinados a la recuperación ecológica, a fin de recuperar la condición orgánica del suelo y favorecer la colonización vegetal.	Plano con los sitios para colocación del material Bitácora Registro fotográfico	Bitácora Registro fotográfico
10	En las diferentes actividades de las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en trampa para la fauna.	Oficio con la instrucción	Bitácora Registro fotográfico

Fuente: BIOTA, 2021.

Tabla VI. 16. Seguimiento y control de las medidas de mitigación.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD	
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN								
Aire	Calidad del aire	Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar vehículos a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso	
		Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen de manera innecesaria, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario	
	Partículas suspendidas	Riego en áreas de vialidades de terracería para evitar la generación de material particulado	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera	
		Humedecer las áreas de trabajo que generen material particulado.	Bitácora	Observación y documentar la actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera	
	Niveles de ruido	Aplicar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, con los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso	
		Aplicar un Programa de mantenimiento preventivo a maquinaria, vehículos y equipo, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso	
		Los equipos de mayor emisión de ruido serán utilizados en horarios de actividad diurna.	Registro de la emisión de ruido	Presencia de vehículos	Cumplimiento de normatividad	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso Medir el ruido semanalmente	
			Evitar que vehículos, maquinaria y equipo funcionen mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	Limitar las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		Tener control estricto de los materiales para evitar que caigan en líneas de escorrentía	Bitácora de obra Registro fotográfico	Observación en las zonas de interés que estén libres de materiales	Registro fotográfico	Rectificación de acuerdo con el proyecto. Limpiar la zona Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Suelo	Estructura del suelo	Delimitar el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, para solo afectar los sitios destinados a la construcción y operación	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Superficies de obra concluidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
		El suelo retirado deberá colocarse un área aguas arriba donde no se realice ninguna construcción.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Superficies de obra realizados	Volúmenes movidos	Rectificación de acuerdo con el proyecto Memoria fotográfica Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá planes con indicadores para medir su efectividad de la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los Planes son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
		Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos en las áreas del proyecto, para evitar su conducción a líneas de escorrentía.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
	Erosión	Realizar riegos, en caso de ser necesario, durante la Preparación del sitio y Construcción.	Bitácora de obra Datos de campo de índices de erosión Registro fotográfico	Implementación de medición de erosión Bitácora Registro fotográfico	Reducción del índice de erosión Memoria fotográfica		
Hidrología superficial	Calidad del agua	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus planes que contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas son: <ul style="list-style-type: none"> Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan Cumplimiento de la normatividad en materia de agua	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	En época de lluvias o vientos Diario
		Se utilizarán letrinas portátiles, una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.	Contrato con el proveedor	Presencia de las letrinas	Documento del proveedor de mantenimiento periódico	Contratación de más letrinas o incremento en el mantenimiento de	De acuerdo con el contrato realizado
		Realizar el monitoreo de detección de derrames en la zona del proyecto, para evitar su conducción a cuerpos de agua	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza	Semanalmente

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
						Restauración de zonas afectadas	
Vegetación	Estructura y composición	Implementar el Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre. Implementar el programa de reforestación.	Programa aprobado por SEMARNAT	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	<p>Se ejecutará el Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre que incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Previo a las actividades de desmote y despilme, identificará y moverá en caso de ser factible nidos y madrigueras • En caso de encontrar algún sitio de anidación, se dejará que la especie cumpla con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías • Realizar acciones para ahuyentar y rescatar especies de hábitos subterráneos, de lento desplazamiento, principalmente de aquellas incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 • Liberar individuos en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos 	Programa aprobado por SEMARNAT	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
		donde se rescataron los especímenes					
	Hábitat	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Plano de zonas a modificar	Supervisión y registro de la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restauración de zonas afectadas	Semestralmente
Paisaje	Calidad escénica	Se evitará la afectación de zonas que no sean destinadas para realizar alguna actividad que el Proyecto indique.	Memoria fotográfica de las condiciones iniciales	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Restauración de zonas afectadas	Trimestralmente
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
Aire	Calidad del aire	Aplicar el programa de mantenimiento preventivo vehicular y maquinaria, con registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de contaminantes y consumo de combustible	Oficio de indicaciones a operadores	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Mantener en óptimas condiciones la vegetación de la zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental	Bitácora Programa de mantenimiento preventivo Registro fotográfico Plan de manejo de la zona de conservación	Cumplimiento del plan de manejo Registro Fotográfico	Cumplimiento de los indicadores incorporados en el Plan de manejo Registro Fotográfico	Sustitución de la vegetación Restauración de la zona de conservación Ajustes al programa	Semestralmente
	Partículas suspendidas y Ruidos	Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar a mantenimiento	Mantenimiento que se requiera por uso
		Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo este en operación sin uso, para reducir la emisión de	Oficio de indicaciones a operadores	Observación de la maquinaria	Observar a la maquinaria sin funcionamiento cuando se requiera	Llamada de atención a los operadores	Diario

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
		contaminantes por el uso de combustible					
Suelo	Calidad del suelo	Implementar el Plan de Manejo Integral de Residuos y sus planes con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Plan Integral de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario
		Monitorear la detección de derrames de hidrocarburos u otras sustancias en las áreas del proyecto, para evitar su conducción al drenaje superficial	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	Semanalmente
Hidrología	Calidad del agua	Detectar derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto.	Bitácora de obra Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas Memoria fotográfica	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica Contrato con la empresa de limpieza Restaurar zonas afectadas	Semanalmente
		Contar con un Plan Integral de residuos	Presentación del Plan de manejo autorizado por SEMARNAT	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos Memoria fotográfica	Limpiar la zona inmediatamente Restauración de zonas afectadas	Diario

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	DOCUMENTACIÓN	INDICADOR DE LA REALIZACIÓN	INDICADOR DE RESULTADO	MEDIDAS EMERGENTES	PERIODICIDAD
			Contratos con las empresas de manejo de residuos				

Fuente: BIOTA, 2021.

VI.6. MONTOS PARA FIANZAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.

Con base al acuerdo mediante el cual se expide los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento para compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación. Publicado en el año 2006. El costo por este rubro se obtiene en base a la siguiente tabla.

Tabla VI. 17. Costos de referencia para compensación ambiental

CONCEPTO	ÁREA GEOGRÁFICA PARA EL SALARIO MÍNIMO VIGENTE	COSTO DE REFERENCIA PARA COMPENSACIÓN AMBIENTAL POR ECOSISTEMA [MONTO (\$) POR HECTÁREA]			
		TEMPLADO-FRÍO	TROPICAL	ÁRIDO Y SEMIÁRIDO	HUMEDALES
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	A	9,447.08	7,795.08	5,951.63	11,295.08
	B	9,259.84	7,607.84	5,817.24	11,107.84
	C	9,092.44	7,440.44	5,697.09	10,940.44

Fuente: BIOTA, 2021.

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Tropical y la zona geográfica corresponde a la “A” pero derivado del cambio del valor del salario mínimo con respecto a la fecha de publicación se desarrolla a continuación el cálculo del costo por ecosistema y hectárea.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = (precio de la planta para reforestación multiplicado por el número de plantas necesarias) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para reforestación) + (Precio del transporte de planta multiplicado el número de kilómetros necesarios) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación) + (Precio de la mano de obra multiplicado por el número de jornales requeridos para llevar a cabo el mantenimiento) + (precio de la mano de obra multiplicada por el número de jornales requeridos para llevar a cabo la asesoría técnica).

I.-El precio de la planta es el que se señala en la tabla:

Tabla VI. 18. Costo de la planta

ECOSISTEMA	COSTO DE PLANTA
Tropical	\$68.00

Fuente: BIOTA, 2021.

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$1250.00 por kilómetro.

III.- El precio de la mano de obra, es el equivalente al salario mínimo vigente para cada área geográfica (smvz), determinado por la Comisión Nacional de Salarios Mínimos, por lo cual el valor es de:

Tabla VI. 19. Salario Mínimo.

ÁREA GEOGRÁFICA	MONTO DEL SALARIO MÍNIMO/POR JORNAL
A	\$123.22

Fuente: BIOTA, 2021.

Las cantidades para determinar los costos de referencia son las siguientes:

I.- La cantidad de plantas o densidad de plantaciones igual al número de plantas requerido por ecosistema para garantizar la restauración de acuerdo a la tabla:

Tabla VI. 20. Número de plantas por hectárea.

ECOSISTEMA	(NÚMERO DE PLANTAS POR HECTÁREA)
Tropical	1,260

Fuente: BIOTA, 2021.

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestaciones igual a 19 jornales

III.-La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo las obras de conservación de suelos y preparación para la reforestación es de 70 jornales

IV.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo el mantenimiento es igual a: 28 jornales

V.- La cantidad de mano de obra por hectárea para la asesoría técnica es igual a: 7 jornales

Por lo cual el valor para calcular el costo por hectáreas el siguiente.

Tabla VI. 21. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento

Costo planta	\$68.00
No. plantas/ha	1,260
Mano obra por hectárea (reforestación)	19
Mano obra por hectárea (suelo)	70
Mano obra por hectárea (Mantenimiento)	28
Mano obra por hectárea (asesoría técnica)	7
Salario mínimo	\$123.22
Precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga	\$1250.00
Total, por hectárea	\$115,959.28

Fuente: BIOTA, 2021.

Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento = $(68.00 \times 1,260) + (19 \times 123.22) + (70 \times 123.22) + (28 \times 123.22) + (7 \times 123.22) = \$115,959.28$ por hectárea.

Así mismo en base al Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales se mencionan a continuación.

Tabla VI. 22. Acuerdo por el que se establecen los niveles de equivalencia para la compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

I. TIPO DE ECOSISTEMA.		PUNTOS
a.	Semiárido, trópico seco	1
b.	Humedales sin mangle, templado frío, excepto bosque mesófilo de montaña, trópico húmedo, excepto selva alta perennifolia	3
c.	Humedales con mangle, vegetación de galería, bosque mesófilo de montaña y selva alta perennifolia	5
II. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VEGETACIÓN.		
a.	Vegetación secundaria en proceso de degradación	1
b.	Vegetación secundaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	2
c.	Vegetación primaria en proceso de degradación	3
d.	Vegetación primaria en proceso de recuperación o en buen estado de conservación	4

III. PRESENCIA DE ESPECIES DE FLORA O FAUNA SILVESTRE LISTADAS EN ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE ACUERDO CON LA NOM-59-SEMARNAT-2010.		
a.	Sujetas a protección especial	1
b.	Amenazadas	2
c.	En peligro de extinción	3
* Si cualquiera de las especies presentes es endémico se suma un punto adicional		(+1)
IV. SERVICIOS AMBIENTALES ESTABLECIDOS EN LA LGDFS QUE SE AFECTAN.		
a.	Cuando se dejen de prestar hasta cuatro servicios ambientales	1
b.	Cuando se dejen de prestar más de cuatro servicios ambientales	2
V. PRESENCIA DEL PROYECTO EN ÁREAS DE CONSERVACIÓN.		
a.	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's), Regiones Terrestres Prioritarias (RTP's) o Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP's)	1
b.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de aprovechamiento restringido	2
c.	Áreas Naturales Protegidas de carácter municipal, estatal o federal consideradas como de conservación o protección	3
VI. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD U OBRA.		
a.	Trazo lineal que no implique el confinamiento del área	1
b.	Trazo poligonal que no implique el confinamiento del área	2
c.	Trazo poligonal que implique el confinamiento del área	3
d.	Trazo lineal que implique el confinamiento del área	4
VII. AFECTACIÓN A LOS RECURSOS SUELO/VEGETACIÓN.		
a.	Afectación de la vegetación de manera temporal	1
b.	Afectación de la vegetación de manera permanente	2
c.	Afectación de la vegetación con sellamiento del suelo	3
VIII. BENEFICIO.		
a.	Ambiental	0
b.	Social	1
c.	Particular	2
TOTAL		12

Fuente: BIOTA, 2021.

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula:

Fórmula: $CA = (Po) (Fc) (S)$

Donde:

CA= Compensación ambiental

Po = Puntuación obtenida

Fc= Factor de conversión (derivado de dividir la equivalencia máxima a compensar entre la suma de los máximos puntajes de los criterios establecidos) $6/27 = 0.22$

S= Superficie por afectar.

La relación por compensar por hectárea en el proyecto es de 1:30. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 0.73 ha. De uso de suelo forestal. El área total por compensar es de:

$$C = (12 * 0.22 * .41) = 1.08 \text{ HA de suelo forestal}$$

A partir de la necesidad de garantizar que durante la realización de las obras no se produzcan daños graves a los ecosistemas, se establece que:

“La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas”

Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;
- II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables, y
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.”

Aunque no tiene categoría de área protegida, el sitio del proyecto se considera como una zona de vulnerabilidad y fragilidad relevante. De esta forma, será necesario que la empresa constructora recurra a presentar una fianza de protección ambiental; con este instrumento se dará cumplimiento a las demandas de protección a la fauna además de garantizar las medidas de protección y compensación a la vegetación eliminada, establecida por la CONAFOR y la Ley para el Desarrollo Sustentable Forestal y demás ordenamientos jurídicos, para este tipo de actividades.

A continuación, se presenta la estimación de los costos de acuerdo con antecedentes encontrados en la literatura y documentos similares, elaboración propia y fuentes externas. De acuerdo con los documentos consultados se presenta la siguiente tabla, la cual muestra el costo de realizar por cada actividad y la suma total de estos conceptos dando una cantidad de \$1, 455,000.000 (Un millón cuatrocientos cincuenta y cinco mil pesos MXN); por año.

Tabla VI. 23. Información para montos de fianzas.

Actividades	Costo estimado por año
Acciones de Prevención de la Contaminación Atmosférica y Ruido	\$180,000.00
Programa para Rescate y Reubicación de Flora Silvestre	\$145,000.00
Programa para Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre	\$175,000.00
Plan de Integral de Manejo de Residuos	\$180,000.00
Programa de Conservación de Suelos	\$165,000.00
Programa de Reforestación	\$195,000.00
Plan de Protección de la Calidad de Agua, Río “De la Sabana” y hábitat estuarino asociado.	\$285,000.00
Plan de Manejo Ambiental (Monitoreo)	\$130,000.00
TOTAL	\$1,455,000.00

Fuente: BIOTA, 2021.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	3
VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.....	3
VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	28
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.....	55
VII.4. Pronostico Ambiental.....	57
VII.5. Evaluación de alternativas.....	59
VII.6. Conclusiones.....	60

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla VII. 1. Ponderación del aire.....	3
Tabla VII. 2. Ponderación del suelo.....	5
Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.....	7
Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.....	9
Tabla VII. 5. Ponderación de la vegetación.....	11
Tabla VII. 6. Ponderación de la fauna.....	13
Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica.....	15
Tabla VII. 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.....	17
Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.....	17
Tabla VII. 10. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.....	22
Tabla VII. 11. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.....	23
Tabla VII. 12. Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.....	23
Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).....	29
Tabla VII. 14. Unidades del paisaje presentes en el SAR.....	30
Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:10,000.....	32
Tabla VII. 16. Afectación Total a las unidades de paisaje.....	38
Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto.....	38
Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).....	38
Tabla VII. 19. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto, a corto, mediano y largo plazo.....	46
Tabla VII. 20. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto.....	49
Tabla VII. 21. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto.....	49
Tabla VII. 22. Ponderación de Impactos del Proyecto, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia.....	55
Tabla VII. 23. Análisis de los Impactos directos y residuales del proyecto.....	56

ÍNDICE DE IMÁGENES.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Aire).....	4
Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Suelo).....	6
Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Hidrología).....	8
Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Geomorfología).....	10
Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Vegetación).....	12
Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Fauna).....	14

Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Presencia Antrópica).....	16
Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.	19
Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%. ..	20
Imagen VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.....	33
Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.....	34
Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.	35
Imagen VII. 13. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional.	39
Imagen VII. 14. Sustitución del puente Barra Vieja.	40
Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental con imagen Google Maps.....	41
Imagen VII. 16. Afectación a las unidades de paisaje Sistema Ambiental con imagen satelital.	42
Imagen VII. 17. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.	58

ÍNDICE DE GRAFICAS.

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.	17
Gráfica VII. 2. Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto al año 2051.	27
Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto, al año 2051.	27
Gráfica VII. 4. Porcentaje de ocupación de las Unidades de Paisaje en el SAR.	31
Gráfica VII. 5. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051.	48
Gráfica VII. 6. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051.	48
Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geomorfología con la integración del Proyecto.	49
Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto.	50
Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del Suelo con la integración del Proyecto.....	51
Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación con la integración del Proyecto.	51
Gráfica VII. 11. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Fauna con la integración del Proyecto.	52
Gráfica VII. 12. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hábitat con la integración del Proyecto.	53
Gráfica VII. 13. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía con la integración del Proyecto.	54

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.

Fotografía VII. 1. Unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR.....	36
Fotografía VII. 2. Sustitución del puente existente “Barra Vieja”.	43

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

A continuación, se describen los indicadores de los componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema Ambiental del trazo del proyecto. Asimismo, se describe la escala ordinal de uno a nueve para cada indicador donde el uno (1) corresponde a una calidad extremadamente baja y el nueve (9) a una calidad ambiental muy alta.

MEDIO ABIÓTICO

A continuación, se presentan los criterios de evaluación considerados como referencia estimada para otorgar una calificación a cada unidad de paisaje.

AIRE.

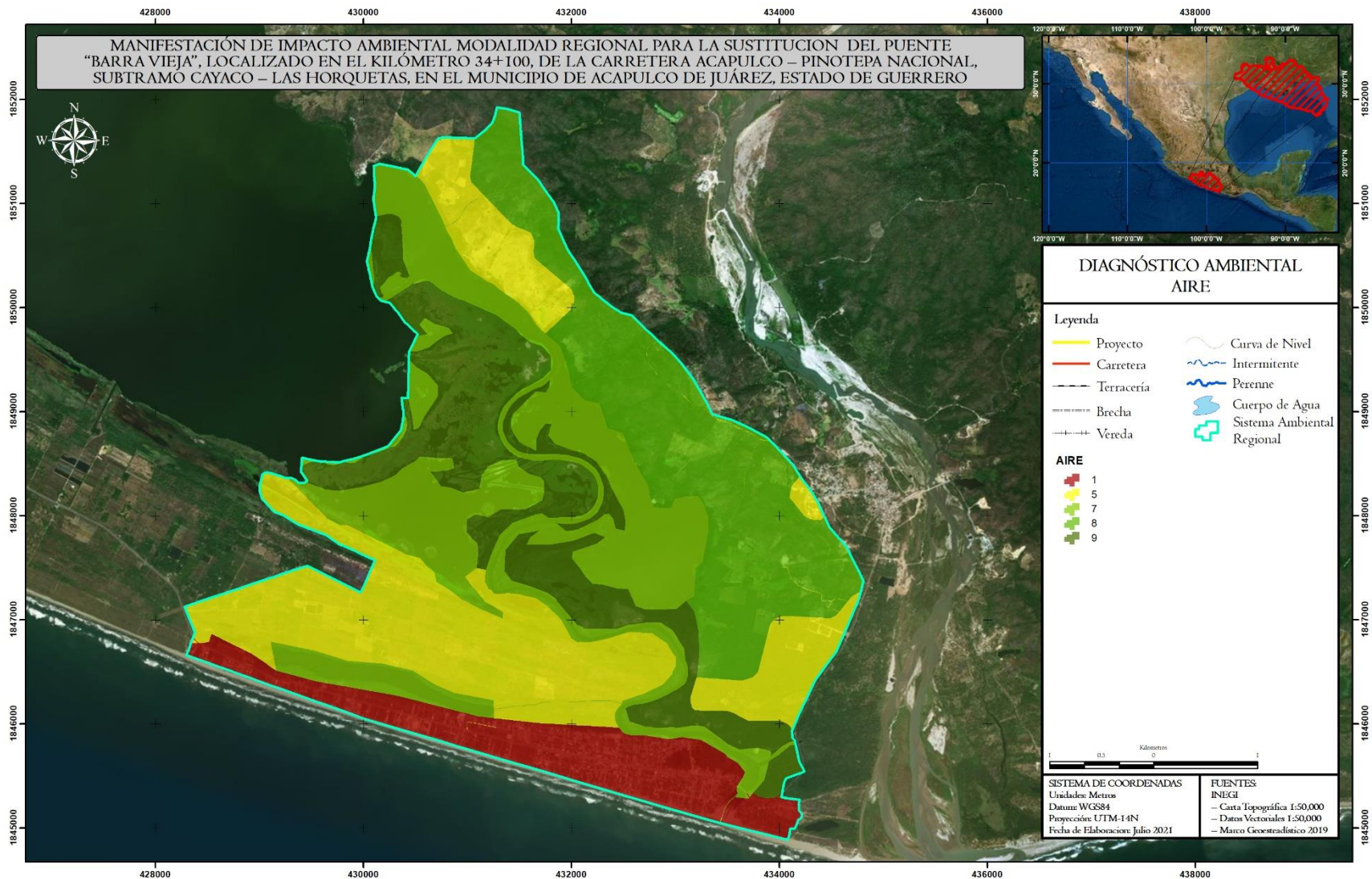
- **Emisiones de gases:** este indicador se basa en la calidad del aire tomando como parámetro la NOM-041-SEMARNAT-2015 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de los escapes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Enfocado a la zona de estudio.
- **Emisión de polvos:** Este indicador se basa en la emisión de partículas de polvo suspendidas por las actividades realizadas durante el proyecto, como el desmonte, despilme, acarreo de materiales, etc. Los rangos de evaluación se establecieron de acuerdo con el grado de emisión de partículas que puede levantar un vehículo o maquinaria al paso o por la carga, descarga, transporte de materiales, por lo que la evaluación se sitúa desde la nula visibilidad provocada por la alta concentración de partículas, hasta la presencia de aire puro, sin influencia de emisión de partículas por actividad antrópica o natural. El criterio utilizado para evaluar el aire se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental, en tanto que los valores menores señalan una menor calidad ambiental.

Tabla VII. 1. Ponderación del aire.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EMISIÓN DE GASES	EMISIÓN DE POLVOS
Degradado.	1	Emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.	Nula visibilidad.
Muy mala.	2	Emisión de gases por más de 12 horas continuas con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas.	Poca visibilidad la mayor parte del tiempo.
Mala.	3	Emisión de gases por tránsito de vehículos en horarios pico, acompañado de actividades antrópicas	Poca visibilidad en horarios pico
Moderada.	4	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en al menos 2 ocasiones durante el día.
Regular/modificado.	5	Emisión de gases en ocasiones eventuales ya sea por vehículos o actividades antrópicas.	Poca visibilidad en ocasiones eventuales (temporales).
Aceptable/modificado.	6	Hay emisiones bajas de vehículos y antrópicas en varios puntos de la zona de estudio.	Hay liberación de partículas en varios puntos.
Buena.	7	Aire aceptable, emisiones de vehículos y antrópicas incipientes y aisladas, en algunas zonas del proyecto.	Aire aceptable, emisiones de partículas incipientes y aisladas, polvo en estiaje.
Muy buena.	8	Aire puro, muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y actividad antrópica.	Aire puro, muy pocas emisiones de partículas derivadas de actividad antrópica o natural, aún en estiaje.
Sin perturbación.	9	Aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica.	Aire puro, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Aire).



Fuente: Biota, 2021.

La imagen anterior señala que las zonas de mejor calidad ambiental en el orden de ideas del aire, con puntuación registrada en **9 (Sin Perturbación)**, es decir aire puro, sin influencia de emisiones por tránsito de vehículos o actividad antrópica, sin influencia de emisiones de partículas por actividad antrópica, se trata de toda la vegetación natural de manglar, en los que la presencia antropogénica es muy escasa, en segundo sitio se ubica la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia junto con todos los cuerpos de agua con una ponderación igual a **8 (Muy Buena)**, con muy poca influencia de emisiones derivadas del tránsito de vehículos y de la actividad antrópica, razón por la cual la calidad del aire es óptima, amén del tipo de vegetación que incrementa esta calidad. A continuación, el cuerpo de agua de la Laguna Tres Palos ocupa el siguiente sitio con **7 (Buena)**, lo cual obedece a que en esta zona la actividad de lanchas es moderada. Enseguida se ubican los caminos tipo brecha y vereda, junto con la agricultura con una ponderación igual a **5 (Regular/Modificado)**. Finalmente, las zonas con menor calidad ambiental en lo referente al aire se localizan en las zonas urbanas construidas, las carreteras pavimentadas y de terracería con puntuación igual **1**, es decir (**Degradado**) con emisión de gases todo el tiempo con abundante tránsito de vehículos y actividades antrópicas constantes.

SUELO.

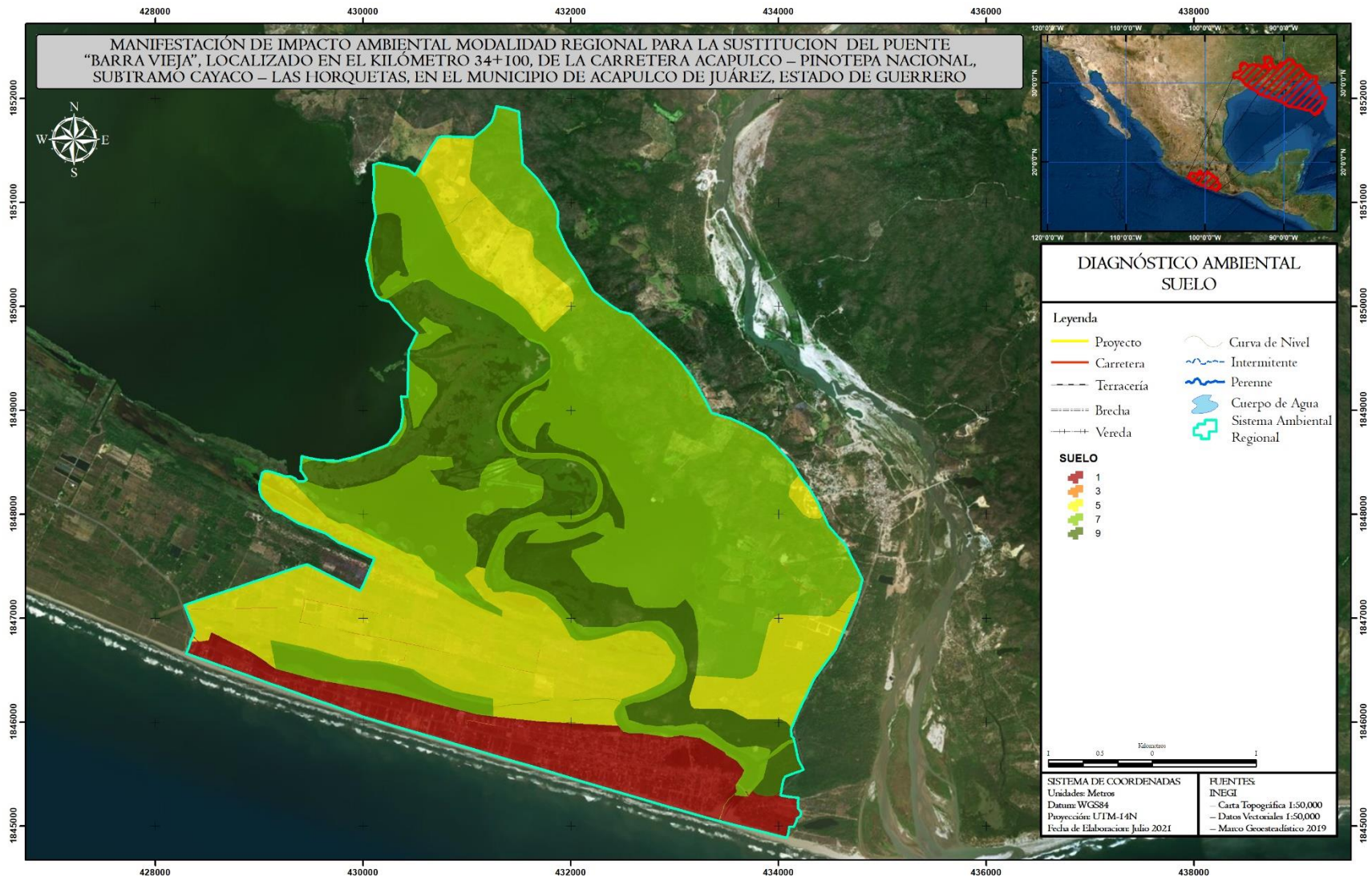
En todos los proyectos de construcción de una infraestructura, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, este recurso se ve afectado en su totalidad. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. El criterio utilizado para evaluar el factor suelo se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 2. Ponderación del suelo.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	EROSIÓN
Degradado	1	Erosión severa (ES): superficies extensas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están totalmente desprovistas de vegetación.
Muy mala	2	Erosión severa (ES): áreas donde el material parental está totalmente expuesto y es evidente la presencia de erosión en cárcavas de 1 m o más de ancho. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relicto.
Mala	3	Erosión severa (ES): áreas desnudas de vegetación donde el material parental está expuesto y es evidente la presencia de cárcavas de 1 m o menos. Estas áreas están desprovistas de vegetación, excepto en relictos donde se conserva vegetación natural.
Moderada	4	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 1 m, aunque sí erosión en canalillos, laminar u eólica.
Regular/modificado	5	Erosión media (EM): áreas con escasa cobertura vegetal, pastizales, matorrales o bosques muy abiertos. El suelo mineral es somero y está expuesto. En partes el material parental (rocas o tepetate) está parcialmente expuesto. No se observan cárcavas mayores a 50 cm, aunque sí erosión de tipo laminar, en canalillos u eólica.
Aceptable/modificado	6	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Buena	7	Erosión incipiente (EL): áreas con cobertura vegetal arbustiva, herbácea y a veces arbórea en donde se aprecia muy poca pérdida de suelo por el efecto del agua y el aire, en consecuencia, el suelo mineral no está expuesto. Aunque en ocasiones el suelo mineral está expuesto éste se mantiene en su sitio por el efecto de la vegetación.
Muy buena	8	Áreas con erosión mínima (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.
Sin perturbación	9	Áreas sin erosión (NE): Esta categoría incluye áreas agrícolas con pendientes menores de 5%, o bien, con vegetación forestal suficientemente densa como para evitar algún grado de erosión.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Suelo).



Fuente: Biota, 2021.

La menor calidad ambiental (**Puntuación=1, Degradado**) en lo que respecta al componente suelo la presentan las carreteras pavimentadas y de terracería, y las zonas urbanas construidas de las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja, enseguida las brechas, las veredas presentan una ponderación igual a **3 (Mala)** con erosión severa, en las que no existe vegetación alguna y en las que no existe infiltración. A continuación, se ubican las zonas agrícolas con una ponderación igual a **5 (Regular/Modificado)** con erosión media. En tanto que, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y los cuerpos de agua presenta una ponderación con erosión incipiente presentan una ponderación equivalente a **7 (Buena)**. Finalmente, el manglar presenta la mejor calidad ambiental en este ámbito **9 (Sin Perturbación)**, gracias a que la vegetación no permite la erosión del suelo principalmente, en estas zonas llanas y en el que el suelo es susceptible a estos factores.

HIDROLOGÍA.

- **Capacidad de infiltración:** la evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

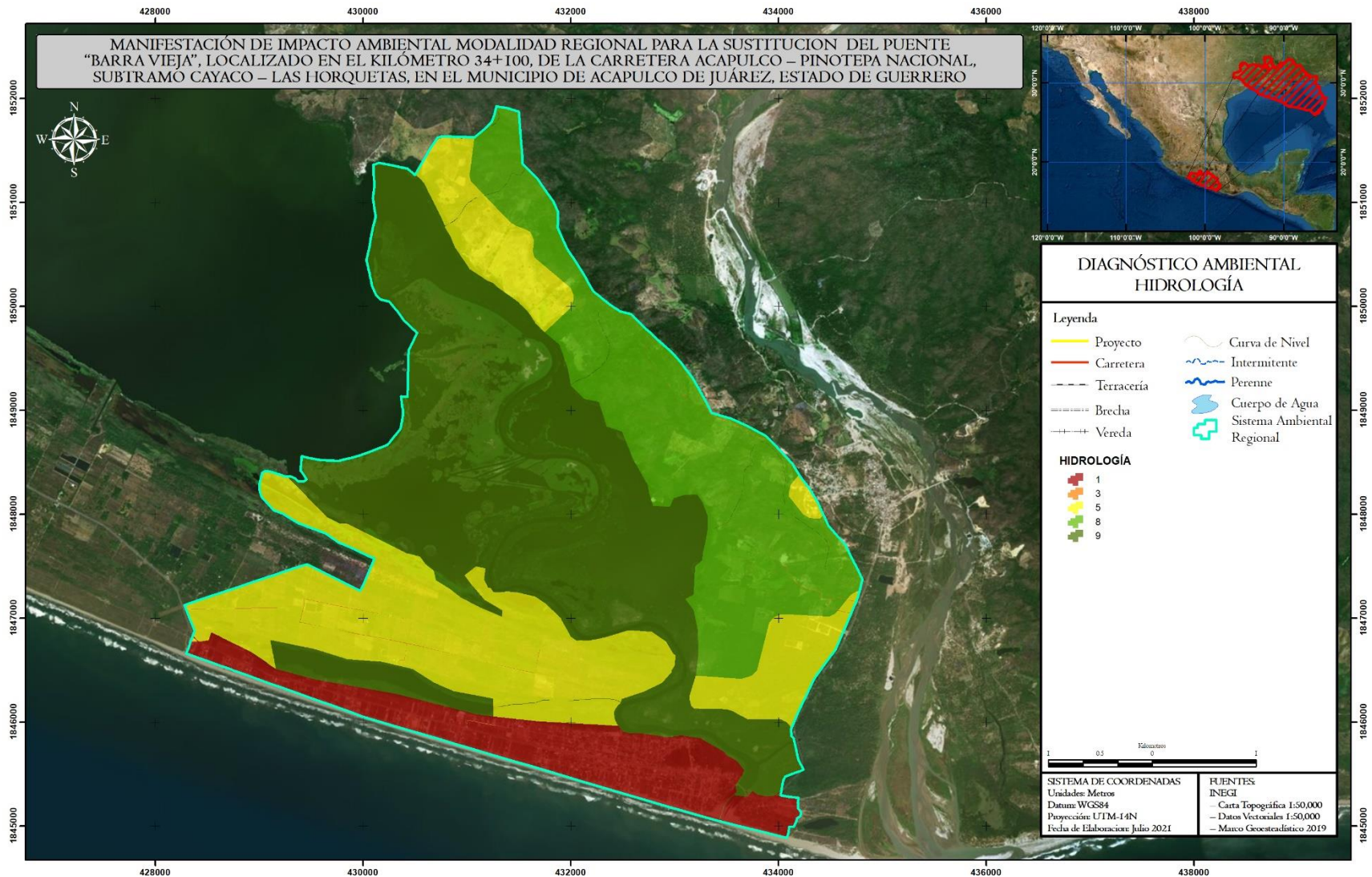
El criterio utilizado para evaluar la hidrología se presenta en la siguiente tabla, en donde los valores mayores indican una mejor calidad ambiental.

Tabla VII. 3. Ponderación de la hidrología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	CAPACIDAD DE INFILTRACIÓN
Degradado	1	Capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Muy mala	2	Capacidad de infiltración nula, presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca superficial. Sin retención de agua.
Mala	3	Capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua.
Moderada	4	Infiltración insuficiente por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por escorrentía. Poca capacidad de retención.
Regular/modificado	5	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal.
Aceptable/modificado	6	Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación o interceptación neta de la vegetación. Poca capacidad de retención. Aprovechamiento del agua retenida por la vegetación.
Buena	7	Infiltración buena, algunos poros se encuentran saturados con agua, la capacidad de infiltración mejora; la infiltración se hará en función de la permeabilidad de los estratos inferiores. La retención de agua es buena suficiente para la vegetación y otros procesos.
Muy buena	8	Infiltración eficiente, gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación.
Sin perturbación	9	Máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Hidrología).



Fuente: Biota, 2021.

Como se puede apreciar en la imagen anterior el manglar, junto con las corrientes y cuerpos de agua perennes presentan la mayor ponderación (**Puntuación=9**), con máxima capacidad de infiltración (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo), con agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. Enseguida se localiza la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con puntuación igual a **8 (Muy Buena)** con gran parte de los poros del suelo se encuentran saturados de agua, la permeabilidad de los estratos inferiores se optimiza, por lo tanto, la infiltración alcanza mayor profundidad. La retención de agua es más eficiente y suficiente para abastecer al manto freático y a la vegetación por periodos de tiempo más largos aún en época de estiaje. Hay mayor capacidad de retención de agua por la vegetación. La agricultura presenta una ponderación igual a **5 (Regular/Modificado)**, Infiltración limitada por el horizonte de suelo existente. Pérdida de la infiltración por evaporación. Poca capacidad de retención. Escaso aprovechamiento del agua retenida por la reducida cobertura vegetal. Mientras los caminos tipo brecha y tipo vereda presentan una ponderación igual a **3 (Mala)** con capacidad de infiltración escasa en partículas de suelo acumulado; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos o roca continua. Escasa retención de agua. Finalmente, las zonas urbanas construidas, las carreteras pavimentadas y de terracería presentan la menor ponderación de **1 (Degradado)** con una capacidad de infiltración nula.

GEOMORFOLOGÍA.

- Intemperismo del material parental: este indicador se evaluará de manera porcentual de acuerdo con la intemperización o exposición del material parental, tomando en cuenta el tipo, tamaño y grado de su estructura lábil.

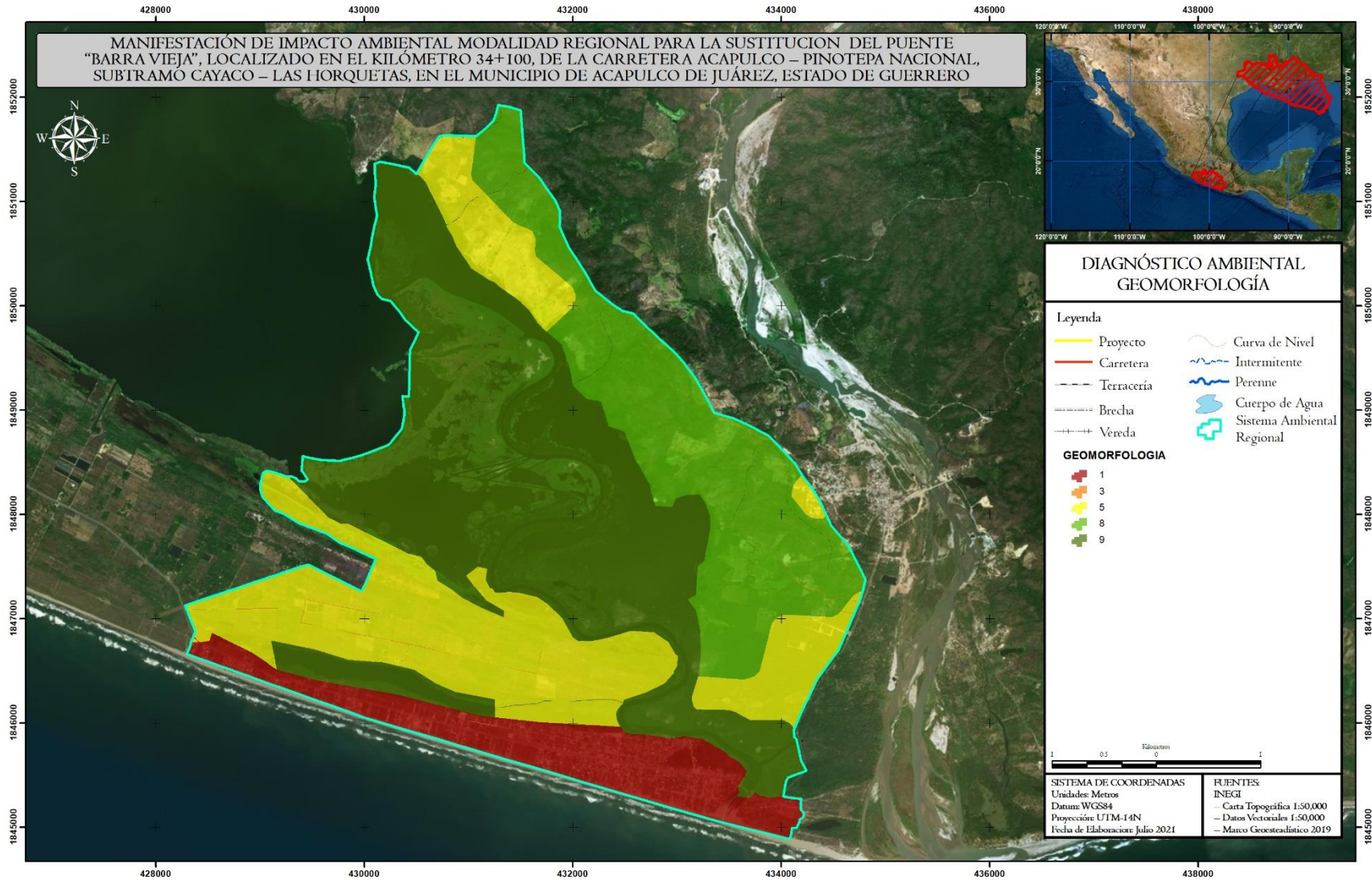
Con la explicación previa se designaron valores a determinadas áreas con las siguientes características:

Tabla VII. 4. Ponderación de la geomorfología.

ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	INTEMPERISMO DE LA ROCA
Degradado.	1	Roca expuesta: estructura angular a prismática, grande, fuerte. Textura y mineralogía primarias fácilmente reconocibles en muestra de mano
Muy mala.	2	Poco intemperizada: Estructura original reconocible, cambios de color incipientes en matriz y minerales
Mala.	3	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales
Moderada.	4	Ligeramente intemperizado: incremento en la densidad de fracturamiento y alteración de minerales originales, pérdida de cohesión en la roca
Regular/modificado.	5	Moderadamente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, roca > suelo
Aceptable/modificado.	6	Fuertemente intemperizado: roca parcialmente transformada en suelo, suelo > roca
Buena.	7	Completamente intemperizado: suelo incipiente, algunos remanentes de estructuras primarias
Muy buena.	8	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental
Sin perturbación.	9	Formación de suelo: algo de contenido orgánico y pérdida total de textura y mineralogía primaria del material parental

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Geomorfología).



Fuente: Biota, 2021.

Como se describió oportunamente en apartados anteriores, Acapulco de Juárez descansa sobre la Provincia Sierra Madre del Sur (100%), que a su vez subyace en dos Subprovincias Fisiográficas, en su mayoría a las Costas del Sur (94.44%) y en menor proporción a la Cordillera Costera del Sur (5.56%). En cuanto al Sistema de topofomas, se presentan distintas, siendo la Sierra baja compleja la de mayor representatividad (42.74%), seguido por el Lomerío con llanuras (23.05%), Sierra alta compleja (12.69%), Llanura costera con lagunas costeras salina (7.79%), Llanura con lomerío (6.1%), Valle ramificado con lomerío (5.64%), Llanura costera salina (1.73%), Llanura costera con lagunas costeras (0.14%) y Valle intermontano (0.12%). Es decir, su aspecto orográfico se puede agrupar en tres formas de relieve: accidentado que comprende el 40%; semiplano con el 40%, y plano con el 20%. La altitud varía desde el nivel del mar en la zona costera hasta 169 m; las alturas máximas están representadas principalmente por cerros: Potrero, San Nicolás y Alto del Camarón. En la cordillera que rodea a la bahía destacan los cerros Icacos, El Veladero y Carabalí. Las zonas sin perturbación en lo que se refiere a la geomorfología en el SAR coinciden con las zonas de vegetación de manglar y selva baja caducifolia y los cauces y cuerpos de agua perennes con una ponderación de **9**. En tanto que, las corrientes de agua intermitentes presentan una ponderación de **8**, lo cual obedece a que este tipo de cauces modifican las geoformas, aunque de manera natural. A continuación, la agricultura presenta una ponderación igual a **5**. Después, los caminos tipo brecha y vereda presentan una ponderación igual a **3 (Mala)**. Finalmente, las carreteras pavimentadas y de terracería, junto con las localidades de San Andrés Playa Encantada (El Podrido) y Barra Vieja presentan la ponderación menor de **1**, lo cual obedece a que en estas zonas la geomorfología natural ha sido cambiada completamente por la mano del hombre.

MEDIO BIÓTICO.

Vegetación.

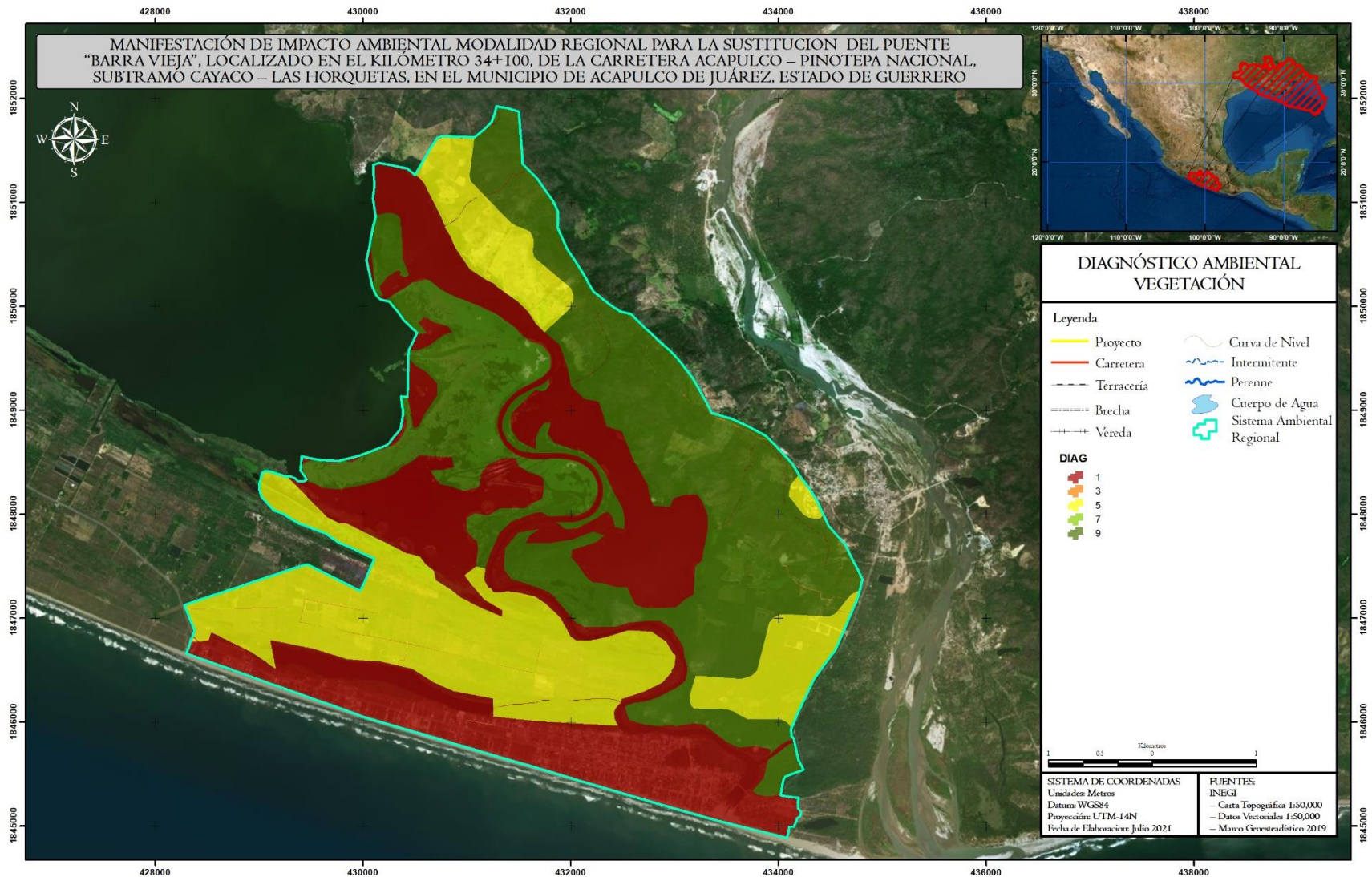
El efecto principal que conlleva la eliminación de la cobertura vegetal en los sitios es la fragmentación del hábitat, lo que provoca efectos de borde y altera la estructura y las funciones originales del ecosistema. De manera indirecta la poca cobertura vegetal elimina las fuentes de alimentación y refugio de la fauna que habita en el ecosistema.

Tabla VII. 5. Ponderación de la vegetación.

ESCALA DE EVALUACIÓN	ESCALA	% DE COBERTURA VEGETAL EN EL POLÍGONO
Degradado.	1	0 al 30 % de cobertura vegetal presente en el polígono.
Bajo Estado de Conservación.	3	30 al 50 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de localidades, caminos o carreteras.
Regular / modificado.	5	50 al 70 % de cobertura vegetal presente en el polígono o se trata de zonas de agricultura o pastizales inducidos por actividad antrópica.
Buena.	7	70 al 95 % de cobertura vegetal presente en el polígono. Vegetación herbácea y arbustiva sin perturbación.
Sin perturbación.	9	95 al 100% de cobertura vegetal presente en el polígono. Mayor cobertura vegetal, sin perturbación.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Vegetación).



En lo que se refiere a la vegetación, la zona con mejor ponderación la presentan los fragmentos de prevalecientes de manglar y selva baja caducifolia en estado secundario (**Sin Perturbación**) con **9**, lo cual obedece al estado de conservación que se presenta en este tipo de vegetación alejada de los caminos, aunque con cierta degradación, pero con un buen porcentaje de cobertura. A continuación, se ubica la zona agrícola, la cual presenta una ponderación igual a **5 (Regular / Modificado)**. En tanto que, los caminos tipo brecha y vereda presentan una ponderación igual a **3 (Bajo Estado de Conservación)**, lo cual obedece a que se estima que en estos caminos la vegetación difícilmente se asienta. Finalmente, todas las zonas desprovistas de vegetación como son las carreteras pavimentadas y las localidades presentan la menor ponderación de **1**, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación. Cabe señalar y recordar que, de acuerdo con los recorridos realizados por las áreas donde se pretende la modernización del puente, las características de la vegetación presentan un alto grado de perturbación.

Fauna.

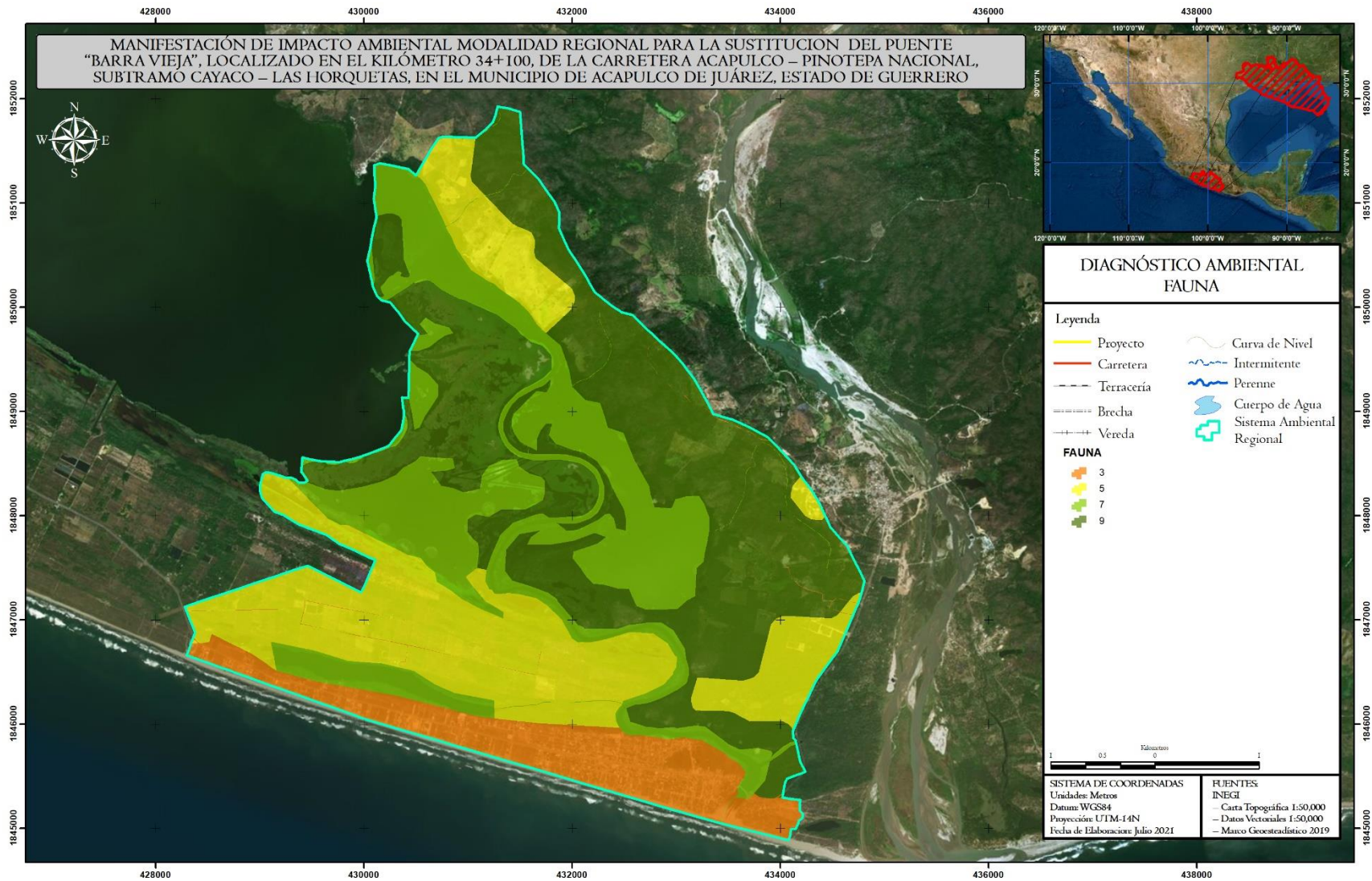
Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el desarrollo del proyecto, se tomarán en cuenta el índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies. Sin embargo, los recursos no se encuentran distribuidos de manera homogénea en los hábitats, sino que existen diferencias tanto en la composición, estructura y calidad del hábitat, en la distribución espacial y temporal de los recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. Estas diferencias micro ambientales tienen su efecto en una desigual distribución de la fauna, la cual estará presente o será más abundante en los sitios más propicios, mientras que los animales evitarán aquellos que no cumplen con un mínimo de condiciones y recursos, por ejemplo, para construir madrigueras o nidos, que posean alimento cercano o le brinden protección contra sus depredadores.

Tabla VII. 6. Ponderación de la fauna.

ESCALAS DE EVALUACIÓN	VALOR	ÍNDICE DE SHANNON
Mala.	3	Valores entre 1 y 1.99 indican que son sitios con una diversidad biológica baja.
Moderada.	5	Valores entre 2 y 2.99 indican que son sitios con una diversidad biológica media.
Buena.	7	Valores entre 3 y 3.4 indican que son sitios con una diversidad biológica alta.
Muy buena.	9	Valores > 3.5 indican que se trata de sitios con una diversidad biológica muy alta.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Fauna).



Para el caso del factor fauna se tiene que la mayor representación la tienen las zonas catalogadas como **Muy Buenas (Puntuación=9)**. Específicamente las áreas de buena calidad corresponden con los fragmentos de manglar y vegetación de selva baja caducifolia en estado secundario en el que se presentan mayores especies clave. Amén de que, estas zonas son más propicias de tener recursos como el agua, alimento, áreas de reproducción o refugio. En tanto que los cuerpos y cauces de agua ya sea intermitentes y/o perennes presentan la calificación de buenas (**Puntuación=7**), en la que los recursos disponibles son más limitados. La agricultura presenta una ponderación igual a **5 (Regular / Modificado)**. Finalmente, los caminos, las carreteras y las localidades presentan el menor valor en lo que se refiere a fauna lo presentan las zonas desprovistas de vegetación, en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas y carreteras de terracería en este caso particular) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por carreteras por el “efecto trampa”), niveles más altos de perturbación y estrés, junto con la pérdida de refugios, con reducción o pérdida de hábitat, por mencionar algunas consecuencias de la existencia de este tipo de vías de comunicación con respecto a la fauna del lugar.

Presencia antrópica.

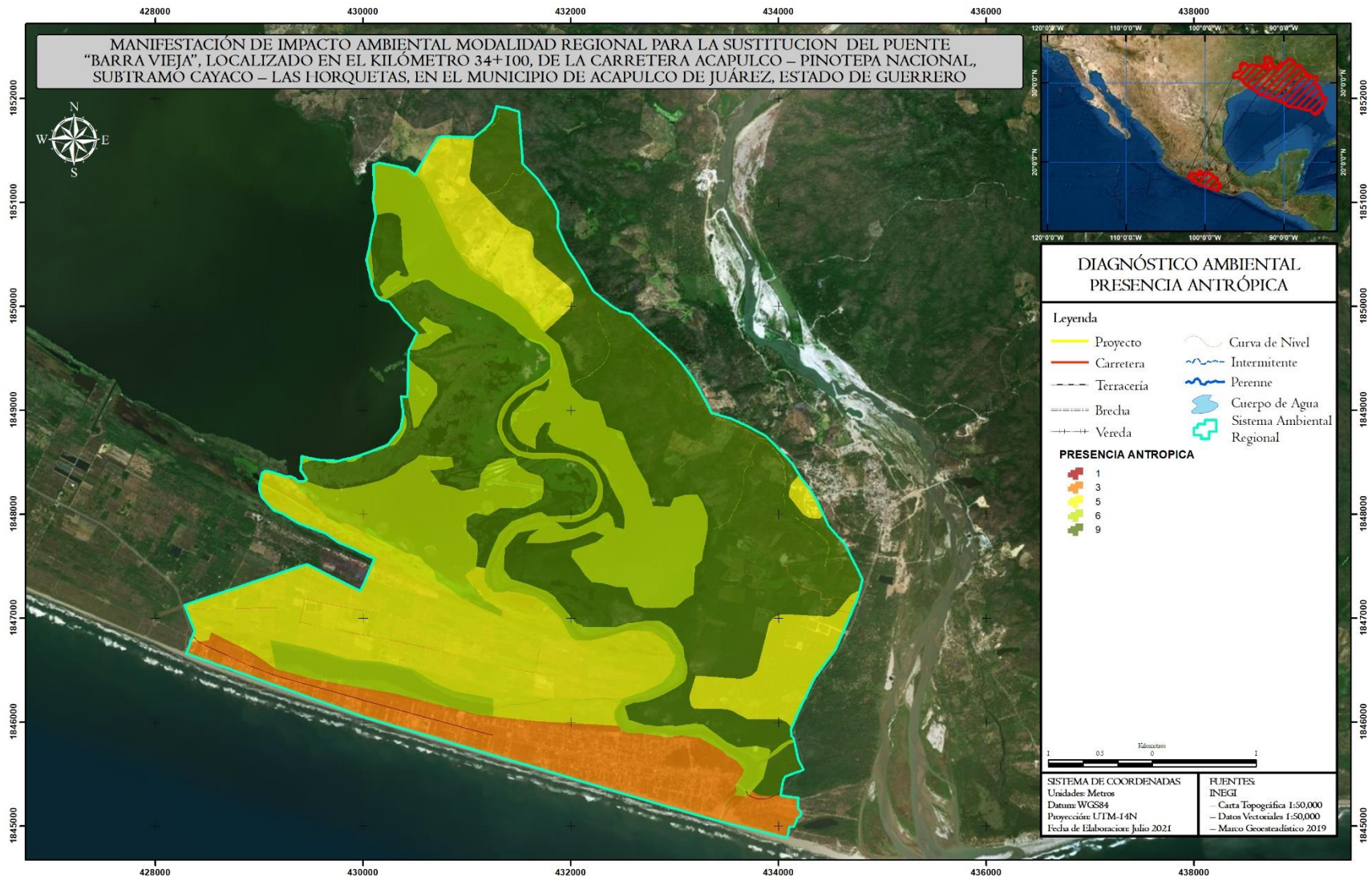
Los elementos relacionados con el medio socioeconómico considerados para la evaluación de la calidad ambiental son las vías de comunicación y asentamientos humanos; las vías de comunicación han sido consideradas por los efectos directos e indirectos que producen, como la eliminación de franjas del matorral, además que algunos tipos de vías proporcionan acceso a la colonización sobre terrenos no aptos para el desarrollo de asentamientos. Los asentamientos humanos se consideraron dentro de la calidad ambiental también en dos tipos, Localidades rurales y Localidades urbanas; las localidades urbanas son aquellas que concentran más de 2,500 habitantes; cabe señalar que su extensión territorial y la concentración de población tiene que ver de manera directa con el grado de modificación que ha sufrido el medio natural inmediato a dichas zonas.

Tabla VII. 7. Ponderación de la presencia antrópica.

RANGOS		VIALIDADES	ASENTAMIENTOS HUMANOS
ESCALA DE EVALUACIÓN	VALOR	POR TIPO DE VIALIDAD	PRESENCIA DE LOCALIDADES URBANAS Y/O RURALES
9	Sin perturbación.	Cuando no existen vías de comunicación.	Sin presencia de asentamientos humanos.
6	Buena.	Cuando únicamente hay terracería, brechas y veredas o cuando predominan carreteras.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo rural (es decir con menos de 2500 habitantes).
3	Moderada.	Cuando predominan vías de segundo orden, brechas y veredas.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano (es decir con más de 2500 habitantes).
1	Aceptable/modificado.	Cuando predominan vías tercer orden, pavimentadas y terracerías dentro del polígono.	Con presencia de asentamientos humanos de tipo urbano y rural.

Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (Presencia Antrópica).



Fuente: Biota, 2021.

En la anterior imagen podemos atisbar que la mayor superficie del Sistema Ambiental Regional presenta una mediana calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, con carreteras pavimentadas, caminos tipo brecha y vereda, además de la agricultura. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan de toda la vegetación primaria de manglar y vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia. Para el análisis del diagnóstico ambiental se utilizó el **álgebra de mapas**. El álgebra de mapas contiene el conjunto de procedimientos que permiten analizar capas ráster y extraer información a partir de ellas, para el presente estudio se requirió a la ayuda del programa ArcGIS 10.3.1, para manejar esta información. La información contenida en las capas es susceptible de ser analizada para la obtención de otras capas referentes al mismo espacio geográfico, pero que contengan distinta información derivada de aquella. El álgebra de mapas es el conjunto de procedimientos y métodos que permiten llevar a cabo dicho análisis y extraer nuevos valores a partir de los contenidos en una o varias capas. Se entiende por **álgebra de mapas** el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos. Aunque nada impide que este proceso se lleve a cabo sobre capas vectoriales, se entiende que el álgebra de mapas hace referencia al análisis desarrollado sobre capas ráster, pues estas, por su estructura regular y sus características inherentes, son mucho más adecuadas para plantear los algoritmos y formulaciones correspondientes. Los procedimientos que se aplican sobre información geográfica en formato vectorial son por regla general clasificados dentro de otros bloques de conocimiento, como es por ejemplo el caso de las operaciones geométricas sobre datos vectoriales. Mediante este método, primero se evaluó cada factor individualmente, una vez realizado esto, se procedió a generar información de tipo ráster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un ráster único, para finalmente crear un shape con la información requerida. Al final se obtuvieron los siguientes resultados: rangos que oscilan entre los 7 y los 63 puntos, en los que, se clasificó de acuerdo con los menores valores posibles a obtener y los mayores, es decir el valor menor posible de obtener de acuerdo con las ponderaciones de cada atributo son 7, la menor puntuación y 63 la mayor puntuación. Ahora bien, rangos que oscilan entre 7 y 17 señalan una muy mala calidad ambiental, valores entre los 18 y los 29 son considerados de mala calidad ambiental, en tanto que valores que oscilan entre los 30 y los 41 indican una calidad ambiental regular, valores que van de los 42 a los 53 puntos señalan una buena calidad ambiental, mientras que los valores que van de 54 a 63 indican una excelente calidad ambiental. Los posibles valores por obtener se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII. 8. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

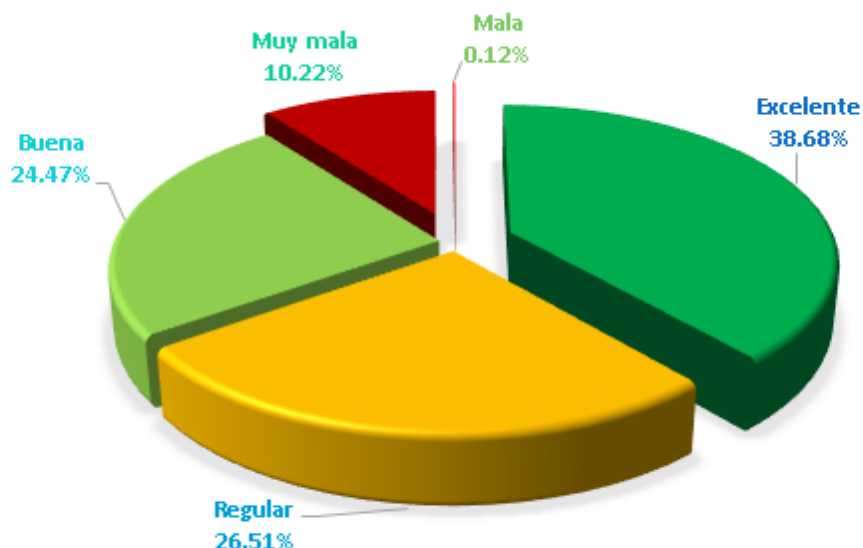
Fuente: Biota, 2021.

Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
7-17	Muy mala	234.52	10.22%
18-29	Mala	2.74	0.12%
30-41	Regular	608.16	26.51%
42-53	Buena	561.22	24.7%
54-63	Excelente	887.31	38.68%
TOTAL		737.02	100.00%

Fuente: Biota, 2021.

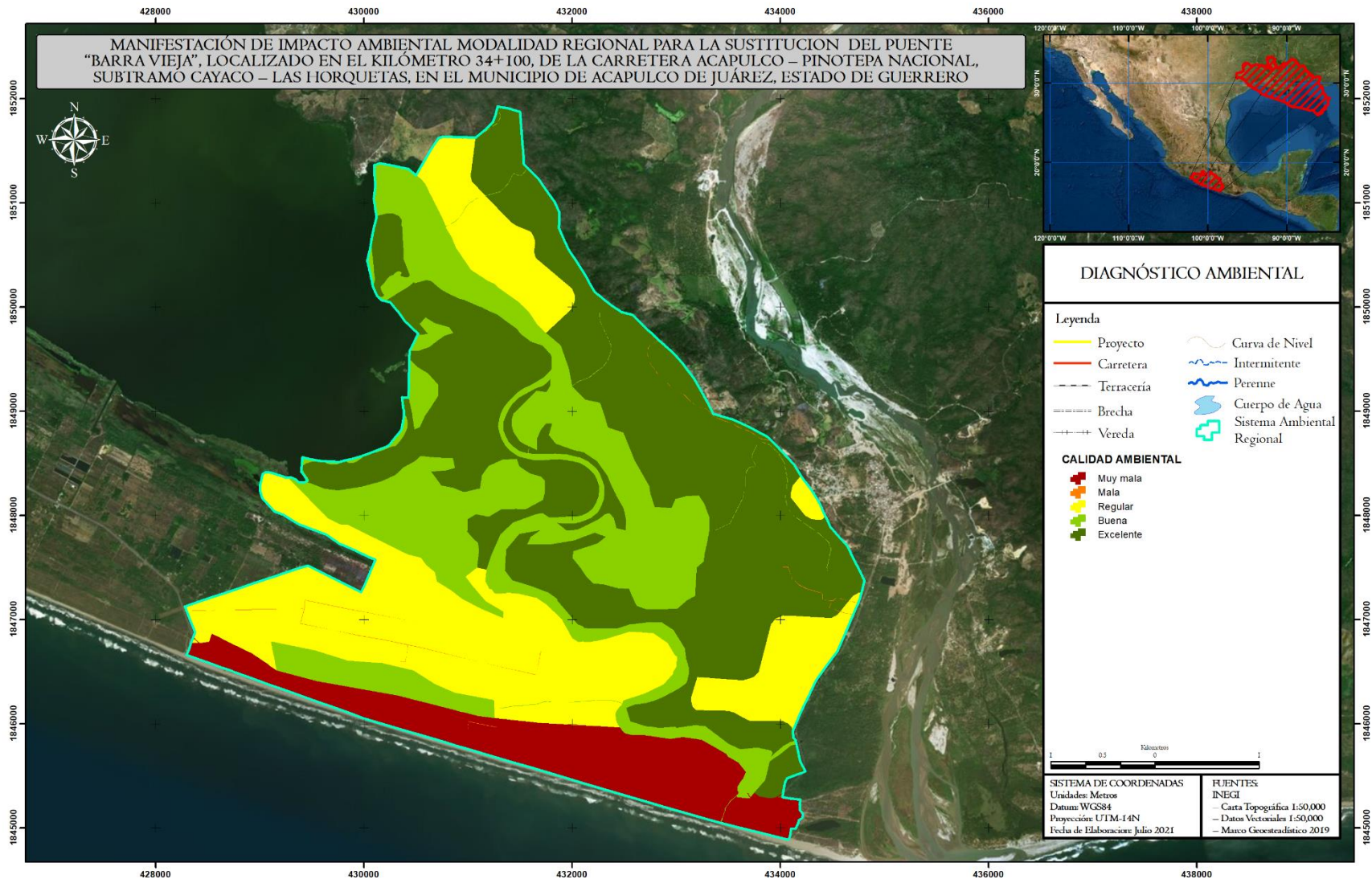
Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.



Fuente: Biota, 2021.

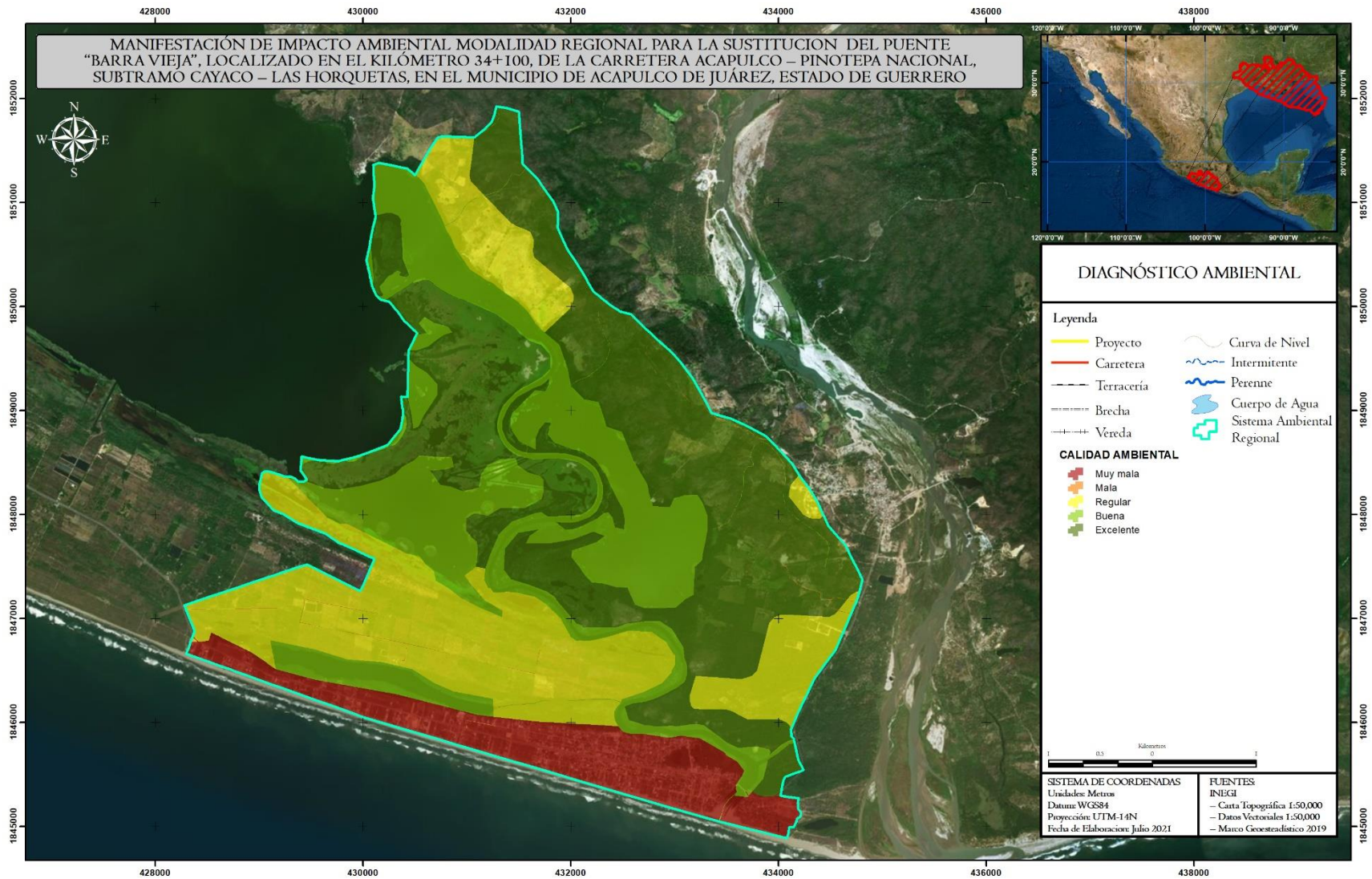
La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **excelente**, esto es, con el **38.68%**, que es equivalente a 887.31 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda la vegetación primaria de manglar y vegetación secundaria de selva baja caducifolia, en orden de importancia le sigue la calidad ambiental registrada como **regular** con el **26.51%** que equivalen a 608.16 hectáreas, estas zonas coinciden con las zonas agrícolas del Sistema. La calidad ambiental designada como **buena** ocupa un **24.47%** del SAR, es decir 561.22 hectáreas que coinciden los cuerpos de agua,. La **muy mala** calidad ambiental abarca solamente el **10.22%** del total del Sistema, esto es igual a 234.52 hectáreas que coinciden con las carreteras pavimentadas y de terracería, junto con las localidades antes mencionadas. Finalmente, la calidad ambiental designada como mala ocupa un 0.12% equivalentes a 2.74 hectáreas , en las que se encuentran los caminos tipo brecha y vereda. Los datos anteriores señalan que el SAR presenta un apreciable grado de deterioro en la zona con áreas que muestran gran resiliencia en el caso de la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y el manglar, con zonas agrícolas y urbanas, con gran actividad antropogénica ocasionada principalmente por la zona turística del Puerto de Acapulco. Recordemos que el presente proyecto se trata de la sustitución del actual puente de Barra Vieja, dado que presenta fallas estructurales y con ello evitar un accidente por la caída de la estructura del puente, además para retirar el puente existente se utilizará el procedimiento de demolición controlado mediante el uso de corte hilo diamantado; el cual es una herramienta limpia y respetuosa del medio ambiente, porque el polvo y el ruido generado por este tipo de método de demolición controlado, es claramente inferior a aquel producido por otras técnicas de corte.

Imagen VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental del Trazo del Proyecto con transparencia al 40%.



Fuente: Biota, 2021.

El SAR del proyecto tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas de las infraestructuras de transporte, aprovechamiento turístico, agrícola, ganadería, trayendo por consiguiente el crecimiento urbano de diferentes localidades de tamaño pequeño y mediano, ubicadas a lo largo del trayecto del proyecto y dentro del SAR, que dispara una demanda de servicios y actividades diversas como el comercio, transporte, educativas, turísticas, movimiento de materias primas y productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales. En ese sentido los efectos del proyecto sobre los factores climáticos son bajos, ya que la calidad del aire y las características climáticas de la región, están definidas por la influencia de los factores meteorológicos regionales. El componente Geología es un elemento relevante para la incorporación del proyecto, dado que todo el tramo del proyecto será re-construido completamente en donde se pretende realizar ampliación del cuerpo existente de la carretera para tener una mejor incorporación al Puente a restituir, teniendo la necesidad de realizar nivelación, excavación y colocación de las terracerías, entre otras actividades. En el caso del suelo, cabe mencionar que en la zona se eliminará durante el despalme y las excavaciones, pudiendo conservarse para su incorporación en alguna zona cercana. Con relación al componente hidrológico, existe el cuerpo de agua conocido como Laguna Tres Palos de carácter permanente, junto con otros cauces que se encuentran fuera del Sistema Ambiental Regional de condición intermitente. Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del trayecto del Puente y en sus accesos ya existente y sobre todo por las actividades antropogénicas que en este caso destacan la vía de comunicación, amén de distintos comercios, principalmente el servicio de alimentos, sustituyendo totalmente en algunos tramos la vegetación original de manglar y selva. Como un resultado directo, la fauna terrestre original, ha disminuido sus poblaciones, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la avifauna y herpetofauna, que tiene una forma amplia de desplazamiento y a la fauna nociva, adaptada a las condiciones extremas de deterioro. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto. El diagnóstico ambiental regional del trazo del Proyecto, muestra una modificación importante de los componentes del SAR, como son la geomorfología, el suelo, la vegetación y la fauna, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición de Degradación Progresiva en sitios de moderada fragilidad, definida como aquellos sistemas perturbados, frágiles y sujetos a presiones naturales y culturales, que favorecen el desarrollo de paisajes que tienden hacia un empobrecimiento e inestabilidad. Las actividades humanas presentes aceleran la perturbación física, química y biológica, con la creciente pérdida de la calidad edáfica y desaparición de comunidades vegetales, incremento de su inestabilidad y una mayor degradación. El paisaje presenta una degradación regresiva por causas antrópicas, al ser áreas periurbanas y agrícolas, fuertemente presionadas y perturbadas.

De acuerdo a los criterios de los Niveles de degradación ecológica de los paisajes, según Mateo y Ortiz (2001), la zona del proyecto se establece que, la unidad paisajística del Sistema Ambiental Regional con mayor acogida y con mayor presencia del proyecto, se trata de zonas urbanas con algunos relictos de vegetación en estado secundario, apta en principio para la promoción de actividades que requieran calidad paisajística o causen impactos de baja ponderación en el paisaje, como es el caso del presente proyecto, ya que éste se encuentra en un camino con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el proyecto se puede calificar como compatible, ya que es importante recordar que consiste en la sustitución de un puente ya existente, esto al presentar una moderada-alta capacidad de acogida ecológica. En los lomeríos moderados se presentan características contrastantes para las subunidades. En las laderas bajas y planicies se observa un nivel de deterioro alto, solamente en algunos manchones prevalece de vegetación, es decir presentan algún grado de impacto, aunque las perturbaciones antrópicas son relativamente bajas el deterioro es progresivo, destacando que en ambos paisajes la capacidad de resiliencia del SAR es baja, a pesar de disminución o culminación de las actividades antrópicas, el sistema ambiental tiene muchos factores adversos para poder regresar a sus condiciones

iniciales, lo cual hace que este tipo de paisaje tienda hacia el de degradación en sus diferentes niveles, hasta alcanzar los niveles de una valoración ecosistémica deteriorada y progresiva. La ladera baja de los lomeríos bajos y las planicies, en la actualidad, son las unidades paisajísticas que presentan el mayor deterioro, ya que frecuentemente son utilizadas para actividades turísticas, de pesca y agropecuarias. En el lomerío bajo y la planicie, la valoración estética es común, con una valoración ecosistémica conservada y progresiva, sin embargo, la vegetación remanente es afectada por el avance de las actividades agropecuarias de la región. En el lomerío bajo y la planicie la valoración estética es común, con una valoración ecosistémica deteriorada y progresiva, aunado a un suelo somero, reduce considerablemente la posibilidad de regresar a las condiciones iniciales, lo cual hace que, en estas unidades de paisaje, se presente constante perturbación y degradación. En las planicies con sitios agropecuarios la valoración estética es común, su valoración ecosistémica es deteriorada y progresiva, debido al constante aprovechamiento agrícola y pecuario, que anula completamente la resiliencia del sistema. Se observa que, en estas subunidades de paisaje, el deterioro de los factores ambientales es alto, debido a la fragmentación y desaparición de la vegetación natural, mostrando una degradación continua del Sistema Ambiental Regional. Así mismo existen zona rurales y urbanas que muestran una valoración ecosistémica deteriorada y progresiva, en virtud del crecimiento rural sobre la planicie agropecuaria donde se encuentra el proyecto. El cuadro siguiente muestra los atributos ambientales considerados y los valores iniciales de la calidad ambiental del sistema para el año 2025, contemplando una situación y evolución prospectiva, anotando las tendencias regionales de los atributos del SAR:

Tabla VII. 10. Calidad Ambiental de los atributos utilizados en la modelación KSIM.

VARIABLE	CALIDAD AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
Geomorfología	0.4	En la trayectoria para la Construcción, existe una uniformidad en la geomorfología, es decir lomerío y llanura. Las afectaciones a la geomorfología por la sustitución del puente Barra Vieja serán puntuales. Dentro del SAR existen topofomas que alcanzan alturas máximas de 20 metros, específicamente se presentan alturas que van de los 0 msnm a los 20 msnm.
Hidrología	0.7	La Hidrología en la región en una variable ambiental muy importante dado que existen cuerpos de agua intermitentes y perennes. Sin embargo, el puente solamente atraviesa por la Laguna Tres Palos.
Suelo	0.4	En el proyecto se identifican diferentes tipos de suelos siendo los leptosoles y los regosoles, los suelos que presentan una sensibilidad general alta. Los regosoles son suelos muy jóvenes, generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena acarreadas por el agua; de ahí que se encuentren sobre todo al pie de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden de la montaña cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos en el país se localizan cercanas a la Sierra Madre Occidental y del Sur. Los Regosoles distrícos son suelos arenosos con un 20% de arcilla, 18% de limo y 62% de arena, con estructura de bloques subangulares con un pH de 5 y profundidad de 55 centímetros. Los leptosoles se caracterizan por su escasa profundidad (menor a 25 cm). Una proporción importante de estos suelos se clasifica como leptosoles líticos, con una profundidad de 10 centímetros o menos. Otro componente destacado de este grupo es el leptosol réndzico, que se desarrollan sobre rocas calizas y son muy ricos en materia orgánica. En algunos casos son excelentes para la producción agrícola, pero en otros pueden resultar muy poco útiles por dos razones: su escasa profundidad los vuelve muy áridos y el calcio que contienen puede llegar a inmovilizar los nutrientes minerales.
Vegetación	0.5	Los principales tipos de vegetación dentro del SAR, con base en el trabajo de campo y como antecedente de la carta del INEGI se tienen diferentes tipos de vegetación. De la superficie total del SAR (2293.95 ha), solo se afectará por el proyecto 0.41 ha, que representan el 0.01% de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.99 % del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto, destacando que la movilidad de la sociedad y la economía es la que incluirá en ese espacio territorial. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 0.41 ha, cabe señalar que el área de afectación corresponde a un Uso de Suelo y vegetación en un 100% de Urbano Construido.
Fauna	0.5	La presencia humana causada por los caminos existentes, las localidades urbanas y rurales, ha provocado una disminución de las poblaciones faunísticas dentro del SAR del proyecto, debido a la actividad turística, agrícola y ganadera, así como la presencia de localidades dentro del SAR del proyecto lo que induce la migración de la fauna hacia las partes de menor acceso para el ser humano. La fauna silvestre de interés se encuentra fuera de la influencia humana.
Hábitat	0.4	La inclusión del proyecto no producirá cambios significativos en la estructura actual del hábitat, no se prevé fragmentación significativa (ya que se presenta actualmente una alta división del paisaje) o desaparición del hábitat, las condiciones se mantendrán como se encuentran actualmente. El cual presenta modificaciones con respecto al original, principalmente provocada por la agricultura en la zona.
Economía	0.4	El movimiento comercial de productos de carga y pasajeros es evidente en el SAR que se acentúa en los fines de semana y periodos vacacionales, integrándose a la dinámica económica y comercial regional, la

cual está basada en la agricultura, de servicios y en menor grado de turismo y pesca. Se tiene contemplado que el proyecto dinamizará la economía regional de la región.

Fuente: Biota, 2021.

Como ya se ha hecho referencia, la tendencia del SAR, es hacia un lento y continuo proceso de degradación progresiva, con una actividad turística, aunado a la agricultura de temporal y ganadería extensiva, disminución paulatina de la cobertura vegetal, desplazamiento de la fauna y una paulatina integración urbanística en las principales localidades del municipio de Acapulco de Juárez. En suma, la calidad de vida de la población en la zona de estudio y de influencia carece de acciones concretas o tendencias naturales o antropogénicas, que intenten revertir o detener el proceso de degradación que se expresa sobre sus componentes. Asimismo, al tratarse de una carretera de importancia en la Región, el tráfico es constante lo que ha provocado desde hace años el desplazamiento de fauna; al tener zonas de mayor acceso, las actividades de venta de productos, pero principalmente de alimentos son comunes en los márgenes de la vía. Considerando la tendencia analizada del SAR y sobre la modelación realizada, se discuten las posibles tendencias futuras a partir de tres momentos, a corto plazo (5 años), mediano plazo (15 años) y largo plazo (30 años), que permite establecer rasgos distintivos y de particular interés ambiental, social y económico. A partir del modelo predictivo del KSIM, con la tendencia de la calidad ambiental de siete factores analizados del SAR, se observa una proyección hacia la paulatina disminución de la calidad ambiental de la zona, ya que la actual carretera tiene la necesidad de realizar esta sustitución del puente por motivos de seguridad de la vialidad, es por ello que con la sustitución será una obra que traiga beneficios en el tema de movilidad, seguridad y mejora de la economía pero tendrá consecuencias a los factores bióticos y abióticos que se analizarán. En las siguientes tablas y gráficas muestran las tendencias futuras del SAR a través de la modelación efectuada.

Tabla VII. 11. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la inclusión de ningún tipo de proyecto.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2021	AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA					
		2026		2036		2051	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.396	0.004	0.390	0.005	0.385	0.005
Hidrología	0.7	0.670	0.030	0.658	0.012	0.648	0.011
Suelo	0.4	0.389	0.011	0.386	0.002	0.378	0.008
Vegetación	0.5	0.493	0.007	0.483	0.010	0.477	0.006
Fauna	0.5	0.489	0.011	0.477	0.013	0.471	0.006
Hábitat	0.4	0.390	0.010	0.375	0.014	0.374	0.001
Economía	0.4	0.416	-0.016	0.439	-0.023	0.443	-0.004

Fuente: Biota, 2021.

Tabla VII. 12. Modificación de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental Regional, a corto, mediano y largo plazo, sin la integración de ningún tipo de Proyecto.

COMPONENTE AMBIENTAL	COMPORTAMIENTO DE LA CALIDAD AMBIENTAL (%)		
	2026	2036	2051
	Geomorfología	-1.12	-1.26
Hidrología	-4.25	-1.83	-1.60
Suelo	-2.80	-0.62	-2.07
Vegetación	-1.40	-2.03	-1.24
Fauna	-2.17	-2.56	-1.22
Hábitat	-2.60	-3.70	-0.21
Economía	4.00	5.53	0.91

Fuente: Biota, 2021.

En este documento se utilizará el término de Brecha Ambiental, que refleja la diferencia y comportamiento de cada factor ambiental a lo largo del tiempo, matemáticamente es la separación cuantitativa de la calidad de los factores respecto a su línea base, sobre del cual se hace el análisis ciclo por ciclo. El SAR del Proyecto, está particularmente determinado por un conjunto de presiones antropogénicas sobre los recursos, destacando la actividad turística, pesca, la agricultura de temporal y la ganadería como actividad económica importante. Debido a estas presiones y manejo inadecuado de los recursos, asociados a la alta conversión del uso del suelo, se asignan valores medios a bajos de calidad ambiental de los atributos valorados, asociado al hecho de que el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La geomorfología de la región se trata de un lomerío bajos con planicies. El Sistema Ambiental Regional del Proyecto está particularmente definido por un proceso de deterioro sobre los atributos geomorfológicos, hídricos, edáficos y bióticos, bajo presiones antropogénicas, destacando la demanda de agua para la población humana, generación de aguas residuales, demanda de agua para la agricultura, presión de la vegetación natural destinada para el pastoreo de ganado, sobre todo en las laderas bajas de los lomeríos, lo cual ocasiona la migración de la fauna silvestre, permitiendo el predominio de la fauna común en la cercanía de los núcleos urbanos. Debido a estas diversas presiones, se asignan medios y bajos valores de calidad ambiental de los atributos evaluados, de donde el SAR tiende hacia una progresiva degradación. La geomorfología de la Región con elevaciones bajas y una planicie prácticamente en toda la trayectoria del puente a sustituir y del SAR, presentando planicies muy erosionadas, con serias afectaciones dedicadas a la ganadería y agricultura principalmente. La modelación realizada sin proyecto muestra una brecha ambiental para la geomorfología de 4 milésimas en el lapso de cinco años que se incrementa a 5 milésimas en 15 años y finalmente se mantiene en 5 milésimas, contemplando una mayor presión sobre las laderas bajas y la planicie, alcanzando una pérdida de calidad ambiental del 1.12, 1.26 y 1.28% en los tiempos analizados. En el SAR del Proyecto, se presenta en la actualidad la modificación de los atributos de la hidrología en calidad y cantidad, donde la hidrología tiene una presión para el abastecimiento de agua para pesca, riego agrícola, pecuario y de servicios para los núcleos poblaciones del SAR, que generan aguas residuales y sin ningún tratamiento son vertidos a cuerpos de agua. La época de lluvias también produce una mejoría temporal de la calidad del agua, con un carácter temporal limitado y que produce la erosión de las planicies ya deterioradas y sin control. En relación a la modelación de la hidrología del SAR, se observa que la calidad ambiental actual, muestra un descenso en 30 milésimas en el primer lapso de cinco años y posteriormente su brecha ambiental se reduce en el año 2036 en 12 milésimas, y finalmente se reduce en 11 milésimas en el año 2051, mostrando una oscilación, pero siempre una tendencia hacia el deterioro; pierde como máximo el 4.25% de su calidad ambiental y posteriormente oscila entre 1.83 y 1.60%. El suelo del SAR, presenta una baja calidad ambiental, cuya tendencia es hacia una continua degradación, prácticamente han desaparecido los suelos originales de laderas bajas y planicies ante el establecimiento de zonas urbanas, agrícolas, ganaderas, asentamientos humanos y de servicios; no existe la posibilidad de revertir el deterioro ejercido sobre los recursos edáficos y por el contrario, se tiene una presión sobre terrenos, donde prevalecen los suelos someros y pedregosos y sobre las planicies. Destacando que, la ganadería es el principal uso de la tierra del Sistema Ambiental Regional, con un poco más del 25% dedicado a la agricultura, 20% con vegetación secundaria de selva y alrededor del 20% con vegetación de manglar, 25% corresponde al cuerpo de agua, mientras un poco más del 10% se trata de zonas urbanas construidas con fines turísticos. En este sentido, la modelación realizada al atributo suelo le otorga un valor de calidad ambiental que posteriormente, en los tiempos subsecuentes, se vaya obteniendo una brecha ambiental para el año 2026 de 11 milésimas, a 2 milésimas en el 2036 y finalmente incrementarse ligeramente para el año 2051 a 8 milésimas, con una clara tendencia hacia la pérdida del suelo. Se pierde en cada modelación el 2.8, 0.62 y 2.07% de calidad ambiental. En el SAR se observa un progresivo deterioro sobre los factores de la vegetación, con una disminución y apertura de la vegetación en los lomeríos bajos y sobre todo desaparición en la planicie agropecuaria y modificación de la composición en las planicies erosionadas. Sus valores de calidad ambiental para la vegetación inicial son moderados y se puede pronosticar que la partes bajas y planicies habrán de perderse paulatinamente, donde la modelación muestra una brecha ambiental de 7 milésimas para el año 2026, que disminuye a 14 milésimas en el 2031 y finalmente desciende en el año 2051 a 3 milésimas, con una clara tendencia a estabilizar la vegetación, principalmente sobre los manchones prevalecientes. Las pérdidas de la calidad ambiental se oscilan en cada ciclo

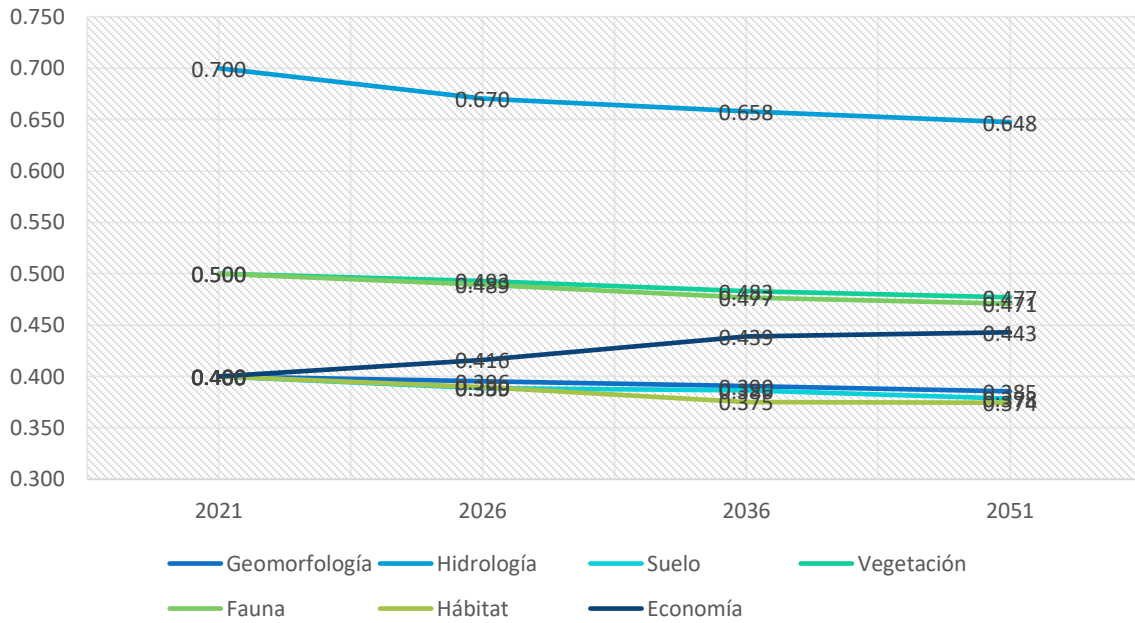
de la modelación con 1.4%, 2.03% y 1.24%, con una tendencia asintótica, principalmente en los sitios donde la presencia humana es esporádica permitiendo que la vegetación se conserve paulatinamente.

A consecuencia de la dinámica de la vegetación natural, la fauna muestra una tendencia a disminuir su presencia en las planicies, donde se ha desarrollado la urbanización, la agricultura y la ganadería, en las zonas urbanas y áreas donde se ha incorporado la infraestructura de caminos. La presencia de una matriz deteriorada de la vegetación en las laderas bajas y planicies evita la presencia segura de las comunidades faunísticas. Sus valores de calidad ambiental inicial de la fauna son moderados y tienden a perderse ligeramente, donde la modelación muestra una brecha ambiental para el año 2026 de 11 milésimas, que aumenta a 13 milésimas en el 2036 y finalmente disminuye en el año 2051 a 6 milésimas, con una clara tendencia a la estabilidad de los recursos faunísticos, debido a la imposibilidad de realizar actividades productivas en todo el SAR. Las pérdidas de la calidad ambiental se comportan de manera decreciente en cada ciclo de la modelación con 2.17%, 2.56% y 1.22%, con una tendencia hacia la estabilizar el comportamiento y mantener una buena dinámica ecológica en aquellos sitios donde la presencia humana es inaccesible o esporádica, donde las condiciones de conservación serán más permanentes y seguras. El factor Hábitat muestra una condición de baja calidad ambiental, debido a que sus componentes han sido modificados prácticamente en su totalidad, por el contrario, en algunos fragmentos del SAR, se conservan sus elementos ecosistémicos, tanto estructural como funcionalmente, dada la baja posibilidad de cambio de uso del suelo y esporádica presencia humana. La vegetación tiene baja resiliencia, ocasionada por los factores climáticos y edáficos ofrecen características limitantes para recuperar el hábitat y, por ende, los procesos ecosistémicos, por lo cual la presencia humana, inclusive considerando una mínima actuación, produce una tendencia hacia el deterioro del hábitat. Recordando también que el Sistema presenta una gran grado de división del paisaje y un muy bajo grado de coherencia, es decir la probabilidad es muy baja de que dos animales de la misma especie se encuentren. Los valores de la modelación realizada muestran una brecha ambiental para el año 2026 de 10 milésimas, que se aumenta en el año 2036 a 14 milésimas y finalmente disminuye en 2051 a 1 milésimas, con una clara tendencia a la conservación del hábitat exclusivamente en las partes altas de los lomeríos, con fuertes limitantes para la presencia humana. La pérdida de la calidad ambiental muestra una tendencia asintótica, con 2.6%, 3.7% y 2.1% en cada ciclo de la modelación. En relación a la dinámica económica de la región se registra localmente un bajo potencial económico, debido a las fuertes limitaciones para las actividades productivas, incluso con el esfuerzo de incrementar los servicios en el Municipio, de tal manera que las posibilidades de crecimiento de la economía local, es la integración a la dinámica regional, nacional e internacional, accediendo a los mercados globalizados. Es claro que este crecimiento económico tiene un beneficio estrecho, lo cual se predice a través de los valores obtenidos de la brecha ambiental, de carácter benéfico para el año 2021 de 16 milésimas, que se incrementa ligeramente a 23 milésimas en el 2036 y se disminuye con una tendencia significativa en el año 2051 a 4 milésimas, con una clara tendencia asintótica, a mediano plazo, de la dinámica económica local y regional. Se observa un mejoramiento de la calidad ambiental con una tendencia asintótica del 4.0% al inicio, con el aumento de la movilidad de materias, primas, productos y población, que se incrementa a 5.53% y finalmente disminuye a 0.91%, en los dos últimos periodos, con la tendencia clara en la estabilización asintótica. Las siguientes gráficas muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Sin Proyecto" es decir sin la ejecución de ningún proyecto, así como la "brecha ambiental", que resulta de considerar el valor inicial de la calidad ambiental y su diferencia a lo largo de los tiempos analizados.

Como mencionar que existe un conjunto de presiones sobre el Sistema Ambiental Regional, proveniente de las actividades turísticas y agropecuarias actuales, que han propiciado la existencia de procesos deteriorantes sobre los atributos del suelo, la hidrología con la contaminación de éstos causados principalmente por el probables uso de fertilizantes y/o pesticidas sin medida, mismos que contaminan el agua. Los combustibles fósiles empleados en los procesos productivos, desde la producción de alimento animal, hasta el mercadeo de productos, también emiten gases invernadero. Muchos de estos efectos indirectos son difíciles de cuantificar. En cuanto al impacto ocasionado a la fauna, hábitat, y vegetación tiene un significativo impacto por el cambio de uso de suelo y la fragmentación del

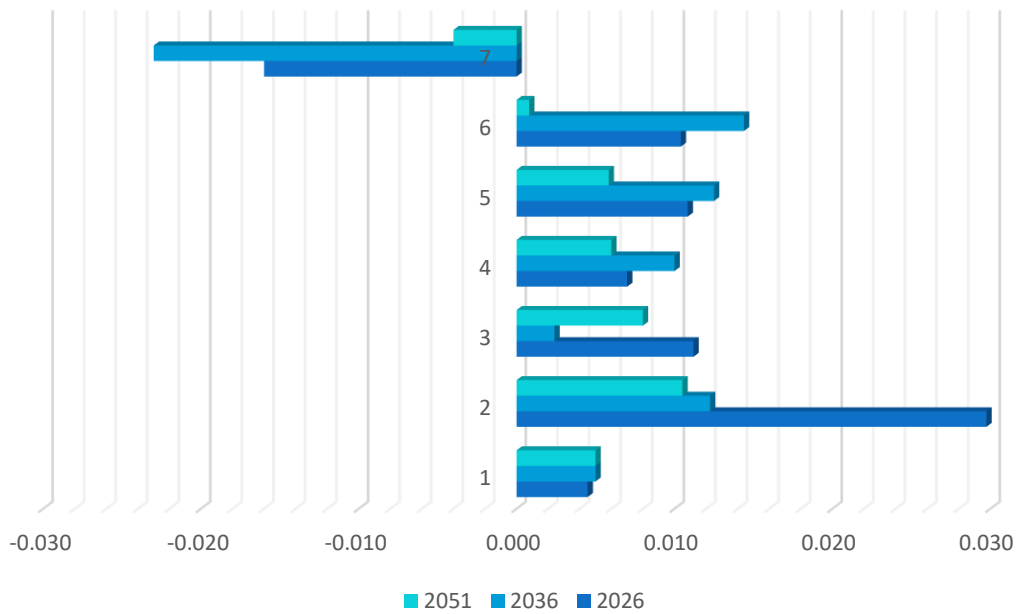
hábitat causado por las infraestructuras lineales, que, en consecuencia, los requerimientos de tierra crecen y el sector sufre una transición geográfica que involucra cambios en la intensidad del uso de la tierra y en los patrones de distribución geográfica. Esto sin mencionar el impacto de la ganadería en el cambio climático (cc) y la contaminación del aire, se reconoce que las actividades agrícolas contribuyen de manera importante al cambio climático. Es decir, los atributos iniciales del Sistema Ambiental Regional muestran una significativa reducción de su calidad ambiental “Sin Proyecto”, con una “Brecha Ambiental” que se amplía paulatinamente respecto de las condiciones actuales. Se obtiene una tendencia favorable en el ámbito económico, con un comportamiento a estabilizar sus valores, debido a que el dinamismo económico debe alcanzar su máximo y finalmente cesar el crecimiento y mantener una tendencia asintótica de las actividades económicas comunes actuales, en el ámbito agrícola, urbano, comercial y de servicios, sin la posibilidad de tener un crecimiento explosivo o una caída del dinamismo económico.

Gráfica VII. 2. Tendencia del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto al año 2051.



Fuente: Biota, 2021.

Gráfica VII. 3. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional sin la incorporación del Proyecto, al año 2051.



Geomorfología (1), Hidrología (2), Suelo (3), Vegetación (4), Fauna (5), Hábitat (6) y Economía (7)

Fuente: Biota, 2021.

VII.2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DEL IMPACTO. AFECTACIÓN SOBRE UNIDADES DE PAISAJE.

En este contexto, el paisaje se compone por unidades discretas, perceptibles y diferenciables ligadas con los usos de suelo que una sociedad da y acepta para un espacio territorial. Las unidades de paisaje, entonces, se estructuran de acuerdo a una composición de características o rasgos naturales que las hacen claramente distinguibles unas de otras, condición que permite que sean una base territorial para evaluar la oferta de recursos naturales y su manejo para efectos de planeación sectorial y espacial con límites naturales distinguibles al ojo humano. La situación conceptual considerada es una división espacial del entorno con fines de establecer una demarcación, en este caso el Sistema Ambiental Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:40,000 para la cartografía aceptada por la resolución de las imágenes y planos utilizados. Bajo el marco de referencia descrito, se aborda el impacto y riesgo ambiental utilizando un Sistema de Información Geográfica vectorial con lo cual se realiza una cartografía sobre la que se contrastan las propiedades del proyecto. Para este caso se utilizó el programa Arcgis 10.3. La aplicación de herramientas SIG a la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) potencian la comprensión del entorno y permiten la integración, modelado, análisis y la valoración de los distintos factores que, eventualmente, harán de interactuar con la obra o actividad propuesta. La utilización del SIG en la valoración del impacto ambiental permite, entre otras cosas:

- Obtener, acopiar y sistematizar la información ambiental.
- Realizar un diagnóstico ambiental documentado.
- Analizar la información ambiental en base a datos numéricos con referencia espacial y temporal lo que permite un mayor nivel de integración y procesamiento.
- Ofrece información detallada, confiable y referida geográficamente.
- Permite el planteamiento de preguntas y ofrece respuestas confiables.

En función de lo anterior se presenta a continuación una valoración de los impactos ambientales a partir del conocimiento del inventario de los elementos naturales documentados utilizando el Sistema de Información Geográfica, esto en virtud de que esta herramienta y método ofrecen una descripción de espacio basada en la cuantificación del conjunto elementos naturales que pudieran ser afectados por la obra pretendida y con ello proveer, y aplicar, las medidas de prevención, mitigación y/o compensación necesarias, pertinentes y específicas para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ESTIMADOS CON MÉTODOS ESPECÍFICOS DE LA RELACIÓN SIN PROYECTO Y CON PROYECTO.

El método que se emplea es el propuesto por Gabriel Ortiz para proyectos en una sola opción de trazo. Este método basa la valoración del impacto ambiental en dependencia de la ponderación del valor relativo dado a los tipos de vegetación, unidades ambientales o de paisaje en función de los siguientes criterios:

- Grado de cobertura.
- Estructura espacial.
- Diversidad en la etapa serial de la sucesión.
- Estado de conservación.
- Endemismos.

Según estos criterios se valora cada una de las unidades de 1 al 10. El procedimiento para extraer el índice de impacto es el siguiente:

$$C_i = \frac{\sum Su * V}{Sr} * 100$$

Dónde:

Su=es la superficie de las unidades a valorar

V= es el valor de conservación (ponderación).

Sr: superficie equivalente de las unidades de vegetación consideradas en el ámbito geográfico de referencia.

Esta superficie equivalente se extrae de la sumatoria de todas las superficies de las unidades consideradas en la región geográfica estudiada multiplicadas por su correspondiente grado de conservación. El resultado del cálculo del índice es expresado en porcentaje y para su interpretación se ha de tener en cuenta la situación **sin proyecto**, que debe ser del 100%, a esta situación sin proyecto se le resta el resultado de la estimación **con proyecto**. Si las pérdidas de superficie equivalente son superiores a un 30% o próximas a un tercio, el trazo del proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS OBRAS DEL PROYECTO MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.

El Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie total de 2,293.95 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, un 23.02% corresponde con agua que equivalen con 528.07 hectáreas. En orden de importancia le siguen la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con un 21.13% que corresponden con 484.76 hectáreas, en tercer lugar, la vegetación de manglar ocupa 432.9 hectáreas, es decir un 18.87% del SAR, en cuarto lugar, la agricultura de temporal anual y permanente abarca 424.56 hectáreas, equivalentes con el 18.51%. Mientras en quinto lugar la zona urbana construida abarca 234.90 hectáreas, es decir un 10.24% del total del Sistema Ambiental. La agricultura de temporal anual cubre 104.79 hectáreas, es decir un 4.57%. Finalmente, el uso de suelo designado como agricultura de temporal permanente ocupa 83.97 hectáreas que representan el 3.66%. En otras palabras, la vegetación natural ocupa un 44.15% del Sistema Ambiental Regional que equivalen a 1,012.83 hectáreas. No obstante, gran parte de esta vegetación ha sido eliminada o alterada principalmente por diversos factores humanos, lo cual ha traído consigo una comunidad vegetal significativamente diferente a la original y con estructura de composición florística heterogénea. Un 36.98% del Sistema Ambiental Regional se encuentra modificado completamente por agricultura de distintos tipos, y las localidades urbanas de Barra Vieja y San Andrés Playa Encantada (El Podrido). Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla VII. 13. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE	USO DE SUELO Y/O TIPO DE VEGETACIÓN	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
AH	Urbano construido	234.90	10.24%
H ₂ O	Agua	528.07	23.02%
TA	Agricultura de temporal anual	104.79	4.57%
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	424.56	18.51%
TP	Agricultura de temporal permanente	83.97	3.66%
VM	Manglar	432.89	18.87%
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	484.76	21.13%
TOTAL		2293.95	100.00%

Fuente: Biota, 2021.

Para el presente análisis se tomaron en cuenta las imágenes satelitales, los videos tomados por el dron durante la visita a campo y la misma visita para determinar distintas zonas más específicas del Sistema Ambiental Regional, entre otras, el estado actual de la zona, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, la infraestructura de transporte, localidades urbanas, cuerpos de agua, por señalar algunas. Las siguientes unidades de paisaje fueron las que se encontraron dentro del SAR, siendo la más representativa la agricultura con 608.16 hectáreas totales del

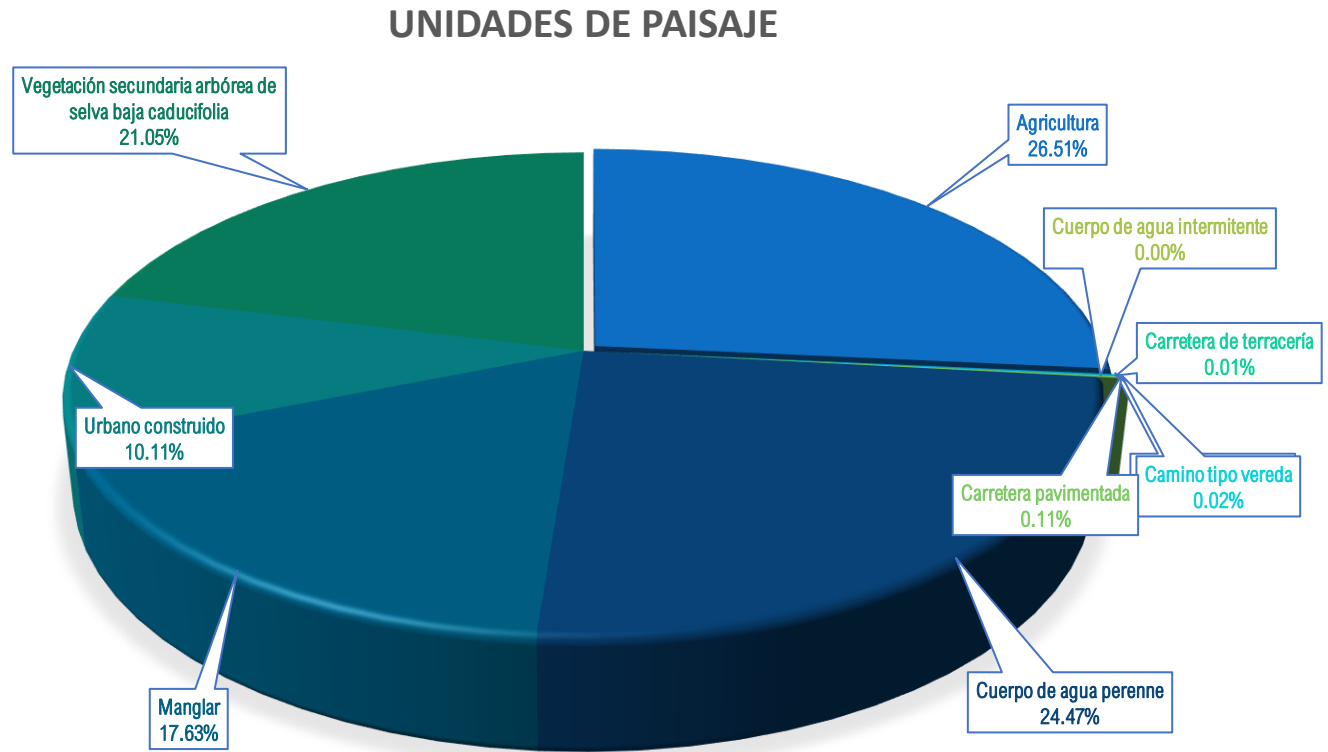
SAR, que representan el 26.51%, le sigue el cuerpo de agua perenne con 561.22 hectáreas correspondientes con el 24.47%, en tercer sitio se ubica la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia con 482.81 hectáreas que equivalen al 21.05%, en cuarto sitio el manglar ocupa 404.49 hectáreas que representan el 17.63% del SAR, por señalar las cuatro más importantes unidades de paisaje. Los datos completos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla VII. 14. Unidades del paisaje presentes en el SAR.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE %
Agricultura	608.16	26.51%
Camino tipo brecha	2.33	0.10%
Camino tipo vereda	0.41	0.02%
Carretera de terracería	0.21	0.01%
Carretera pavimentada	2.46	0.11%
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	0.000040%
Cuerpo de agua perenne	561.22	24.47%
Manglar	404.49	17.63%
Urbano construido	231.86	10.11%
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	21.05%
TOTAL	2293.95	100.00%

Fuente: Biota, 2021.

Gráfica VII. 4. Porcentaje de ocupación de las Unidades de Paisaje en el SAR.



Fuente: Biota, 2021.

Lo anterior indica que, la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia y el manglar abarca un importante 38.68% con 887.31 hectáreas, sin embargo, las actividades humanas están extendiéndose a lo largo y ancho del Sistema Ambiental Regional. A continuación, se muestra lo siguiente:

- El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
- La valoración del impacto ambiental, mediante índices de impacto.

Se presenta la cartografía general realizada, a escala 1:10,000, indicando el Sistema Ambiental Regional, con la inserción de la sustitución del puente. El mapa anterior permite conocer el espacio en el que se inserta el proyecto.

RESULTADOS.

Análisis del Coeficiente de Impacto (Ci), incluyendo las unidades de paisaje señaladas anteriormente.

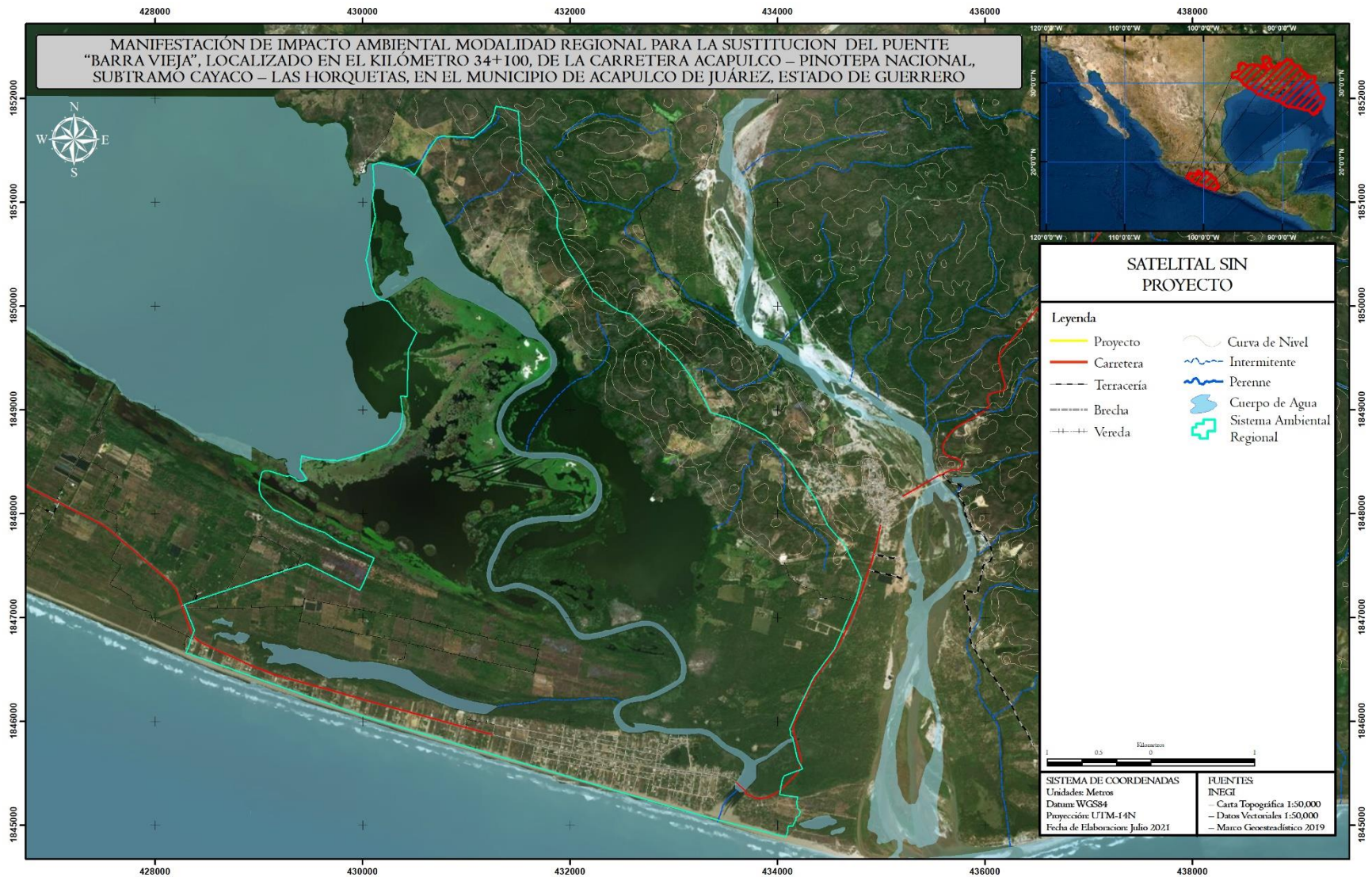
Tabla VII. 15. Análisis regional a escala 1:10,000.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	VALOR DE CONSERVACIÓN (V)	SUPERFICIE EQUIVALENTE (SE)	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO
Agricultura	608.16	5	3040.81	100
Camino tipo brecha	2.33	5	11.64	
Camino tipo vereda	0.41	5	2.04	
Carretera de terracería	0.21	5	1.03	
Carretera pavimentada	2.46	5	12.29	
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	9	0.00082	
Cuerpo de agua perenne	561.22	8	4489.77	
Manglar	404.49	9	3640.42	
Urbano construido	231.86	5	1159.29	
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	8	3862.51	
Total, en la región	2293.95			
Total, superficie equivalente			16219.80	
Ci				

Fuente: Biota, 2021.

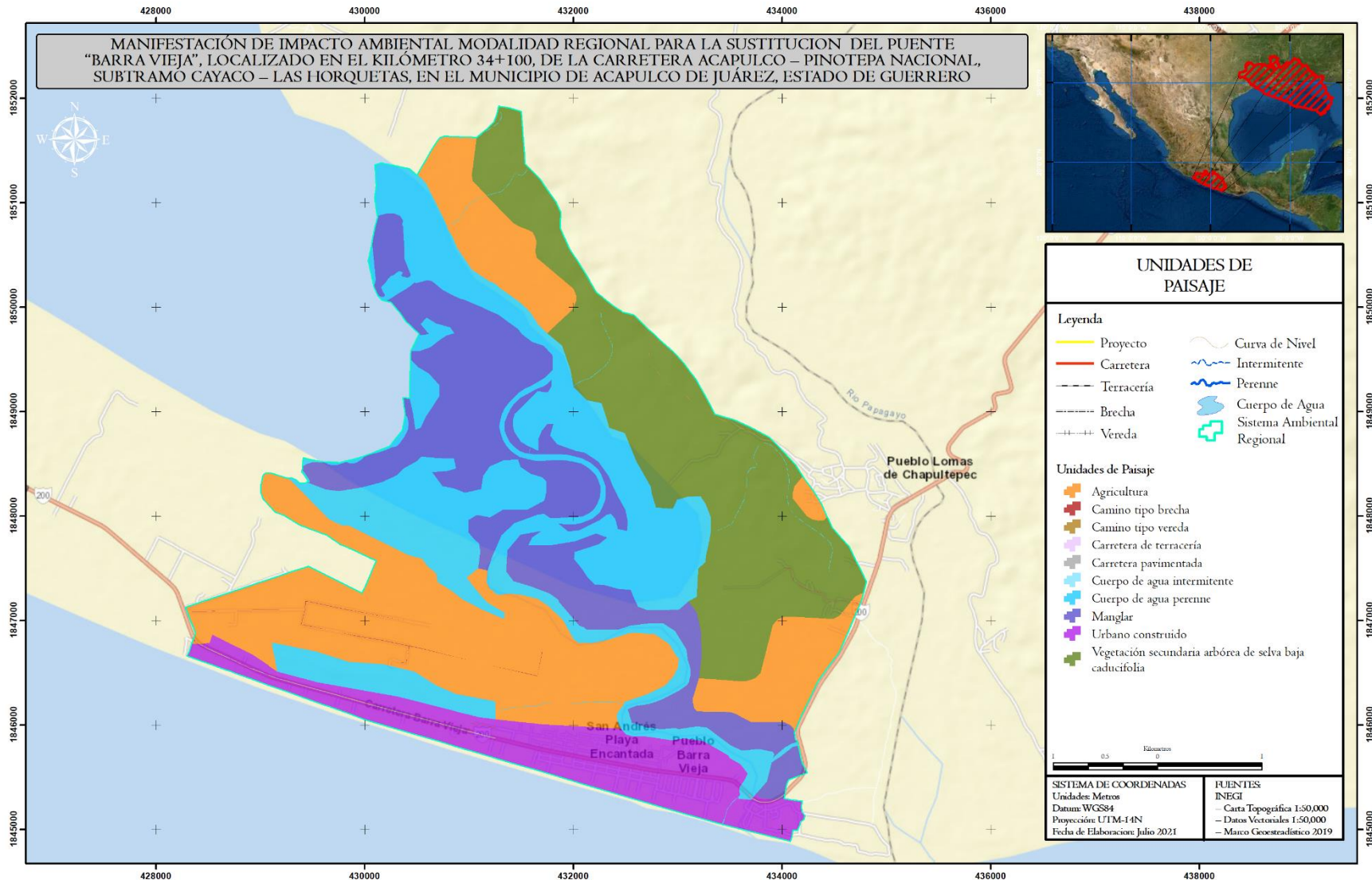
El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**

Imagen VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.



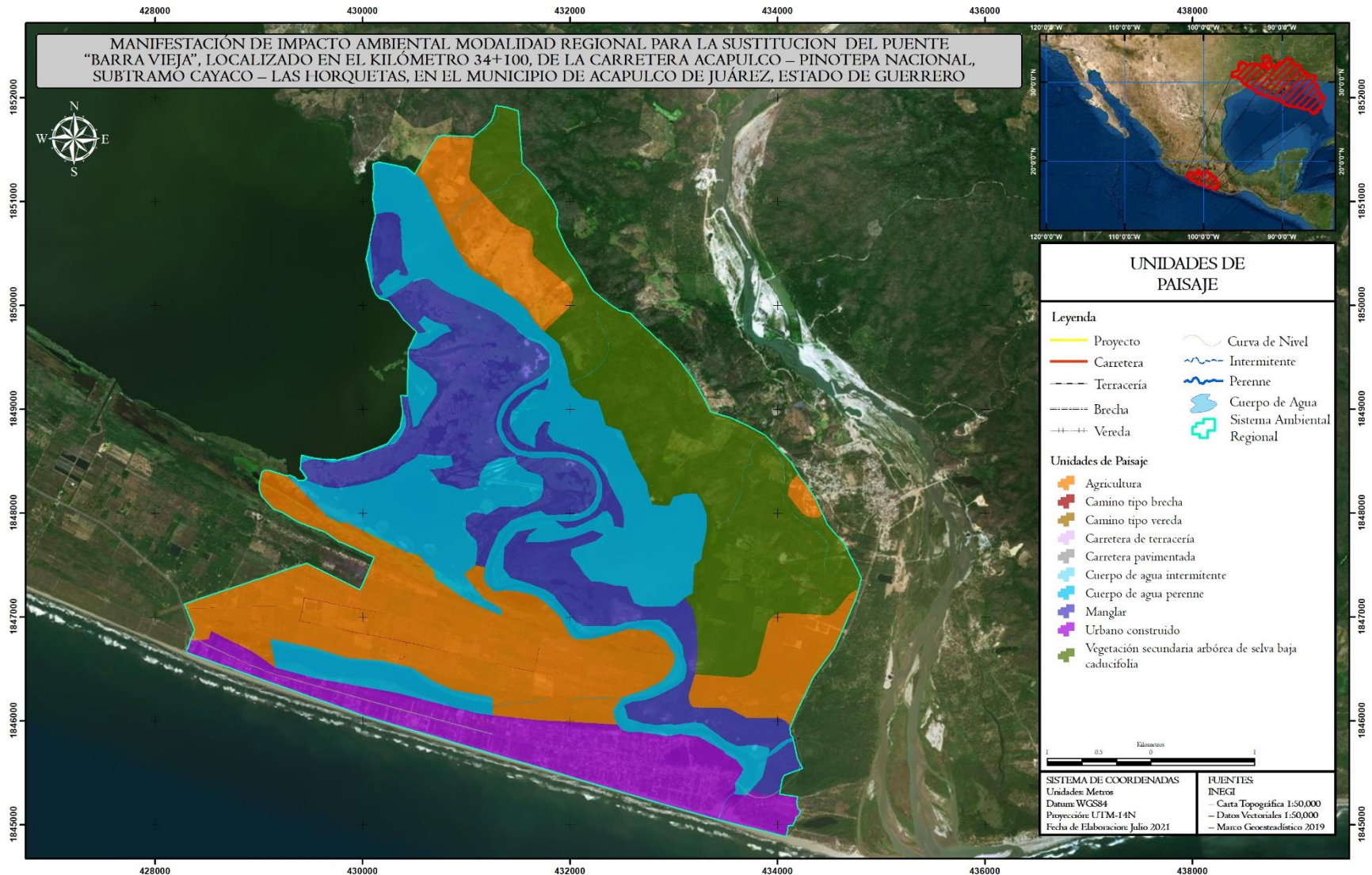
Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.



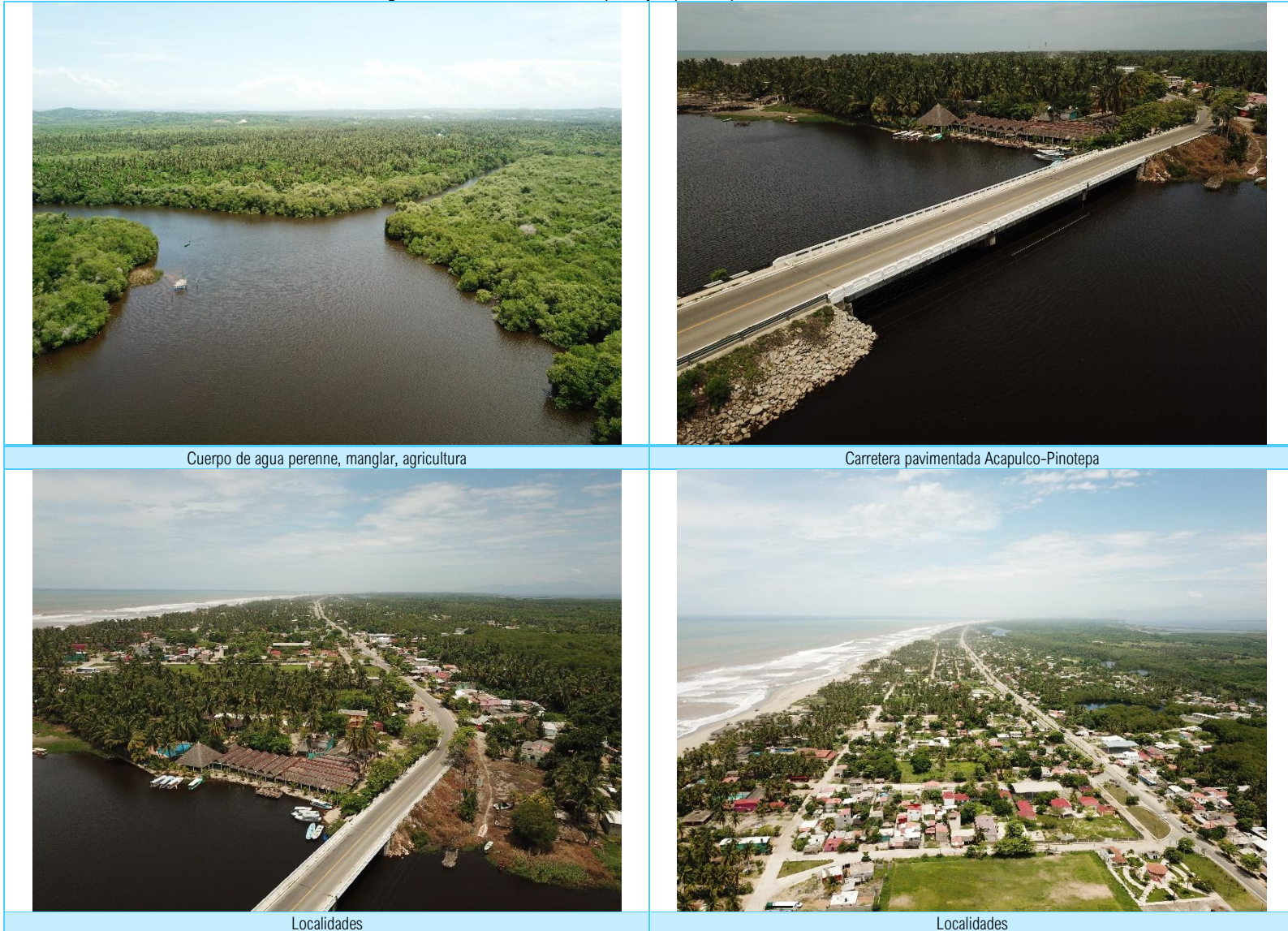
Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



Fuente: Biota, 2021.

Fotografía VII. 1. Unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR.



Cuerpo de agua perenne, manglar, agricultura

Carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa

Localidades

Localidades

	
<p>Agricultura, cuerpo de agua, manglar</p>	<p>Cuerpo de agua</p>
	
<p>Puente existente que forma parte de la carretera pavimentada Acapulco-Pinotepa</p>	<p>Cuerpos de agua perenne, selva baja caducifolia, carretera y agricultura</p>
<p>En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian las unidades de paisaje que se presentan dentro del SAR, entre los que destacan el cuerpo de agua, las zonas agrícolas, junto con la vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia, también las carreteras pavimentadas y las localidades, por mencionar algunos.</p>	

A continuación, se realizará el análisis una vez ingresados las actividades del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que el proyecto se trata de la sustitución del puente Barra Vieja existente, con la finalidad de evitar accidentes, dado que su estructura se encuentra dañada. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

Tabla VII. 16. Afectación Total a las unidades de paisaje.

UNIDADES DE PAISAJE	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
Urbano construido	0.4086	100.00%
TOTAL	0.4086	100.00%

Fuente: Biota, 2021.

El uso urbano construido es la unidad de paisaje con mayor afectación por el ingreso del trazo del proyecto- con 0.4086 hectáreas, equivalen al 0.017% de la superficie total en la región. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla VII. 17. Ponderación regional a escala 1:10,00 una vez ingresado el proyecto.

UNIDADES AMBIENTALES	SUPERFICIE HA (SU)	SUPERFICIE ELIMINADA	SUPERFICIE REMANENTE	VALOR DE CONSERVACIÓN	SUPERFICIE EQUIVALENTE	ÍNDICE DE IMPACTO CON PROYECTO
Agricultura	608.16	0.000	608.16	5	3040.8	99.98%
Camino tipo brecha	2.33	0.000	2.33	5	11.65	
Camino tipo vereda	0.41	0.000	0.41	5	2.05	
Carretera de terracería	0.21	0.000	0.21	5	1.05	
Carretera pavimentada	2.46	0.000	2.46	5	12.3	
Cuerpo de agua intermitente	0.000091	0.000	0.000091	9	0.000819	
Cuerpo de agua perenne	561.22	0.000	561.22	8	4489.76	
Manglar	404.49	0.000	404.49	9	3640.41	
Urbano construido	231.86	0.4086	231.4514	5	1155.583	
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	482.81	0.000	482.81	8	3862.48	
Total, en la Región	2293.95	0.099	2293.54			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					16216.08	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					16219.80	
Ci						

Fuente: Biota, 2021.

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta por el proyecto de **MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: SUSTITUCIÓN DEL PUENTE EXISTENTE “BARRA VIEJA”, KM 34+100 DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, TRAMO CAYACO - LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO.**

Tabla VII. 18. Diferencia de coeficientes de impacto (pérdida de superficie equivalente).

ÍNDICE DE IMPACTO (CI) SIN PROYECTO	ÍNDICE DE IMPACTO (CI) CON PROYECTO	DIFERENCIA ENTRE SITUACIÓN CON Y SIN PROYECTO	DIAGNÓSTICO
100.00%	99.98%	0.02%	Compatible

Fuente: Biota, 2021.

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **0.02%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como **COMPATIBLE**.

Imagen VII. 13. Condiciones actuales del Sistema Ambiental Regional.

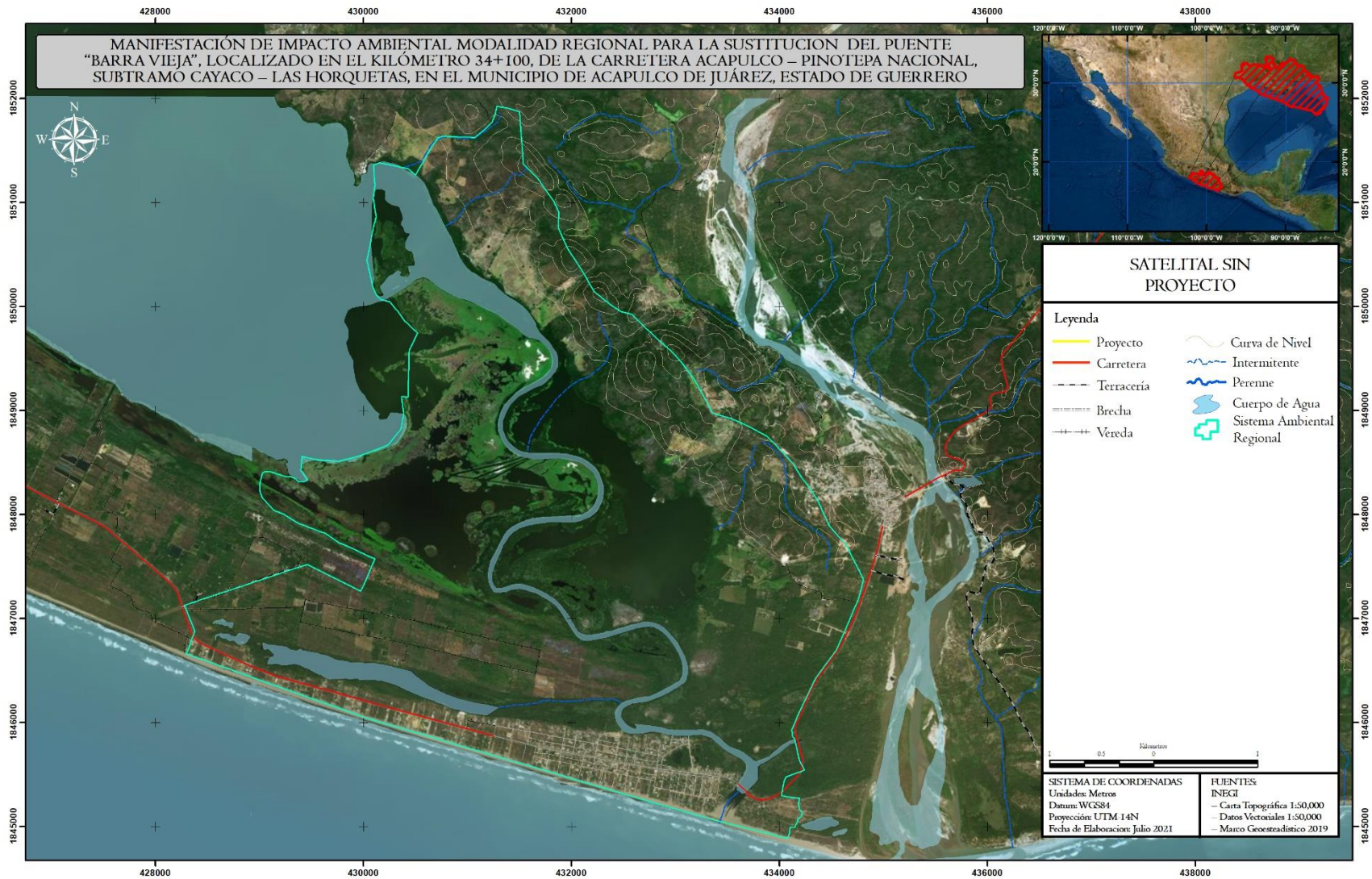
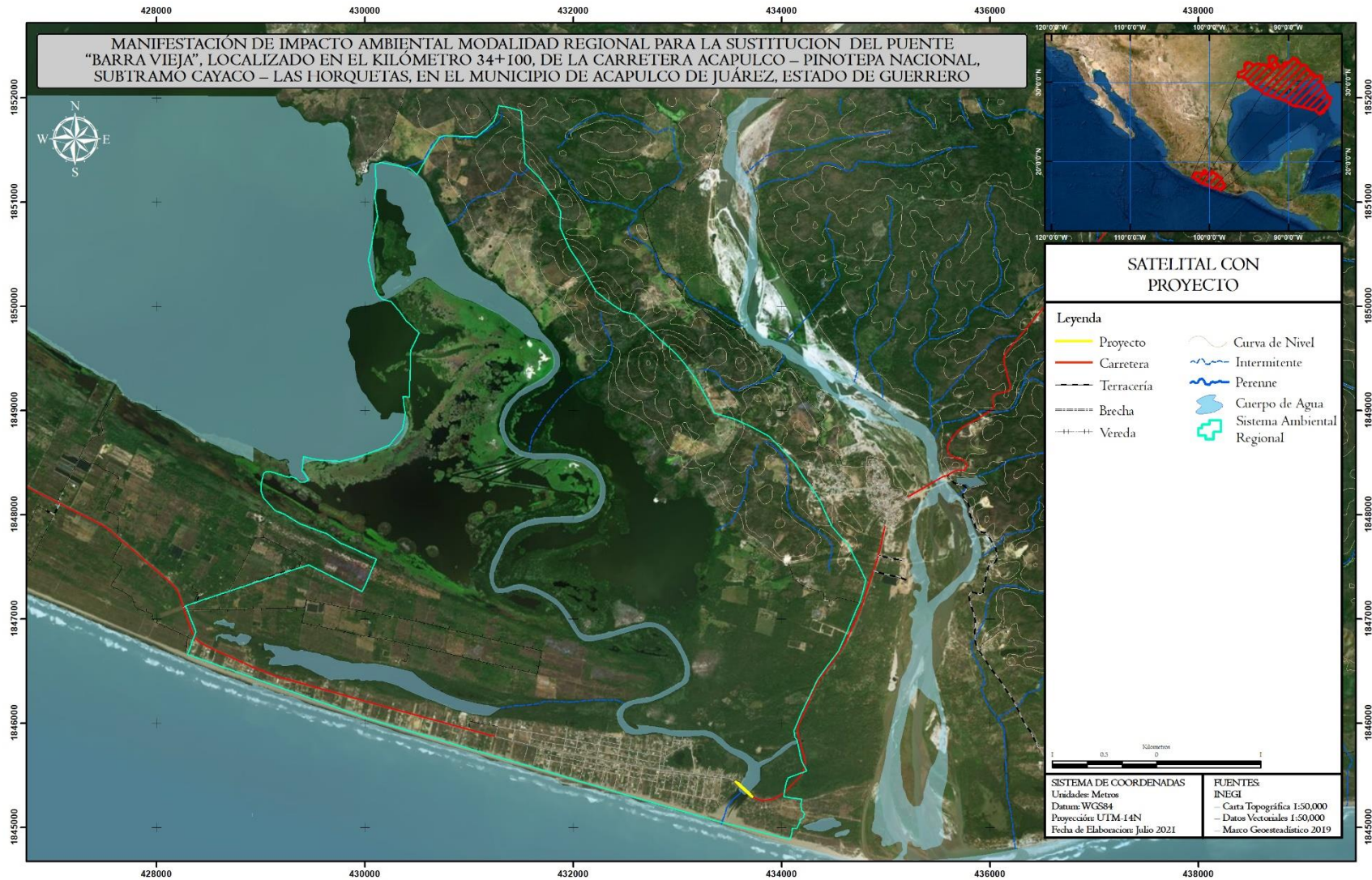


Imagen VII. 14. Sustitución del puente Barra Vieja.



Fuente: Biota, 2021.

Imagen VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental con imagen Google Maps.

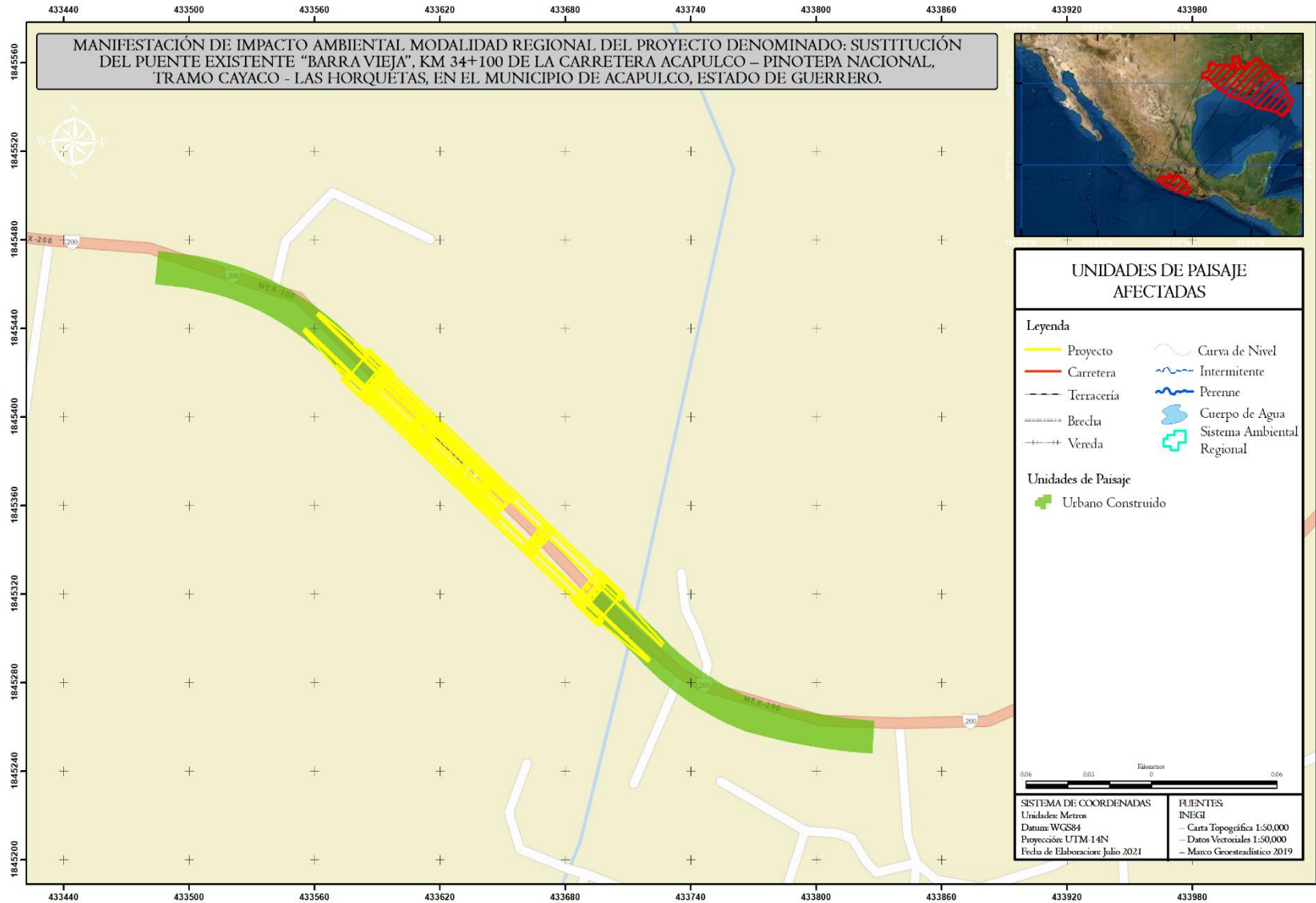
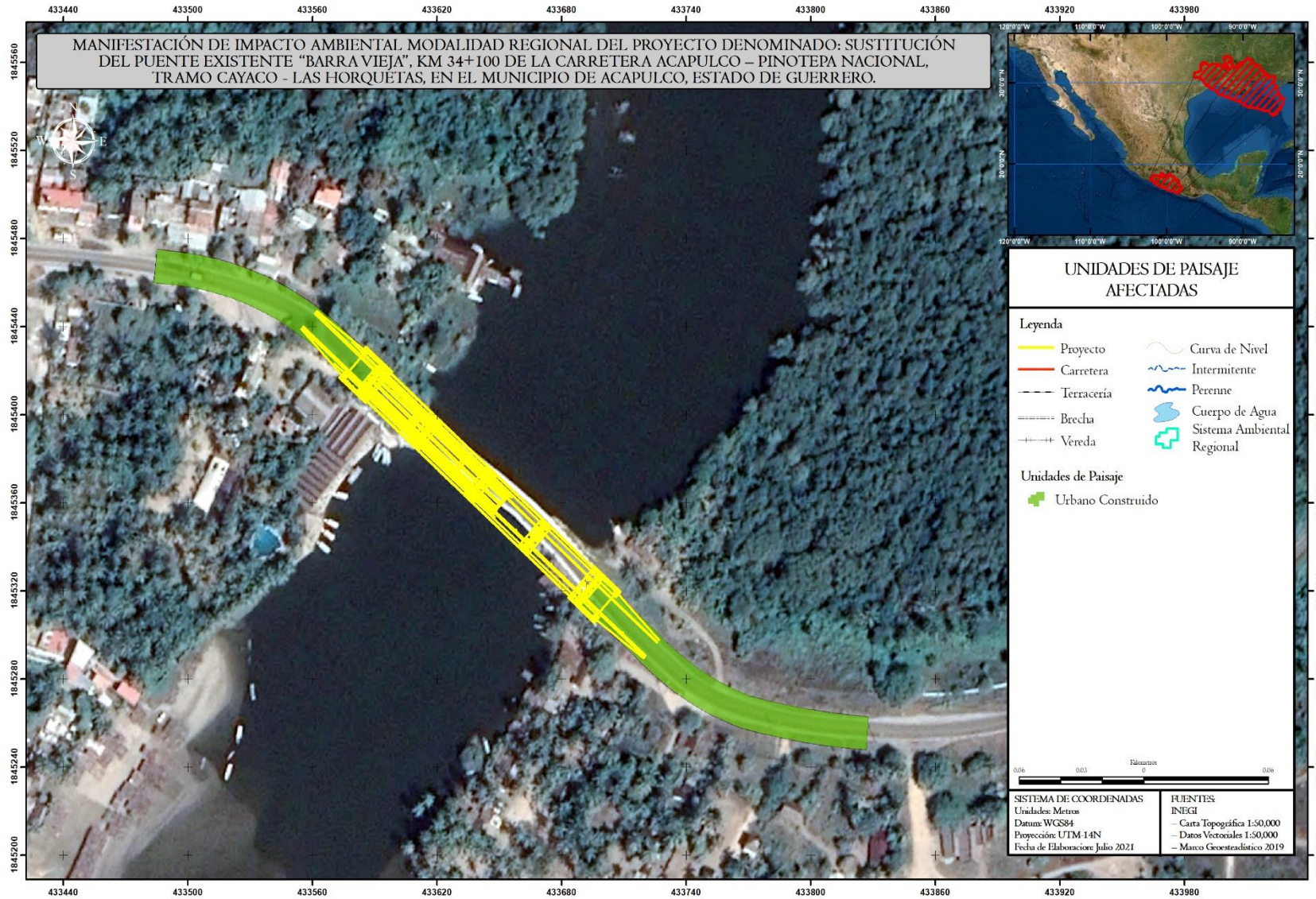


Imagen VII. 16. Afecación a las unidades de paisaje Sistema Ambiental con imagen satelital.



Fotografía VII. 2. Sustitución del puente existente "Barra Vieja".







A continuación, se muestra el análisis de los resultados de la Simulación KSIM con la integración del proyecto, y su comparación con el valor obtenido de la Modelación “Sin Proyecto”, de acuerdo con tres diferentes intervalos de tiempo de 5, 15 y 30 años. De esta forma se conoce numéricamente la “Brecha Ambiental”, entre el Proyecto y el Escenario “Sin Proyecto”. Cabe mencionar que cuando se obtienen valores positivos, estos corresponden a los “Pasivos Ambientales”, como respuesta de los impactos negativos derivados del desarrollo del Proyecto. En el caso de obtener valores negativos, se interpretan como “Activos Ambientales”, que resultan los efectos benéficos de las distintas actividades del proyecto y que son favorables al entorno.

MODELACIÓN DEL PROYECTO.

La tabla siguiente muestra los valores obtenidos para la Modelación KSIM del SAR para la integración del Proyecto, considerando su construcción, operación y mantenimiento; posteriormente se discuten los valores y principales conclusiones obtenidas.

Tabla VII. 19. Comportamiento de la Calidad Ambiental del Sistema Ambiental con la integración del Proyecto, a corto, mediano y largo plazo.

ATRIBUTO DEL SISTEMA	CALIDAD AMBIENTAL 2021	AÑO DE LA MODELACIÓN REALIZADA					
		2026		2036		2051	
		CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL	CALIDAD AMBIENTAL	BRECHA AMBIENTAL
Geomorfología	0.4	0.392	0.008	0.386	0.006	0.380	0.006
Hidrología	0.7	0.667	0.033	0.649	0.018	0.627	0.023
Suelo	0.4	0.382	0.018	0.380	0.002	0.378	0.002
Vegetación	0.5	0.482	0.018	0.474	0.008	0.457	0.017
Fauna	0.5	0.475	0.025	0.467	0.008	0.453	0.013
Hábitat	0.4	0.382	0.018	0.372	0.010	0.371	0.001
Economía	0.4	0.446	-0.046	0.465	-0.019	0.511	-0.046

Fuente: Biota, 2021.

La integración del proyecto producirá efectos sobre la geomorfología, principalmente en planicie típico donde se encuentra ubicado el proyecto; sobre todo en las que será necesaria la inclusión del puente conocido como “Barra Vieja”, que necesitará plataformas y soportes para la colocación de la infraestructura superior, asociado al movimiento de materiales y nivelación, para asegurar la continuidad del proyecto. En relación con la modelación realizada considerando la construcción del proyecto, la calidad ambiental de la geomorfología, produce un descenso para el año 2026 de 8 milésimas, para posteriormente decrecer a 6 milésimas en el 2036 y finalmente terminar con un valor de brecha ambiental de 6 milésimas en el año 2051, mostrando durante la modelación realizada, una tendencia a evidenciar las condiciones de inestabilidad geológica en toda la trayectoria, ya que la fragilidad del material habrá de producir movimientos y caídas de material de manera intermitente, asociado a las lluvias torrenciales, que requerirá acciones de mantenimiento y limpieza, hasta alcanzarla máxima estabilidad de los materiales geológicos y una escasa cubierta vegetal. El SAR del proyecto, tiene un comportamiento decreciente de sus atributos hidrológicos, debido a la modificación temporalmente durante la construcción de la obra, que provoca una alteración al inicio de la modelación y después muestra una clara estabilización y un comportamiento que se acerca a la modelación “Sin Proyecto” descrita anteriormente, debido al control de la dinámica hidrológica. La modelación considerando la construcción del proyecto, muestra que la hidrología recibirá efectos adversos con una brecha ambiental, para el año 2026 de 33 milésimas, para posteriormente disminuir a 18 milésimas en el 2036 y finalmente terminar con un valor máximo de brecha ambiental de 23 milésimas en el año 2051, mostrando una tendencia a una estabilización de su calidad ambiental, alejándose ligeramente a la modelación Sin Proyecto, como respuesta a la presión que se incrementará paulatinamente, por la demanda del recurso agua para ser destinado a las extensas áreas agrícolas, para la población, servicios y en consecuencia, la generación de aguas residuales.

El suelo muestra acentuados signos de alteración, una baja calidad ambiental y tendencia hacia su degradación continua, por la desaparición de los suelos originales, debido al establecimiento de actividades antropogénicas en

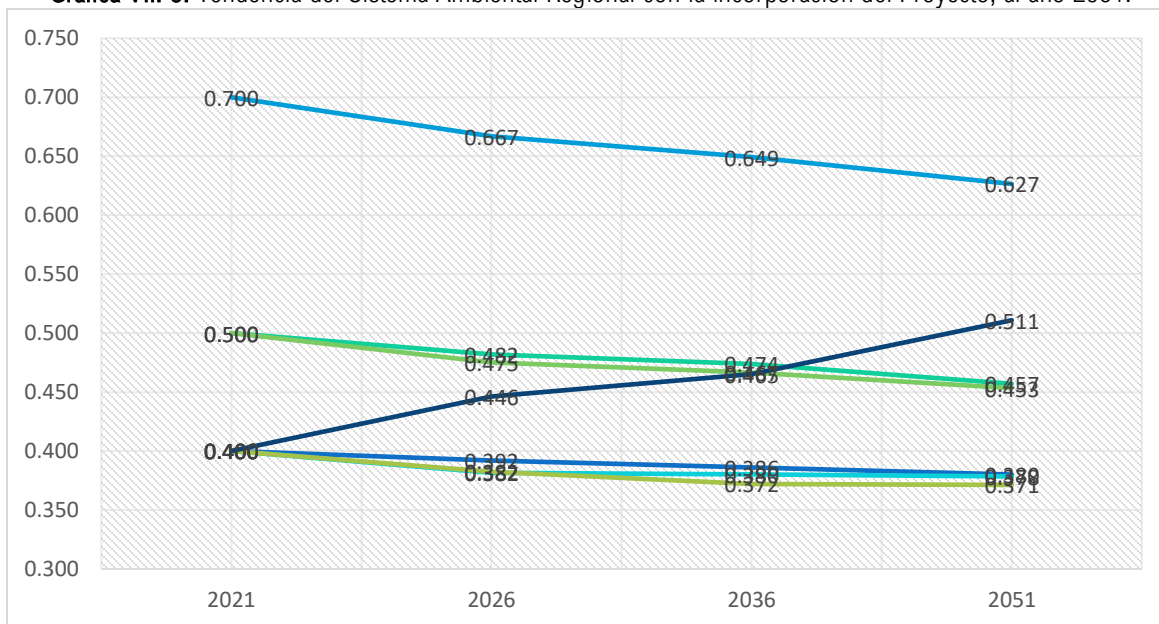
todo el SAR, por lo cual la integración del proyecto acentuará el nivel el deterioro de los recursos edáficos, siendo una importante presión adicional. Teniendo en cuenta que, los suelos han sido modificados casi completamente (más de $\frac{1}{4}$ parte) por las actividades turísticas y agrícolas que dominan la zona, en consecuencia, se trata en su mayoría de suelos degradadas, erosionados y contaminados. La modelación realizada al atributo suelo con la integración del proyecto, se obtiene una brecha ambiental para el año 2026 de 18 milésima, y que muestra una disminución con un valor de 2 milésimas en el 2036 y mantenerse en el año 2051 a un valor de 2 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la degradación de las condiciones del suelo, asociado a la presión por el aprovechamiento de la agricultura, que se desarrolla en las planicies.

A igual que muchos componentes del SAR, se observa un grave deterioro sobre la vegetación, debido a que muestra una afectación importante, en toda la trayectoria del proyecto. Cabe destacar la condición de alta conservación de la vegetación en algunos manchones del Sistema Ambiental Regional, donde la presencia humana es muy reducida. En este sentido, la modelación realizada al atributo vegetación con la integración del proyecto, se obtiene una brecha ambiental para el año 2026 de 18 milésimas, y que muestra un incremento con un valor de 8 milésimas en el 2036 y aumentar en el año 2051 a 17 milésimas, en virtud de que a largo plazo se alcanza un valor que refleja la degradación de las condiciones de las comunidades vegetales, asociado a la presión por el aprovechamiento del recurso por una mayor ganadería extensiva. En contraparte, es notable la moderada presencia de fauna silvestre en el SAR, con una moderada calidad ambiental inicial, la cual con el proyecto, tienen una ligera afectación, paulatinamente, se observa una reducción de la brecha ambiental, iniciando con un valor para el año 2026 de 25 milésima, sigue disminuyendo a 8 milésimas en el 2036 y aumenta en el año 2051 a 13 milésima, con una clara tendencia intermitente a la mejoría y estabilización de los atributos del componente faunístico, asociado a las buenas condiciones de la conservación en los fragmentos prevalecientes. El factor Hábitat inicia con una baja calidad ambiental y con comportamiento oscilante con valores cercanos a la modelación Sin Proyecto, con la conservación de la vegetación remanente, para propiciar los procesos de recuperación ecológica de los sitios afectados. Sin embargo, la modelación del proyecto produce valores que reflejan una brecha ambiental para el año 2026 de 18 milésimas, que presenta una pequeña disminución a 10 milésimas al año 2036 y finalmente disminuye considerablemente en el año 2051 a 1 milésimas, con una tendencia al deterioro en la zona. En relación a la dinámica económica de la región, se observa que la integración del proyecto redundará en un mayor y mejor aprovechamiento del potencial económico existente, de tal manera que la plusvalía de los terrenos agropecuarios, habitacionales y de servicios, cercanos, se verán favorecidos y la dinámica regional comercial podrán contar con una viabilidad que haga más eficientes sus procesos y propiciando el movimiento de mercancías, productos y personal, en la región logrando una mayor integración y acceso a otros mercados, regionales y nacionales. Este crecimiento económico tiene un límite, lo cual se observa con una brecha ambiental, de carácter benéfico del SAR, donde para el año 2026 se obtiene un valor de 46 milésimas, que se disminuye a 19 milésimas en el 2036 y finalmente vuelve a incrementarse en el año 2051 con 46 milésimas, con una clara tendencia de la futura estabilización de la dinámica económica de la región y principalmente la relación económica.

En conclusión, el Proyecto habrá de generar importantes efectos positivos en el ámbito económico, con una tendencia favorable, gracias a que el dinamismo económico tiende a alcanzar su máximo y mantener una gran estabilidad de las actividades económicas relacionadas con los ámbitos urbano, agropecuario, industrial, comercial y de servicios, asociados a la dinámica poblacional dedicada a otros rubros, como es el transporte de personal, materias primas y productos. Las gráficas siguientes muestran los resultados y el comportamiento de la Simulación de Escenario KSIM "Con el Proyecto" del Proyecto, que representa una obra de prioridad regional, reduciendo la "Brecha Ambiental", existente entre la Modelación "Sin Proyecto" y la Modelación "Con el proyecto", resultando con una tendencia positiva, ante la comparación a lo largo de los tres tiempos analizados, obteniendo una reducción de su calidad ambiental de los atributos analizados, generando una "Brecha Ambiental", de acuerdo con las condiciones discutidas anteriormente. Cabe destacar que, al momento de la integración de las medidas de mitigación, la brecha

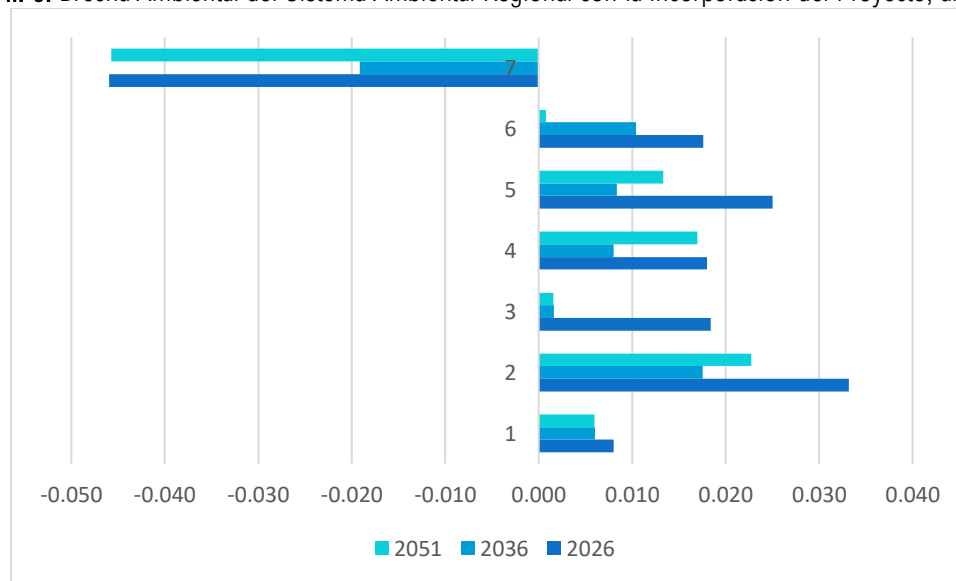
ambiental obtenida se reducirá en los rubros discutidos y obviamente se acercarán hacia la modelación “Sin Proyecto”, que funciona como la línea base para el análisis realizado.

Gráfica VII. 5. Tendencia del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051.



Fuente: Biota, 2021.

Gráfica VII. 6. Brecha Ambiental del Sistema Ambiental Regional con la incorporación del Proyecto, al año 2051.



Geomorfología (1), Hidrología (2), Suelo (3), Vegetación (4), Fauna (5), Hábitat (6) y Economía (7)

Fuente: Biota, 2021.

A continuación, se incluyen las Gráficas que muestran la afectación por la integración del Proyecto, con un análisis de las tendencias hacia los 5, 15 y 30 años de los factores modelados, donde se establecen conclusiones de los impactos acumulativos de cada factor. Los cuadros siguientes muestran las variaciones de la calidad ambiental por la integración de las obras propuestas, así como la variación anual a lo largo de los 30 años de la modelación realizada.

Tabla VII. 20. Modificación de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional con la integración del Proyecto.

FACTOR	2021	2026	2036	2051
Geomorfología	0.008	0.006	0.006	0.008
Hidrología	0.033	0.018	0.023	0.033
Suelo	0.018	0.002	0.002	0.018
Vegetación	0.018	0.008	0.017	0.018
Fauna	0.025	0.008	0.013	0.025
Hábitat	0.018	0.010	0.001	0.018
Economía	-0.046	-0.019	-0.046	-0.046

Fuente: Biota, 2021.

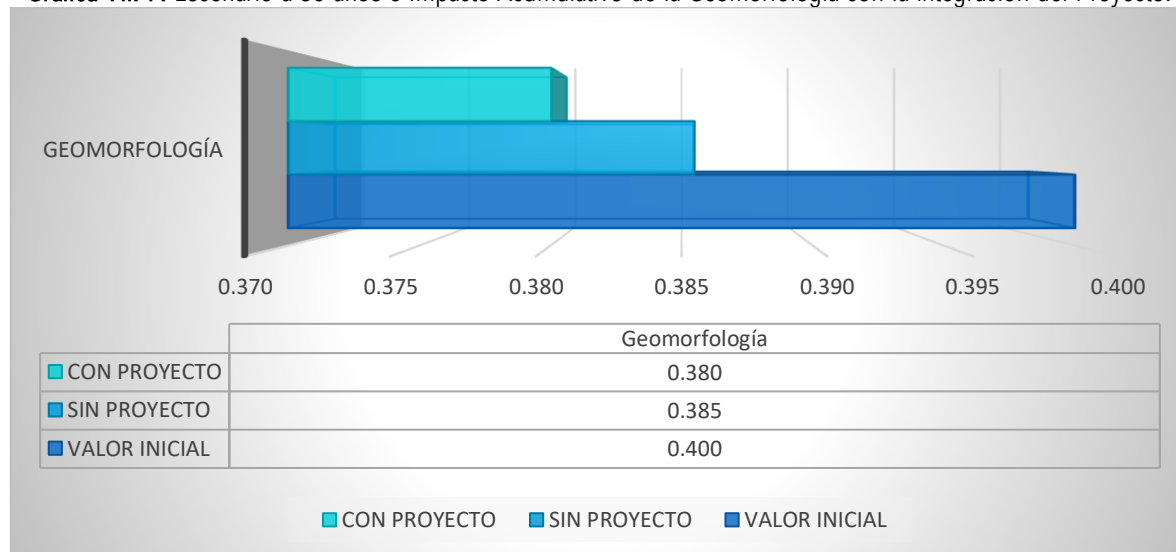
Tabla VII. 21. Modificación de la Calidad Ambiental por Factor, en 30 años y porcentaje, impacto acumulativo y variación anual del Proyecto.

FACTOR	IMPACTO ACUMULATIVO (%)	VARIACIÓN ANUAL (%)
Geomorfología	2.00	0.07
Hidrología	7.35	0.24
Suelo	2.16	0.07
Vegetación	4.30	0.14
Fauna	4.67	0.16
Hábitat	2.88	0.10
Economía	-11.09	-0.37

Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL GEOMORFOLOGÍA. La modificación de la geomorfología de los lomeríos, producen un impacto acumulativo que afecta el 2.0 % de la calidad ambiental en los 30 años de modelación para este factor, donde la variación anual es de 0.07%, y contemplando que, en la última modelación de 30 años, se tiene la estabilización paulatina de estas geoformas. En este sentido se concluye que durante la construcción se produce una modificación importante de la geomorfología, por la nivelación y estabilización de las plataformas para la integración de los puentes sobre las planicies y el cauce. Tales modificaciones se irán estabilizando conforme transcurra el tiempo y a largo plazo la inestabilidad de los taludes será mínima, así como los potenciales desprendimientos y caídas de los materiales geológicos.

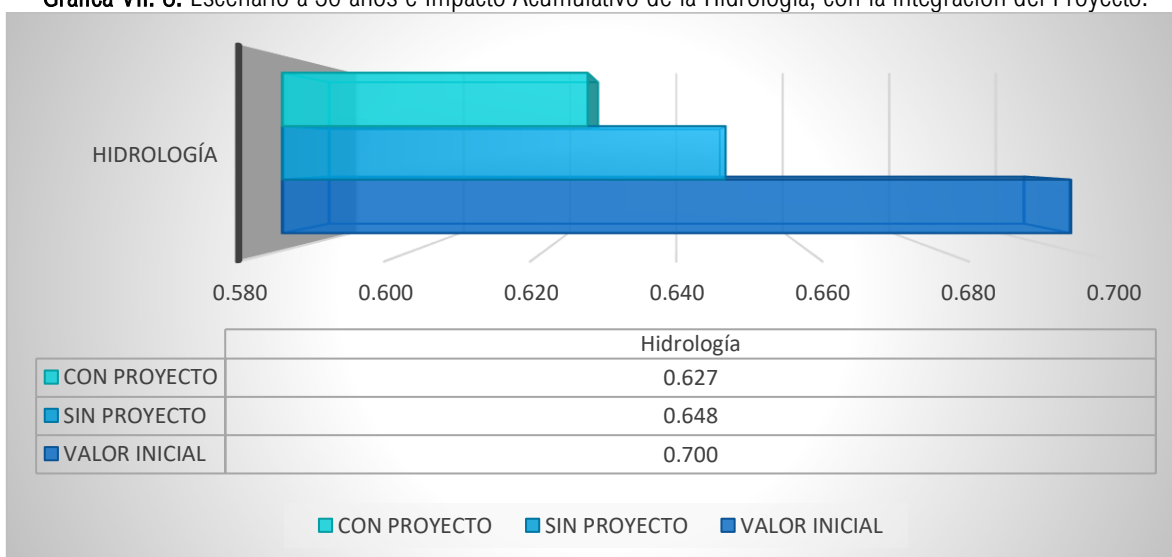
Gráfica VII. 7. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Geomorfología con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL HIDROLOGÍA. Es el atributo ambiental con mayores repercusiones, principalmente por la demolición y proceso constructivo del puente, así como posibles problemas por caída de materiales, la calidad ambiental de la hidrología es moderada a pesar de los procesos de deterioro, por la presión de distintas actividades rurales cotidianas e incipiente demanda de agua para la actividad turística, de pesca y de servicios, así como la agricultura de temporal, que producen un descenso de la calidad ambiental. Aunado a la dinámica torrencial de las lluvias, las cuales tienen un efecto muy drástico sobre la llanura que se ubica el SAR. Bajo la incorporación del proyecto, se tendrán modificaciones iniciales durante la incorporación del nuevo puente y la eliminación del actual, destacando que la liberación de material particulado se controlará a través del procedimiento de demolición controlada (hilo dimantado) que atenuará enormemente este impacto. Se observa una tendencia de una mayor presión inicial sobre este recurso, mostrando que las presiones por la demanda de agua para la población y agricultura aunado al nulo tratamiento de aguas residuales, producirá un impacto acumulativo de 7.35% de su calidad ambiental en un lapso de 30 años con una tasa anual del 0.24%. La modelación sobre la afectación hacia la hidrología considera que el proyecto producirá un mayor movimiento de vehículos, a lo largo del trazo carretero favoreciendo una mayor accesibilidad y comunicación hacia otras localidades importantes.

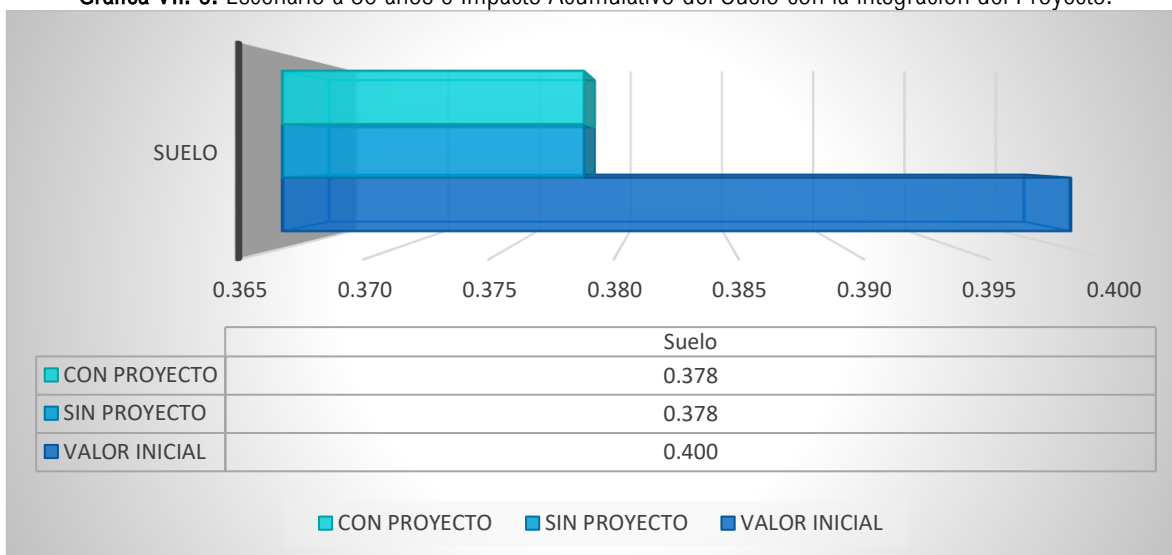
Gráfica VII. 8. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hidrología, con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL SUELO. El factor suelo sufrirá modificaciones con el paso del tiempo con la inclusión del proyecto y sin él, ya que la mayor afectación es hacia la creación de terrenos de cultivo, amén de las zonas donde es necesario realizar un cambio de uso de suelo, situación que existirá en ambos casos como lo demuestra el gráfico. Las diversas afectaciones sobre la calidad ambiental del suelo, aunado a la relación entre la presión de las distintas actividades, que han dejado fuertes modificaciones negativas incluyendo procesos erosivos tanto en lomeríos como en las planicies, debido a la combinación con los factores climatológicos, por lo cual después de la integración del proyecto, se tienen efectos adversos, con un pronóstico de efectos negativos que muestran una tendencia a estabilizarse a largo plazo. Bajo la incorporación del proyecto, se tienen efectos nocivos al suelo, sobre los lomeríos, así como la planicie, mostrando la desaparición de este recurso y afectación de su calidad ambiental, en comparación con la modelación “Sin Proyecto”. Se tiene un impacto acumulativo de 2.16% y una tasa de pérdida anual del 0.07%.

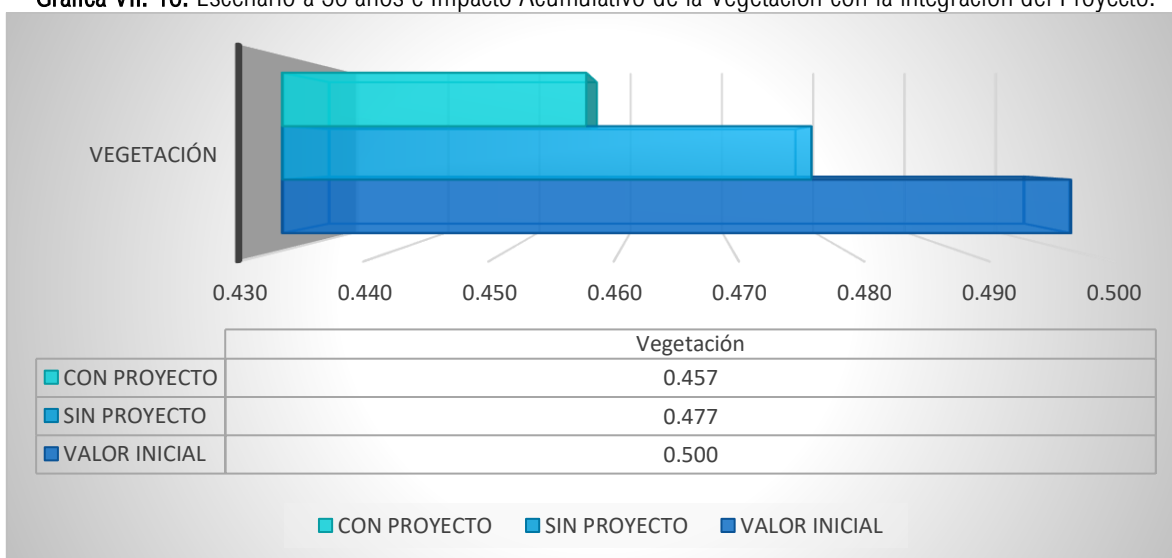
Gráfica VII. 9. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo del Suelo con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL VEGETACIÓN. El conjunto de afectaciones pasadas sobre el factor vegetación han modificado de manera negativa las características, simplificando el sistema y eliminando los organismos originales, sobre todo en las planicies y en los lomeríos bajos, donde se puede desarrollar la agricultura; situación que resulta contraria en distintos parches con vegetación remanente de manglar, dentro como fuera del SAR, donde la vegetación natural permanece en una condición prácticamente protegida, dada la imposibilidad de desarrollar cualquier actividad económica. Con la incorporación del proyecto, se obtienen valores negativos, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 4.3%, con una tasa de deterioro anual de 0.14%, debido a la constante presencia humana, para las actividades pecuarias, con la afectación a los renuevos de los individuos arbustivos, arbóreos y el suelo.

Gráfica VII. 10. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Vegetación con la integración del Proyecto.

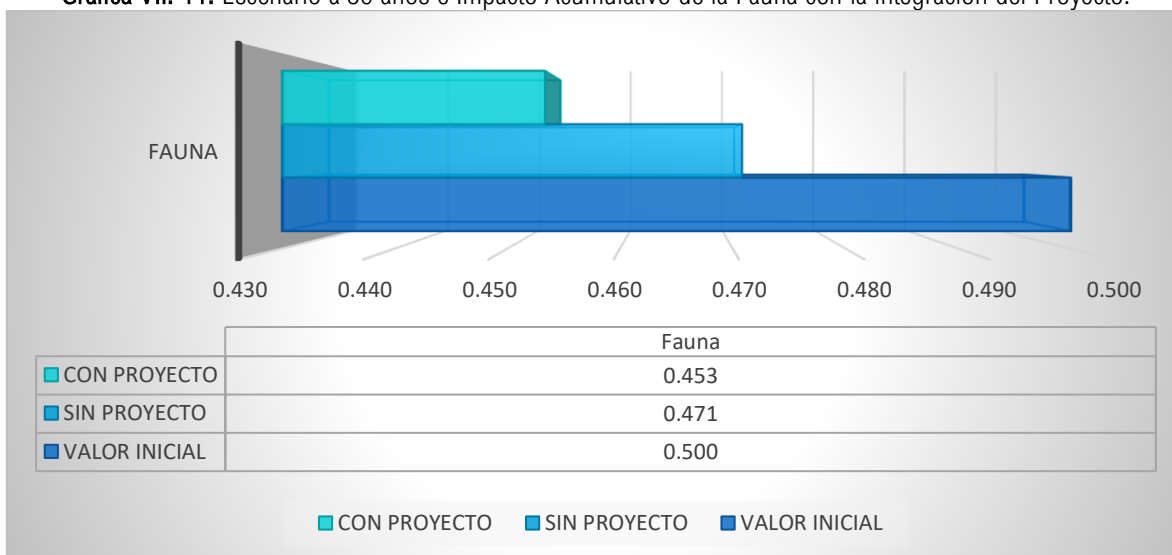


Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL FAUNA. La fauna silvestre ha tenido que migrar fuera de la constante presencia humana, lo cual ha provocado que se sitúe y persista con buenas poblaciones en las laderas medias y altas de los lomeríos que están fuera del SAR, donde existe una buena conservación de las comunidades vegetales. Con la incorporación

del proyecto, se obtienen valores negativos, en cada modelación, mostrando un impacto acumulativo del 4.67%, con una tasa de deterioro anual de 0.16%, lo que se debe a la constante presencia humana, dedicada a la cacería furtiva sin un control y protección de los recursos existentes, y, por el contrario, con la generación de ruidos y molestias a la fauna silvestre, debido a la existencia de caminos pavimentados, actividades turísticas y de pesca en todo el SAR.

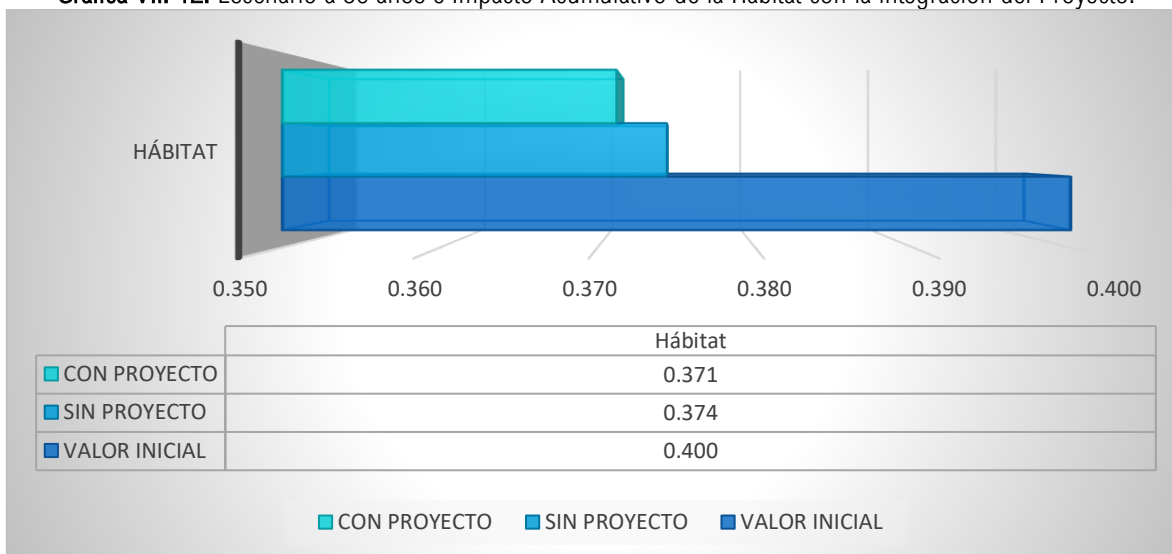
Gráfica VII. 11. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Fauna con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL HÁBITAT. Sufrirá un cambio poco significativo con la integración del proyecto, porque se trata de la sustitución del puente existente que forma parte del paisaje actual, generando solamente pérdida de individuos vegetales a ambos lados de los accesos del puente, como se demuestra en el estudio, teniendo así un mayor número de hábitat, siendo los cercanos a la vialidad a ser afectados por el desarrollo de la obra. Las actividades agrícolas y turísticas han producido una fuerte modificación del hábitat, que, aunado a la presencia de los centros de población, han fragmentado el hábitat y la conversión en el uso del suelo de toda la planicie y lomeríos bajos, que permiten que el hábitat más conservado y en estadios clímax y paraclímax, se concentre en las partes altas de las geoformas que están fuera del SAR, donde la inclusión del proyecto no tendrá ninguna interacción. El impacto acumulativo producido por la incorporación del proyecto, produce un descenso de la calidad ambiental, en el primer lapso de tiempo, debido a la presencia de equipo y maquinaria pesada, así como la presencia humana, que producirá afectaciones en las etapas iniciales del proyecto y posteriormente tenderá a una estabilidad hasta alcanzar las condiciones identificadas para la Modelación “Sin proyecto”, cuyos valores representan una tendencia hacia estabilizar el comportamiento de este factor. El impacto acumulativo para el factor Hábitat es del 2.88% y con una tasa anual de variación de su calidad del 0.10 anual, con una mayor afectación durante la etapa de construcción del proyecto, lo cual hace necesario que las medidas de mitigación sean efectivas en ese momento.

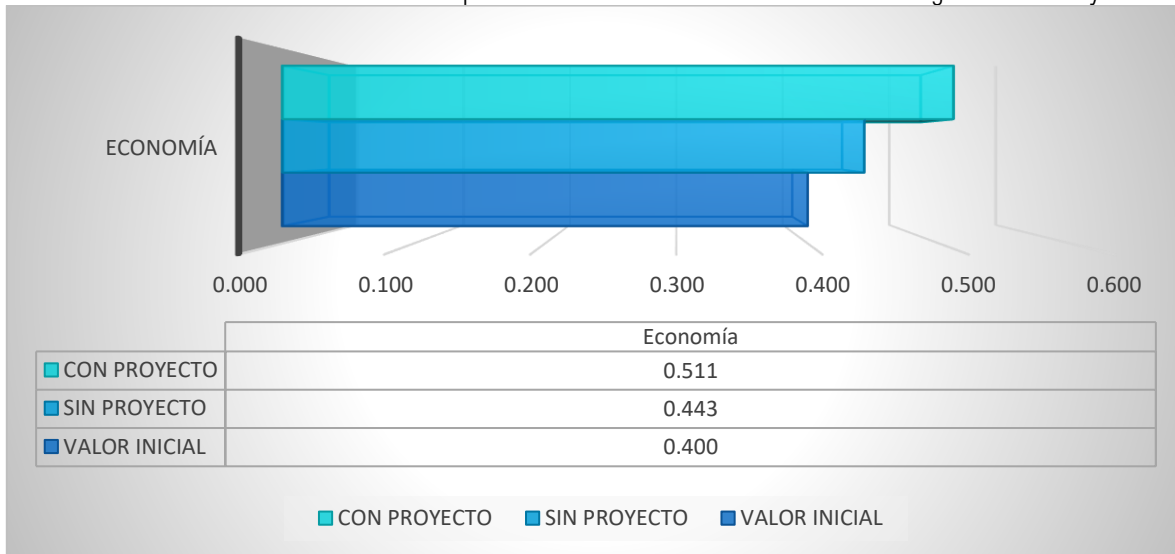
Gráfica VII. 12. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Hábitat con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

FACTOR AMBIENTAL ECONOMÍA. Sera el factor que se beneficiará con la implementación del proyecto, ya que permitirá una mejor calidad de vida a los pobladores, así como los usuarios de la carretera, logrando tener una red vial más eficiente se reducen los tiempos de recorrido, abaratando el mantenimiento de vehículos, lo que reeditarán en mayores recaudaciones fiscales, así como una economía más estable en la región. Todo esto dado por la necesidad de incrementar las condiciones de vida de la población ubicada a lo largo del proyecto y los que hacen uso de esta vialidad, así como la de contar con una vialidad mas segura y rápida a los usuarios. El impacto acumulativo producido sobre la economía regional, por la incorporación del proyecto, es un resultado favorable, de cada modelación, mostrando una mejoría, por encima de la modelación “Sin Proyecto”, a consecuencia de una mayor dinámica económica y de servicios. Posterior a la construcción del proyecto, existe un efecto benéfico sobre el ahorro de combustible, tiempos perdidos, mejoría en la comunicación, disminución de accidentes, seguridad en el traslado y mayor movimiento de personas, mercancías, materias primas, productos y servicios. De esta forma tanto, se tiene que el proyecto beneficia directamente a los factores económicos de la región. El impacto acumulativo del proyecto es de 11.09% de su calidad ambiental, con una tasa anual positiva del 0.37%, efecto positivo, con importancia social.

Gráfica VII. 13. Escenario a 30 años e Impacto Acumulativo de la Economía con la integración del Proyecto.



Fuente: Biota, 2021.

VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.

El estudio ambiental, permite identificar los atributos ambientales sensibles, las actividades del proyecto con mayor grado de afectación al medio, así como la integración actual de nuevas formas de construir y operar las obras, lo que ha logrado atender prácticamente todas las actividades que provocan algún tipo de daño al ambiente, integrando el análisis de la zona de influencia del Sistema Ambiental Regional propuesto. Los impactos ambientales fueron identificados con base en la descripción de las obras y de su intersección con el ambiente. Las medidas de mitigación consideradas evitan, detienen, revierten, compensan y restauran los daños ambientales potenciales derivados por el proyecto. Asimismo, es importante señalar que el proyecto se realizará sobre el eje de construcción de las vialidades que se encuentran actualmente, así como el puente a sustituir, aunado a las actividades antropogénicas que prevalecen en la zona, siendo estas actividades y el flujo vehicular del sitio, el motivo de la construcción del puente para fortalecer la seguridad vial en la zona. A partir de la aplicación de la metodología de Bojórquez Tapia, *et al*, (1998), se hace la valoración del SAR con la incorporación del proyecto y las medidas de mitigación. Los resultados obtenidos para el Proyecto se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII. 22. Ponderación de Impactos del Proyecto, de acuerdo con la metodología de Bojórquez Tapia.

FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	Magnitud	Espacialidad	Duración	Sinergia	Acumulativo	Controversia	Medida de Mitigación	Índice Básico	Índice complementario	Impacto	Jerarquía del Impacto	Significancia	Jerarquía del Impacto residual
I	j	Mij	Eij	Dij	Sij	Aij	Cij	Tij	Medij	Sacij	Iij		Gij	
Alteración de la Hidrología	Demolición del puente	8	3	8	3	1	1	1	0.70	0.19	0.75	Muy Alto	0.67	Alto
Capas Superficiales del Suelo	Demolición de la carpeta asfáltica	6	3	5	3	3	3	5	0.52	0.33	0.64	Alto	0.29	Moderado
Calidad Hidrológica	Acarreo de materiales	5	3	5	2	2	2	4	0.48	0.22	0.57	Alto	0.31	Moderado
Horizontes superficiales	Despalme	3	2	7	2	2	2	4	0.44	0.22	0.53	Alto	0.30	Moderado
Suelo	Colocación de Carpeta Asfáltica	4	4	2	3	3	2	3	0.37	0.30	0.50	Alto	0.33	Moderado
Eliminación de Elementos Arbóreos	Desmonte de vegetación	3	1	2	2	1	1	5	0.22	0.15	0.28	Moderado	0.12	Bajo
Calidad del aire	Gases de combustión interna	2	2	1	1	2	1	4	0.19	0.15	0.24	Bajo	0.13	Bajo

Fuente: Biota, 2021.

A partir del análisis del comportamiento futuro y considerando las principales actividades del proyecto de la **SUSTITUCIÓN DEL PUENTE “BARRA VIEJA”, LOCALIZADO EN EL KILÓMETRO 34+100, DE LA CARRETERA ACAPULCO – PINOTEPA NACIONAL, SUBTRAMO CAYACO – LAS HORQUETAS, EN EL MUNICIPIO DE ACAPULCO DE JUÁREZ, ESTADO DE GUERRERO**, destaca la actividad de la Demolición del puente (es importante puntualizar que si bien esta es la actividad más impactante del proyecto, con la nueva tecnología y proceso a utilizar (Hilo Diamantado) los impactos se controlan y reducen considerablemente), esta actividad afectará de manera secundaria, los atributos de la Hidrología (comunidades faunísticas, modificación del hábitat, la calidad del agua, etc.), así mismo existirá un desplazamiento de la fauna por la presencia de los trabajadores; se tienen cuatro actividades del proyecto, que producen un impacto Moderado, donde la primera corresponde a la Demolición de la Carpeta Asfáltica (0.64); el Acarreo de Materiales (0.57), Despalme del suelo (0.53) y la Colocación de la Carpeta Asfáltica (0.50), todo esto a lo largo de toda la trayectoria necesaria para ingresar y salir del puente nuevo, donde el suelo sufrirá la pérdida de su composición y en algunos sitios se eliminara completamente, en los sitios donde se tiene la necesidad de realizar la ampliación del ingreso y salida del puente; la siguiente categoría corresponde al Desmonte de la Vegetación (0.28), esto debido a la necesidad de eliminar algunos elementos arbóreos y arbustivos

de un tipo de Vegetación tipificada como Urbano Construido y que no representa un impacto significativo, (0.28); finalmente se tiene la emisión de gases de combustión, ruido y aeropartículas con un impacto ambiental bajo y un valor de 0.24.

La demolición de la Carpeta Asfáltica actual así como la utilización del derecho de vía, necesario para la ampliación, para la incorporación y salida del puente (impacto alto, 0.64), tiene las posibilidades de ser mitigado y producir un moderado impacto residual sobre los atributos del suelo y el desplazamiento de la fauna (0.29) y la actividad de Acarreo de Materiales en todo el proceso de sustitución del puente produce una alteración de la hidrología con una valoración de un impacto alto (0.57) y con la medida de mitigación se contempla se moviliza hacia la categoría de un impacto residual moderado (0.31), donde se considera que la dinámica de hidrológica, y la calidad del agua puede presentar alguna alteración, disminuyendo de manera considerables durante las etapas de operación y mantenimiento, restituyen prácticamente la dinámica hidrológica original, cuya ocurrencia sucederá a corto plazo y asociada a la marcada temporada de lluvias que se presenta en el SAR, la cual tiene un efecto y condiciones graves sobre la planicie, la cual tiene un severo deterioro.

Los impactos residuales considerados como altos corresponden a aquellas actividades que modifican de forma permanente e irreversible, en este caso la Demolición del Puente, y la Demolición de la carpeta asfáltica, Acarreo de materiales, Despalme y Colocación de Carpeta Asfáltica, son las actividades responsables de los impactos residuales moderados, de donde las medidas de mitigación señaladas atienden los efectos negativos sobre el entorno, y por lo tanto se tornan imprescindibles en su realización e integración a las actividades constructivas. Los valores de impacto residual bajo corresponden Desmonte de vegetación y la generación de gases de combustión interna, ruidos y aeropartículas.

La siguiente tabla muestra el mejoramiento con la integración de las medidas de mitigación, en porcentaje, del impacto generado por las siete actividades del proyecto analizadas previamente, donde se concluye que los principales factores ambientales atendidos son la calidad del agua del cuerpo de agua presente; le siguen el mejoramiento y mitigación de las afectaciones a los factores ambientales de las poblaciones de la fauna silvestre, la disminución de la cobertura vegetal, la alteración temporal de la hidrología, así como la remoción y reubicación de los horizontes superficiales del suelo; gracias a los efectos sinérgicos asociados a la integración de vegetación en diferentes sitios del SAR. Por último, en relación con la modificación al paisaje se trata de sustitución por lo que el puente ya forma parte del paisaje actual, la alteración de los atributos asociados, como vegetación, suelo, hidrología y hábitat, son impactos que se atenderá con medidas estrictas de protección.

Tabla VII. 23. Análisis de los Impactos directos y residuales del proyecto.

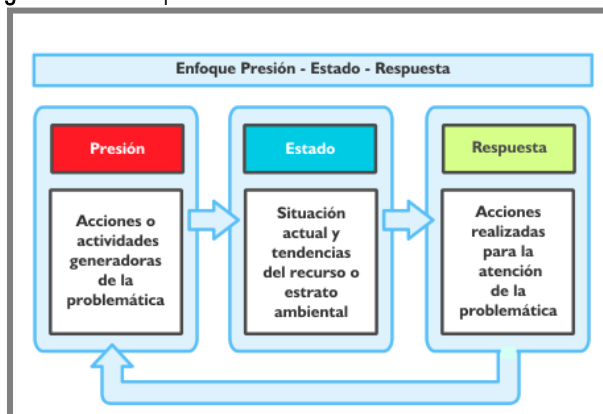
FACTOR AMBIENTAL	ACTIVIDAD DEL PROYECTO	JERARQUÍA DEL IMPACTO DIRECTO	% DEL IMPACTO RESIDUAL	MEJORAMIENTO CON MEDIDA DE MITIGACIÓN	JERARQUÍA DEL IMPACTO RESIDUAL
Alteración de la Hidrología	Demolición del puente	Muy Alto	88.9	11.1	Alto
Capas Superficiales del Suelo	Demolición de la carpeta asfáltica	Alto	66.7	33.3	Moderado
Calidad Hidrológica	Acarreo de materiales	Alto	55.6	44.4	Moderado
Horizontes superficiales	Despalme	Alto	55.6	44.4	Moderado
Suelo	Colocación de Carpeta Asfáltica	Alto	55.6	44.4	Moderado
Eliminación de Elementos Arbóreos	Desmonte de vegetación	Bajo	55.6	44.4	Bajo
Calidad del aire	Gases de combustión interna	Moderado	44.4	55.6	Bajo

Fuente: Biota, 2021.

VII.4. Pronostico Ambiental.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisociables, el biotopo (conjunto de componentes abióticos por ejemplo clima, geología, geomorfología, hidrología superficial y subterránea, edafología, corrientes, etc.) y la biocenosis (conjunto de componentes bióticos: vegetación y fauna) que interactúan entre sí, constituyendo una unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente terrestre existente en un espacio y tiempo determinados. Las funciones de un ecosistema se refieren al flujo de energía y al ciclo de materiales que circulan a través de los componentes estructurales del ecosistema (biotopo y biocenosis) y poseen una interdependencia natural. Su integridad funcional depende de la conservación de las complejas y dinámicas relaciones entre sus componentes. La capacidad de carga de un ecosistema es el límite o nivel umbral que tiene para soportar el desarrollo de una o varias actividades (uso del espacio o aprovechamiento de recursos) y garantizar la integridad funcional de un ecosistema. La valoración de la calidad ambiental se llevará a cabo a través de indicadores ambientales. Un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado (Florida Center for Public Management, 1998 en SEMARNAT, 2005). Se adoptó el esquema de Presión-Estado-Respuesta (PER) el cual está basado en una lógica de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones sobre el ambiente y cambian la calidad y cantidad de los recursos naturales (estado); asimismo, se responde a estos cambios a través de acciones específicas. Este modelo fue propuesto por la OCDE en 1993 y parte de cuestionamientos simples: ¿Qué está afectando al ambiente?, ¿Qué está pasando con el estado del ambiente?, ¿Qué estamos haciendo acerca de estos temas? Se realizó una adaptación de este esquema para dar a la autoridad, los elementos necesarios, para mostrar un panorama claro de las relaciones causa-efecto del proyecto. El esquema PER es una herramienta analítica que categoriza o clasifica la información sobre los recursos naturales y ambientales a la luz de sus interrelaciones con las actividades sociodemográficas y económicas. Se basa en el conjunto de interrelaciones siguientes: las actividades humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando con ello la cantidad y calidad, es decir, el estado de los recursos naturales; la sociedad responde a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales (ambientales y socioeconómicas), las cuales afectan y se retroalimentan de las presiones de las actividades humanas. Aplicando este esquema, se tiene que las actividades del proyecto ejercen presión (P) sobre los componentes ambientales del Área de Estudio generando un impacto sobre cada uno de ellos, es decir el estado y se responde a estos impactos a través de la aplicación de las medidas de mitigación, restauración y compensación. En el sitio de estudio, las afectaciones a los componentes que conforman el sistema abiótico serán en su mayoría puntuales y/o locales, y en algunos casos temporales e intermitentes, tanto en el sistema abiótico (calidad del aire, suelo, geología, geomorfología, hidrología superficial) como en el sistema biótico (vegetación y fauna). A continuación, se describe el escenario actual, las actividades del proyecto que tienen un impacto sobre el componente ambiental y el escenario modificado por el proyecto sin la aplicación de las medidas de mitigación y por último el escenario esperado con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas:

Imagen VII. 17. Esquema PER – Indicadores de Calidad Ambiental.



Fuente: Indicadores de desempeño ambiental. SEMARNAT.2005.

El desarrollo de las actividades productivas en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas. El proyecto no implica la modificación del paisaje y de la geomorfología, no contrastan con el entorno natural porque ya existente en el paisaje actual; se encuentra en la carretera ya existente en el sitio del Proyecto. No obstante, se prevé que las condiciones generales del sitio (actualmente con un grado importante de perturbación) y de las áreas circundantes mejoren en cuanto a sus características y en la función ambiental que desempeñan mediante la aplicación de las medidas de mitigación consideradas, lo que representará un impacto de alcance que va más allá del ámbito local. El Proyecto tendrá un impacto en contribuir al desarrollo de los sectores económicos y del componente sociocultural, sin dejar a un lado la importancia del proyecto que radica en la seguridad de los usuarios. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados.

VII.5. Evaluación de alternativas.

No se consideraron alternativas, debido a que, nos encontramos ante un escenario tendencial de relativa estabilidad en los factores físicos y bióticos, aunado a que es una obra puntual requerida para fortalecer la seguridad vial de este sitio y que consiste en la sustitución de un puente en operación. El proyecto propuesto representa la menor afectación ambiental, aunado a que sitio por su posición, es el sitio ideal para integrar este tipo de infraestructura. Las tendencias del escenario ambiental donde se inserta el Puente están encaminadas a convertirse en un espacio donde todos los usuarios del proyecto y la población cercana y trabajadores participen conscientemente en la conservación de los recursos, lo cual le obliga a integrar todos los elementos de manera armónica y respetando todos los componentes ambientales que le caracterizan.

De esta forma al establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas, así como la capacitación ambiental a todos los pobladores y trabajadores de la empresa constructora, harán que este proyecto sea concebido como un ejemplo a seguir, lo cual deberá evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, principalmente la fauna terrestre y acuática y los físicos, destacando la protección al cuerpo de agua y el hábitat estuarino. En conclusión, el escenario futuro, es una mayor posibilidad de comunicación entre los pobladores de la región, mayor movimiento de vehículos, así como personas y productos agropecuarios y pesqueros, presencia de trabajadores y una mayor cobertura y beneficio social a los pobladores, quienes ahora tendrán la facilidad de movilizarse sin ningún contratiempo, sin encontrar impedimentos a sus necesidades de movilidad y de actividades económicas. Por otra parte, el sistema del cuerpo de agua presente es un medio altamente afectado por las actividades antropogénicas que se han dado desde la época de la colonia hasta nuestros días. El sistema tiene una marcada influencia de la actividad primaria (agrícola, ganadera, pesca). La calidad de las aguas superficiales no es Buena, sin embargo, es importante mencionar que se presenta en la actualidad una tendencia a la descarga de aguas residuales.

Considerando la naturaleza y gravedad de los daños del puente existente, aunado al crecimiento poblacional de la Costa de Guerrero y una mayor demanda de turismo ha originado una situación alarmante, la estructura no es suficiente para desfogar el tráfico de la región y representa un riesgo de seguridad vial. Además, en el tenor de reducir las tendencias de degradación se plantea que la sustitución se realice sobre la misma ruta y derecho de vía existentes. El puente nuevo mejorará la capacidad hidráulica para drenar los gastos máximos de desfogue y aumentará el galibo, en términos hidráulicos y ecológicos es positivo.

El proyecto tiene la encomienda de no provocar afectaciones a los pobladores cercanos al área del proyecto y sus recursos naturales, que puedan repercutir en incrementos de los costos ambientales, sociales y económicos. En conclusión, después de la modelación de dos escenarios "Sin Proyecto" y "Con Proyecto", aunado a la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación, se concluye que la presente propuesta diseñada y evaluada, se convierte en la mejor alternativa Ambiental, Social y Económica.

VII.6. Conclusiones.

I. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

Con la intención de obtener las principales justificaciones técnicas, el establecimiento del proyecto demuestra que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos ni el deterioro de la calidad del agua o su captación, por el contrario es un elemento necesario que mejorará la capacidad hidráulica para drenar los gastos máximos de desfogue y aumentará el galibo (la distancia entre la parte inferior de la superestructura y el nivel medio del curso de agua), en términos hidráulicos, ecológicos y de seguridad vial el proyecto es viable y pertinente. A continuación, se presenta el análisis de los resultados que tiene como objetivo aportar los elementos y argumentos técnicos que permitan obtener la autorización como resultado final del procedimiento de evaluación del presente estudio.

NO SE COMPROMETE LA BIODIVERSIDAD.

Considerando la naturaleza del proyecto que se propone realizar en el área de interés, se prevé que, en caso de autorizarse, podrían registrarse afectaciones parciales a elementos vegetales y a la fauna silvestre y acuática establecida en este espacio geográfico; por lo expuesto y, sin embargo, este proyecto asegurar que no se compromete a la biodiversidad, por lo que en primera instancia se tienen las siguientes precisiones:

El concepto de “*comprometer a la biodiversidad*” se integra por dos palabras, el verbo comprometer y el sustantivo biodiversidad; el primero es difuso. Semánticamente se entiende por comprometer: || 2. Exponer o poner a riesgo a alguien o algo en una acción o caso aventurado. || 4. Prnl. Contraer un compromiso. (RAE, 2001). En tal acepción, cabe anticipar que comprometer a la biodiversidad significa ponerla en riesgo; pero, cabe preguntar ¿cómo se pone en riesgo a la biodiversidad?, para responder a esta pregunta es importante definir al sustantivo y para ello CONABIO ofrece la siguiente descripción: “*La biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida. Este concepto incluye varios niveles de la organización biológica. Abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas. También incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y paisajes*”, consecuentemente poner en riesgo o comprometer a la biodiversidad de una región determinada implica alterar de manera irreversible a la organización biológica de un bioma, alterando su variabilidad genética y ecosistémica, así como los paisajes y procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de los genes. En cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función. La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis, ciclo de nutrientes, perturbaciones naturales, etc.).

Con base en estas precisiones, para que se “*comprometa a la biodiversidad*” debe ponerse en riesgo la viabilidad de las especies, su variabilidad genética, la integridad y funcionalidad de los ecosistemas, de los paisajes y de las regiones y de los procesos ecológicos y evolutivos. Para avanzar en este análisis es importante destacar al concepto **especie** el cual es definido por la fracción VIII del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS) como:

“La unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, que comparten rasgos morfológicos, fisiológicos y conductuales”.

Esta definición establece la diferencia entre especie e individuo, la especie es un conjunto de individuos (población) y, consecuentemente un individuo no es una especie, es miembro de una especie. En tal sentido, para afectar a una especie (recibir un efecto negativo que comprometa su viabilidad, habría que ocasionar alguno o varios de los siguientes supuestos:

- * Eliminar un determinado número de individuos de una especie (subpoblación), en cantidad y forma tal que se incida sobre su equilibrio poblacional, lo que equivale a considerar que se pudiera incidir sobre su crecimiento poblacional considerando que, el crecimiento poblacional es el cambio de la población con respecto al tiempo, debido a la interacción entre el potencial biótico y la resistencia ambiental. Este último proceso se puede considerar como un sistema con una retroalimentación negativa que tiende a mantener la población en un cierto tipo de equilibrio.

Por ello, cuando la afectación a la especie se traduce en el desequilibrio de la población, entonces y solo entonces puede “ponerse en riesgo o comprometerse a la biodiversidad” ya que se rompería uno de los eslabones de la trama que sustenta la integridad y funcionalidad del ecosistema, lo que propiciaría registrar alteraciones que se irían evidenciando en los patrones de la biodiversidad del área respectiva.

- * Incidir sobre poblaciones de especies en estatus de riesgo. Es lógico suponer que el efecto negativo sobre los índices de equilibrio, de las poblaciones de especies en riesgo podrán acelerar procesos que “comprometan a la biodiversidad”, toda vez que el hecho de que la viabilidad de una especie se encuentre en riesgo ya denota un desequilibrio de su población, mismo que podría acelerarse con una afectación adicional.
- * Propiciar afectaciones sobre las poblaciones que incidan, de manera negativa, sobre su potencial reproductivo, bien sea por alteraciones en su genoma o por reducir las tasas de reclutamiento a niveles que no logren compensar las pérdidas naturales (mortalidad).
- * Favorecer la alteración de la estructura abiótica de los ecosistemas con efecto en el sostenimiento de las condiciones ecofisiológicas que mantienen las condiciones actuales de la biota.

Al respecto, el Artículo 58 hace referencia a las diferentes categorías de riesgo para las especies cuyo equilibrio poblacional se encuentre alterado. De las tres categorías que define este precepto, resulta evidente que las especies con estatus de riesgo “*en peligro de extinción*” evidencian una mayor vulnerabilidad, consecuentemente, en cualquier esfuerzo de aprovechamiento de recursos naturales que directa o indirectamente incidan sobre la conservación de ese tipo de especies deben centrarse los objetivos más consistentes para preservarlas. Al respecto, en el espacio cuyo uso de suelo será modificado por la remoción de vegetación, no se encontraron ninguna de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta misma aseveración se presenta para la fauna, en ambos sentidos tanto en su parte acuática como terrestre. Por todo lo tanto, se concluye que el proyecto, expresada en la permanencia de las especies de flora a intervenir no compromete la biodiversidad debido a que el proyecto contempla la remoción y reubicación de individuos, no así de poblaciones o comunidades completas, y que además se ofrecen alternativas para el manejo y resguardo de estos mediante su reubicación. Así, considerando que la remoción de vegetación trae consigo algunos impactos de carácter negativo, temporales, puntuales, reversibles y de muy baja magnitud e importancia, sobre el agua, suelo, la flora y la fauna, por lo que se plantea una superficie similar a la afectada para realizar obras de conservación y protección del cuerpo de agua. Para el caso de la Fauna y de acuerdo con los índices de diversidad evaluados, la avifauna es la que presenta una mayor diversidad (I. Shannon) en el SAR como unidad de análisis. La avifauna generalmente resultará el taxón más diverso, y

mayormente representado debido a su amplia capacidad de dispersión que poseen las especies y su plasticidad en lo referente a fuentes tróficas.

Finalmente, y teniendo como fundamento lo anteriormente descrito, el proyecto se juzga con suficiente certidumbre, **AMBIENTALMENTE FACTIBLE**, en el entendido que la factibilidad está estrechamente sujeta al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como de la supervisión y vigilancia que asegure su implementación y eficiencia de estas.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 2

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS. 2

VIII.1.1 Levantamiento de daños puente existente.....2

VIII.1.2 Planta general del proyecto.....2

VIII.1.3 Planta topográfica.....2

VIII.1.4 Estudio topobatimétrico.2

VIII.1.5 Estudio topohidráulico e hidrológico.....2

VIII.1.6 Estudio de cimentación.2

VIII.1.7 Estudio de socavación.2

VIII.1.8 Procedimiento de demolición (hilo dimantado).....2

VIII.1.9 Procedimiento constructivo.3

VIII.1.10 Cartografía.....3

VIII.1.11 Formatos y catálogos de flora y fauna.3

VIII.1.12 Fotográfico.3

VIII.1.13 Coordenadas del SAR.....3

Glosario de términos.4

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN, PLANOS DE LOCALIZACIÓN, FOTOGRAFÍAS Y VIDEOS.

De acuerdo con el artículo Número 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregó cuatro ejemplares de la Manifestación de Impacto Ambiental, de los cuales uno será utilizado para consulta pública (se entregará un ejemplar impreso y tres discos magnéticos). Así mismo se integró un Resumen de la Manifestación de Impacto Ambiental no excediendo las 20 cuartillas.

VIII.1.1 Levantamiento de daños puente existente.

Anexo 1

VIII.1.2 Planta general del proyecto.

Anexo 2

VIII.1.3 Planta topográfica.

Anexo 3

VIII.1.4 Estudio topobatimétrico.

Anexo 4

VIII.1.5 Estudio topohidráulico e hidrológico.

Anexo 5

VIII.1.6 Estudio de cimentación.

Anexo 6

VIII.1.7 Estudio de socavación.

Anexo 7

VIII.1.8 Procedimiento de demolición (hilo dimantado).

Anexo 8

VIII.1.9 Procedimiento constructivo.

Anexo 9

VIII.1.10 Cartografía.

Anexo 10

VIII.1.11 Formatos y catálogos de flora y fauna.

Anexo 11

VIII.1.12 Fotográfico.

Anexo 12

VIII.1.13 Coordenadas del SAR.

Anexo 13

Glosario de términos.

- **Área agropecuaria:** Terreno que se utiliza para la producción agrícola o la cría de ganado, el cual ha perdido la vegetación original por las propias actividades antropogénicas.
- **Área industrial, de equipamiento urbano o de servicios:** Terreno urbano o aledaño a un área urbana, donde se asientan un conjunto de inmuebles, instalaciones, construcciones y mobiliario utilizado para prestar a la población los servicios urbanos y desarrollar las actividades económicas.
- **Área de maniobras:** Área que se utiliza para el prearmado, montaje y vestidura de estructuras de soporte cuyas dimensiones están en función del tipo de estructura a utilizar.
- **Área rural:** Zona con núcleos de población frecuentemente dispersos menores a 5,000 habitantes. Generalmente, en estas áreas predominan las actividades agropecuarias.
- **Área urbana:** Zona caracterizada por presentar asentamientos humanos concentrados de más de 15,000 habitantes. En estas áreas se asientan la administración pública, el comercio organizado y la industria y presenta alguno de los siguientes servicios: drenaje, energía eléctrica y red de agua potable.
- **Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.
- **Biodiversidad:** Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.
- **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- **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.
- **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.
- **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.
- **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.
- **Medidas de compensación:** Conjunto de acciones que tienen como fin el compensar el deterioro ambiental ocasionado por los impactos ambientales asociados a un proyecto, ayudando así a restablecer las condiciones ambientales que existían antes de la realización de las actividades del proyecto.
- **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.
- **Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.
- **Vegetación natural:** Conjunto de elementos arbóreos, arbustivos y herbáceos presentes en el área por afectar por las obras de infraestructura eléctrica y sus asociadas.