



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

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ

Capítulo I
Modalidad Regional



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

I.1 Datos generales del proyecto	3
I.1.1 Nombre del proyecto	3
I.1.2 Ubicación del proyecto	3
I.1.3 Duración del proyecto	10
I.2 Datos Generales del Promovente	10
I.2.1 Nombre o razón social	10
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente	10
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal	10
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	10
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental	11
I.3.1 Nombre o razón social	11
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP	11
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio	11
I.3.4 Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio	11

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

El proyecto que pongo a su consideración para su evaluación corresponde al siguiente:

PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ

I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra situado en el Estado de Veracruz, municipio de Tlacotalpan.

Se encuentra ubicado entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albuferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país, y el décimo lugar entre los estados de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el Municipio de Tlacotalpan, de dicho Municipio se hace la siguiente descripción:

- Tlacotalpan, se encuentra ubicado en la zona centro montañosa del estado en las coordenadas 18° 37' latitud norte y 95° 40' longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Alvarado, al este con Lerdo de Tejada, al sur con Isla. Su distancia aproximada al sureste de la capital del Estado, por carretera es de 203 Km Tiene una superficie de 577.59 Km², Cifra que representa un 0.80% del total del Estado.

Las coordenadas del proyecto y los mapas de localización se presentan a continuación:

Tabla I. 1. Coordenadas de las obras de protección marginal.

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	221675	2064012	95° 38' 17.485" W	18° 38' 55.447" N
2	221679	2064011	95° 38' 17.317" W	18° 38' 55.421" N
3	221683	2063990	95° 38' 17.201" W	18° 38' 54.743" N
4	221677	2063955	95° 38' 17.370" W	18° 38' 53.602" N
5	221672	2063922	95° 38' 17.528" W	18° 38' 52.542" N
6	221668	2063900	95° 38' 17.635" W	18° 38' 51.819" N
7	221665	2063874	95° 38' 17.728" W	18° 38' 50.982" N
8	221662	2063838	95° 38' 17.839" W	18° 38' 49.790" N
9	221658	2063805	95° 38' 17.931" W	18° 38' 48.740" N
10	221655	2063780	95° 38' 18.035" W	18° 38' 47.901" N
11	221639	2063772	95° 38' 18.568" W	18° 38' 47.636" N
12	221632	2063731	95° 38' 18.807" W	18° 38' 46.315" N
13	221632	2063695	95° 38' 18.789" W	18° 38' 45.151" N
14	221628	2063656	95° 38' 18.903" W	18° 38' 43.876" N
15	221618	2063618	95° 38' 19.219" W	18° 38' 42.629" N
16	221617	2063598	95° 38' 19.229" W	18° 38' 41.967" N
17	221611	2063573	95° 38' 19.424" W	18° 38' 41.159" N
18	221621	2063541	95° 38' 19.082" W	18° 38' 40.139" N
19	221611	2063498	95° 38' 19.400" W	18° 38' 38.720" N
20	221607	2063470	95° 38' 19.503" W	18° 38' 37.799" N
21	221602	2063423	95° 38' 19.666" W	18° 38' 36.300" N
22	221600	2063398	95° 38' 19.724" W	18° 38' 35.477" N
23	221601	2063398	95° 38' 19.690" W	18° 38' 35.477" N
24	221599	2063357	95° 38' 19.732" W	18° 38' 34.134" N
25	221597	2063310	95° 38' 19.780" W	18° 38' 32.618" N
26	221592	2063241	95° 38' 19.925" W	18° 38' 30.354" N
27	221586	2063229	95° 38' 20.102" W	18° 38' 29.962" N
28	221584	2063199	95° 38' 20.169" W	18° 38' 28.992" N
29	221581	2063180	95° 38' 20.248" W	18° 38' 28.368" N
30	221580	2063134	95° 38' 20.284" W	18° 38' 26.872" N
31	221579	2063096	95° 38' 20.297" W	18° 38' 25.638" N
32	221580	2063071	95° 38' 20.220" W	18° 38' 24.825" N
33	221574	2063071	95° 38' 20.424" W	18° 38' 24.823" N
34	221572	2063081	95° 38' 20.527" W	18° 38' 25.140" N
35	221571	2063102	95° 38' 20.547" W	18° 38' 25.837" N
36	221571	2063144	95° 38' 20.585" W	18° 38' 27.198" N



FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
37	221574	2063170	95° 38' 20.479" W	18° 38' 28.046" N
38	221570	2063175	95° 38' 20.628" W	18° 38' 28.193" N
39	221571	2063183	95° 38' 20.611" W	18° 38' 28.458" N
40	221577	2063184	95° 38' 20.406" W	18° 38' 28.494" N
41	221575	2063199	95° 38' 20.454" W	18° 38' 28.975" N
42	221572	2063199	95° 38' 20.575" W	18° 38' 28.998" N
43	221573	2063216	95° 38' 20.540" W	18° 38' 29.531" N
44	221576	2063216	95° 38' 20.441" W	18° 38' 29.536" N
45	221579	2063242	95° 38' 20.355" W	18° 38' 30.383" N
46	221581	2063288	95° 38' 20.308" W	18° 38' 31.899" N
47	221581	2063302	95° 38' 20.320" W	18° 38' 32.335" N
48	221585	2063307	95° 38' 20.172" W	18° 38' 32.490" N
49	221588	2063353	95° 38' 20.106" W	18° 38' 33.987" N
50	221590	2063396	95° 38' 20.070" W	18° 38' 35.412" N
51	221592	2063403	95° 38' 20.009" W	18° 38' 35.636" N
52	221589	2063406	95° 38' 20.098" W	18° 38' 35.740" N
53	221590	2063424	95° 38' 20.061" W	18° 38' 36.316" N
54	221594	2063425	95° 38' 19.937" W	18° 38' 36.338" N
55	221599	2063475	95° 38' 19.776" W	18° 38' 37.967" N
56	221604	2063498	95° 38' 19.615" W	18° 38' 38.726" N
57	221607	2063519	95° 38' 19.551" W	18° 38' 39.400" N
58	221604	2063533	95° 38' 19.652" W	18° 38' 39.866" N
59	221605	2063552	95° 38' 19.615" W	18° 38' 40.477" N
60	221603	2063576	95° 38' 19.709" W	18° 38' 41.259" N
61	221612	2063624	95° 38' 19.435" W	18° 38' 42.810" N
62	221617	2063690	95° 38' 19.270" W	18° 38' 44.954" N
63	221623	2063697	95° 38' 19.093" W	18° 38' 45.189" N
64	221623	2063738	95° 38' 19.105" W	18° 38' 46.520" N
65	221628	2063759	95° 38' 18.938" W	18° 38' 47.218" N
66	221625	2063761	95° 38' 19.060" W	18° 38' 47.284" N
67	221629	2063778	95° 38' 18.919" W	18° 38' 47.840" N
68	221632	2063793	95° 38' 18.836" W	18° 38' 48.314" N
69	221641	2063796	95° 38' 18.524" W	18° 38' 48.433" N
70	221650	2063841	95° 38' 18.252" W	18° 38' 49.897" N
71	221656	2063880	95° 38' 18.041" W	18° 38' 51.154" N
72	221664	2063923	95° 38' 17.814" W	18° 38' 52.557" N
73	221671	2063968	95° 38' 17.579" W	18° 38' 54.023" N
74	221675	2063991	95° 38' 17.470" W	18° 38' 54.785" N

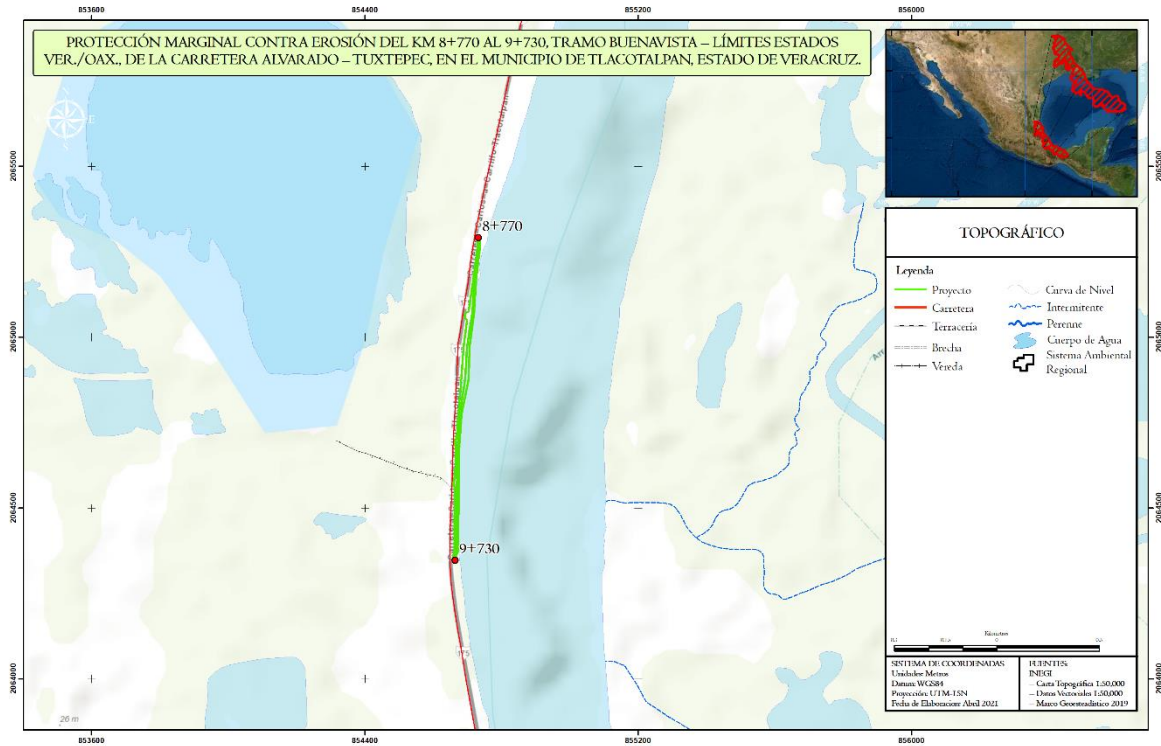


Figura I. 2 Topografía

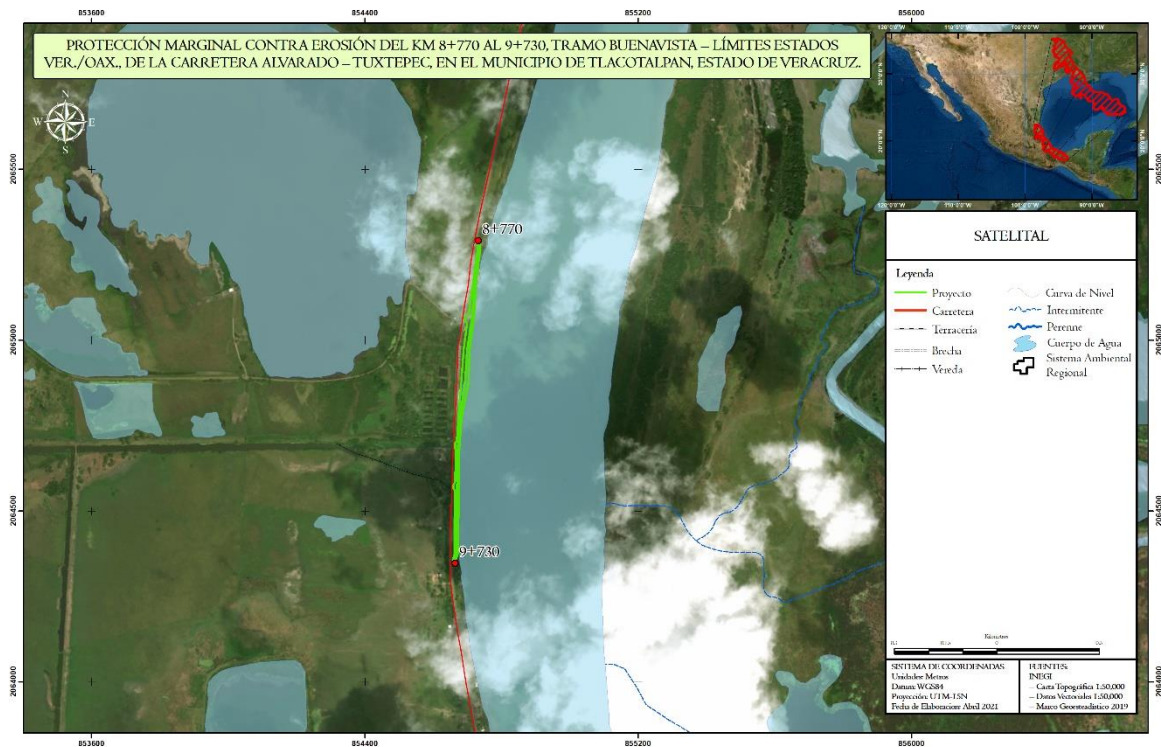


Figura I. 3 Vista satelital del proyecto



El proyecto se desarrolla dentro del derecho de vía de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el cadenamiento del km 8+770 al km 9+730. Lo que se busca con las obras para proteger márgenes de ríos es evitar el contacto directo de la corriente de alta velocidad con el material que forma la orilla, además de corregir o conducir el flujo a una distancia deseada y conveniente. Para el caso del sitio de estudio, el objetivo corresponde a estabilizar la margen exterior de la curva de un tramo del río Papaloapan, con la finalidad de evitar que el proceso natural de desplazamiento del río dañe la integridad de la carretera. Es importante mencionar que en subtramos aledaños al presente, estos mismos trabajos de protección marginal se han llevado a cabo por la CONAGUA. En las siguientes imágenes se muestra el inicio y el final de las obras propuestas



Fotografía I. 1 Inicio de los trabajos propuestos



Fotografía I. 2 Final de los trabajos propuestos.



1.1.3 Duración del proyecto

El proyecto requiere un periodo de 60 meses (cinco años) para la etapa de preparación de sitio y construcción, la vida útil del mismo es de 30 años aproximadamente, aunque con las adecuadas medidas de prevención y mantenimiento se espera que la vida útil del proyecto se alargue indefinidamente.

1.2 Datos Generales del Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

Secretaría de Comunicaciones y Transportes
Subsecretaría de Infraestructura
Dirección General de Conservación de Carreteras

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

[Redacted]

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[Redacted]

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[Redacted]



I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental

I.3.1 Nombre o razón social

Grupo Ambiental Hatso, S.A. de C.V.

I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP

██████████

I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio

██

I.3.4 Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

██████████

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ

Capítulo II Modalidad Regional



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

II.1 Información general del proyecto	3
II.1.1 Justificación.	3
II.1.2 Objetivo.	13
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto	14
II.1.4 Inversión requerida	21
II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos	23
II.2 Características particulares del proyecto	24
II.2.1 Programa de trabajo	63
II.2.2 Representación gráfica regional	64
II.2.3 Representación gráfica local	65
II.2.4 Dimensiones del Proyecto.	66
II.2.5 Preparación del sitio y construcción	67
II.2.6 Operación y mantenimiento.	71
II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	71
II.2.8. Residuos.	72

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 Justificación.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), a través de la Dirección General de Conservación de Carreteras, contempla la ejecución del proyecto denominado: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

Existen principalmente tres tipos de obras para proteger las márgenes de los ríos contra la erosión:

- Recubrimientos marginales
- Espigones
- Menos común, pero también se emplean diques marginales

La elección de una u otra depende del objetivo de la protección, características específicas del sitio, complejidad de procedimientos constructivos, materiales disponibles, economía y aspectos ambientales.

Lo que se buscan con las obras para proteger márgenes de ríos es evitar el contacto directo de la corriente de alta velocidad con el material que forma la orilla, además de corregir o conducir el flujo a una distancia deseada y conveniente.

Para el caso del sitio de estudio, el objetivo corresponde a estabilizar la margen exterior de la curva de un tramo del río Papaloapan, con la finalidad de evitar que el proceso natural de desplazamiento del río dañe la integridad de la carretera, y un potencial colapso de la sección.

Para las propuestas de alternativas de obras de estabilización del cauce, se tomaron las siguientes consideraciones:

- Debido a que la margen actual del río a rectificar se ubica en un tramo muy cercana al hombro de la carretera, se exploró una primera opción recorrer unos 5 m la margen hacia el interior del río como medida de protección.
- Una segunda opción considera salvar el derecho de vía de 20 m.
- Una tercera opción, considera la ubicación actual de la margen, que tiene una geometría discontinua.
- Se tomó en consideración que es un cauce ancho, de planicie, con influencia de marea (sin amortiguamiento sensible desde la desembocadura de la laguna de Alvarado), por lo cual los niveles del río presentan fluctuación diaria, que pueden



ser de 20 cm en mareas muertas (cuartos lunares) y de hasta 70 cm en mareas vivas (luna nueva o llena).

- La presencia de la marea influye en la hidrodinámica (corrientes y magnitudes) del sitio de estudio, por lo cual las corrientes y comportamiento hidrodinámico con las obras se analizó con un modelo adecuado para estas condiciones.
- Los diseños consideran que el material que compone la margen es material cohesivo de resistencia baja, por lo cual se limitan las soluciones como tablaestacados, pilotes, muros de gravedad, etc.
- Los diseños de las obras de protección se realizan para el gasto formativo, aquel que se inicia el desbordamiento y que al analizarlo en modelo matemático corresponde a un $T_r=50$ años, considerando los hombros del río en el tramo de estudio a una elevación de ~ 2 m.
- Las propuestas de inicio descartan el uso de materiales como la roca, por no ubicar bancos cercanos, así como de materiales que puedan destruirse fácilmente.

Alternativas de Solución

Para el diseño inicialmente se trazó el eje del río y un elemento de alta importancia para la obra que corresponde a la línea de extrema defensa, sobre la cual se proyectaron las alternativas.

Para este proyecto en específico debido a las características del sitio, se analizan propuestas de obras sobre dos líneas de extrema defensa.



Imagen II. 1 Trazo de eje del río y propuesta de líneas de extrema defensa para la propuesta de alternativas.

La propuesta de línea de extrema defensa a 20 m para garantizar el derecho de vía, tiene limitaciones respecto a la ser una alternativa de tipo protección marginal a talud, debido a que requiere de volúmenes importantes de relleno, lo cual hace costosa la obra, ya que su proyección cruza por zonas con profundidad hasta de 12 m. Esta extrema de defensa es factible con solución de tipo espigones, los cuales lo que hacen es alejar la corriente de la orilla.

La línea de defensa a 5 m busca lograr una distancia aceptable del hombro de la carretera, aunque también implica rellenos, pero solo en algunos tramos. Esta propuesta es factible para protecciones marginales a talud.

El trazo de la línea de defensa actual, sobre la cual se desplantan dos protecciones recientes podría ser el más económico, pero de presentarse socavación interna (por la parte posterior de la protección marginal), puede afectarse de forma inmediata la carretera. Esta propuesta es factible para protecciones marginales a talud, incluyendo soluciones flexibles como tapetes flexibles de concreto.

Alternativa 01 (espigones).

La primera alternativa corresponde a una solución a base de espigones, la cual busca alejar la corriente de alta velocidad (que induce la erosión) de la margen.

Para esta solución se pretende alejar la corriente al menos a una distancia que salvaguarde el derecho de vía de 20 m, ya que al ser estructuras ligeramente transversales a la margen, son fácilmente construibles, sin requerir volúmenes de relleno, ya que inclusive algunos diseños favorecen el depósito del sedimento.

Para esta alternativa se opta por un diseño general con una orientación aguas abajo de los espigones, un ángulo interno con la margen de 70° , una separación inicial de 11° (a partir de ángulo de expansión).

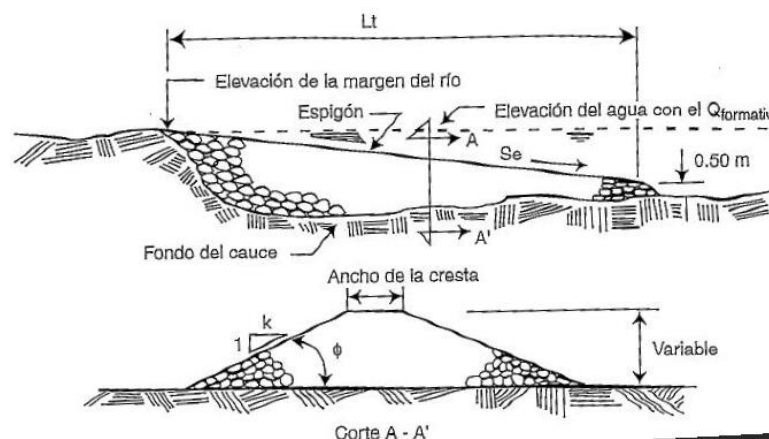


Imagen II. 2 Esquema del espigón propuesto, sin empotre y a talud hacia el interior del río.

La longitud de los espigones es variable, respondiendo al criterio de que este alcance la línea de extrema defensa propuesta.

No se considera empotre porque se ubica inmediatamente el terraplén de la carretera.

Los espigones se diseñaron con una inclinación hacia el centro, con nivel de 1.9 m en el empotre y de 0.1 m en el morro.

No se proponen espigones de transición debido a que el arreglo mismo permite una desviación gradual en el primer espigón (corriente arriba). Esto se comprueba en la modelación de la alternativa de solución. En todo caso siempre se recomienda reforzar el primer espigón.

Considerando que no se dispone de roca en la región, se propone inicialmente el empleo de bolsacreto (geotextil relleno de mortero, con dimensiones de 1.2x2.4 m y altura de 0.4), talud 1:1.5.

El arreglo propuesto consta de 10 espigones de longitud variable entre 30 y 40 m, separados entre sí de 100 a 170 m. La separación inicial recomendada para un criterio económico en curva es de 4 veces la longitud, por lo cual para esta solución se cumple.

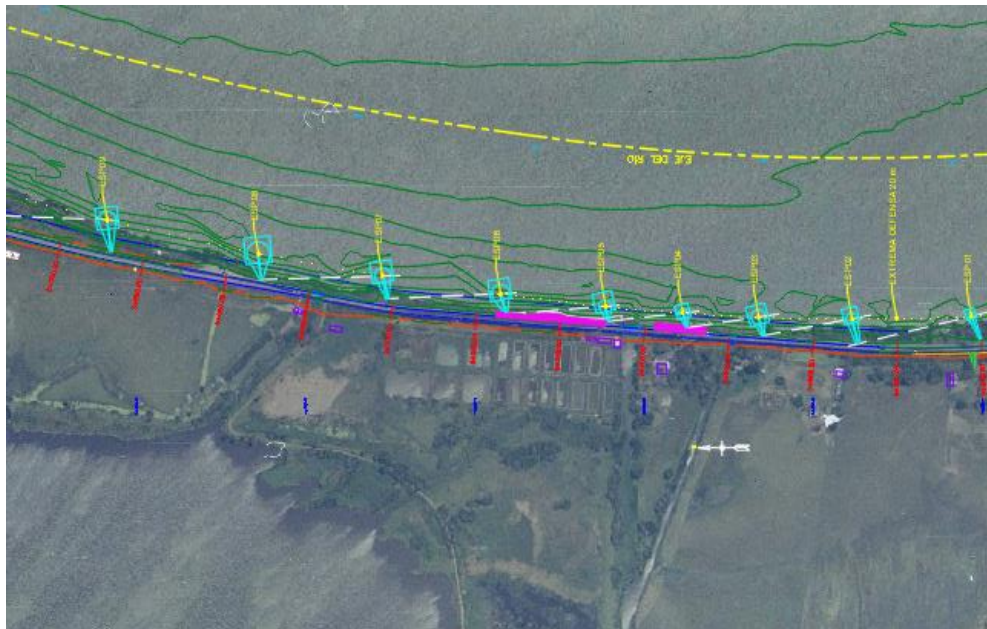


Imagen II. 3 Vista en planta del arreglo de espigones como protección marginal para alejar las líneas de corriente a una distancia de 20 m.

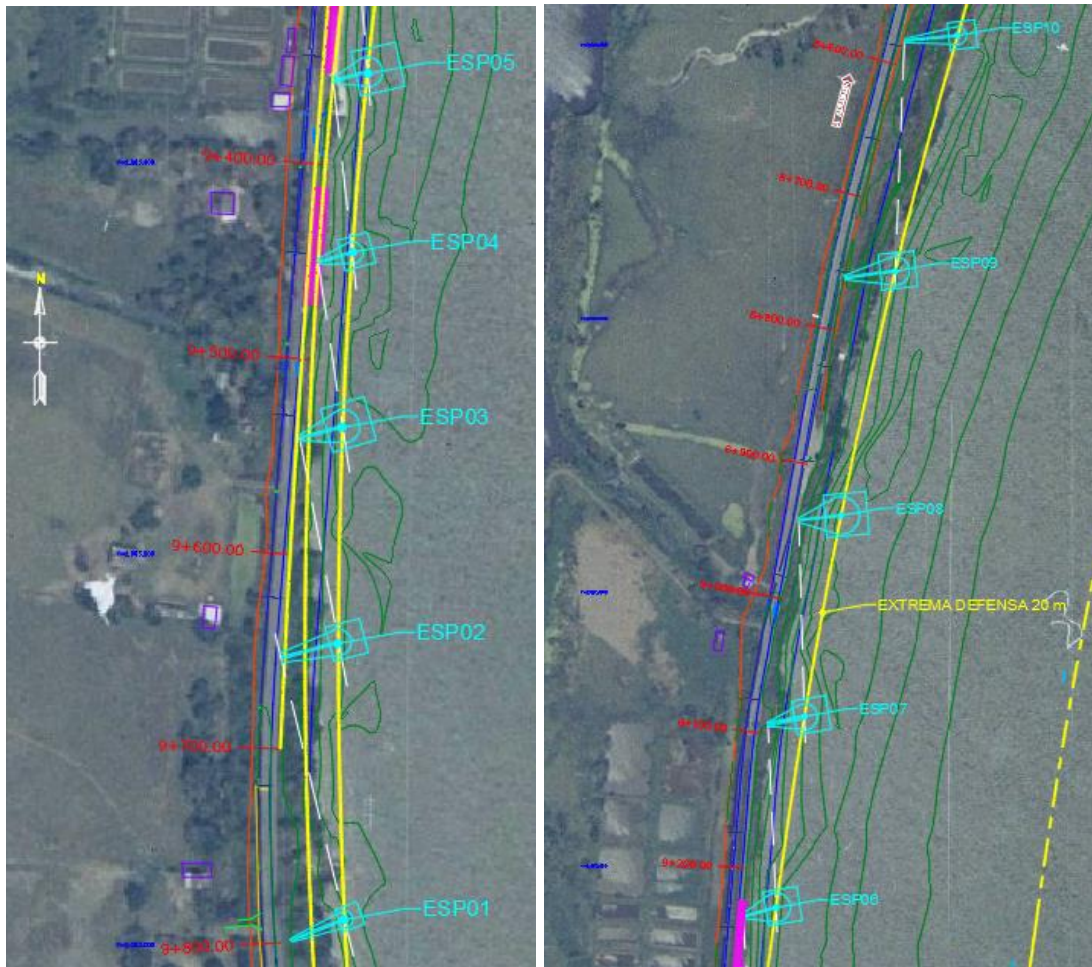


Imagen II. 4 Vista en planta a detalle del arreglo de espigones como protección marginal para alejar las líneas de corriente a una distancia de 20 m.

Una vez que se modeló el arreglo se pudo comprobar que se cumple la función de alejar las líneas de corrientes de la margen, además se favorece la depositación de sedimento entre espigones.

En la siguiente figura se presenta la comparativa de corrientes del escenario actual y proyecto con espigones, donde es evidente el alejamiento de corrientes fuertes de la margen a proteger y la reducción de velocidades que en el escenario actual son mayores a 1.2 m/s y en el escenario de proyecto son menores a 0.5 m/s.

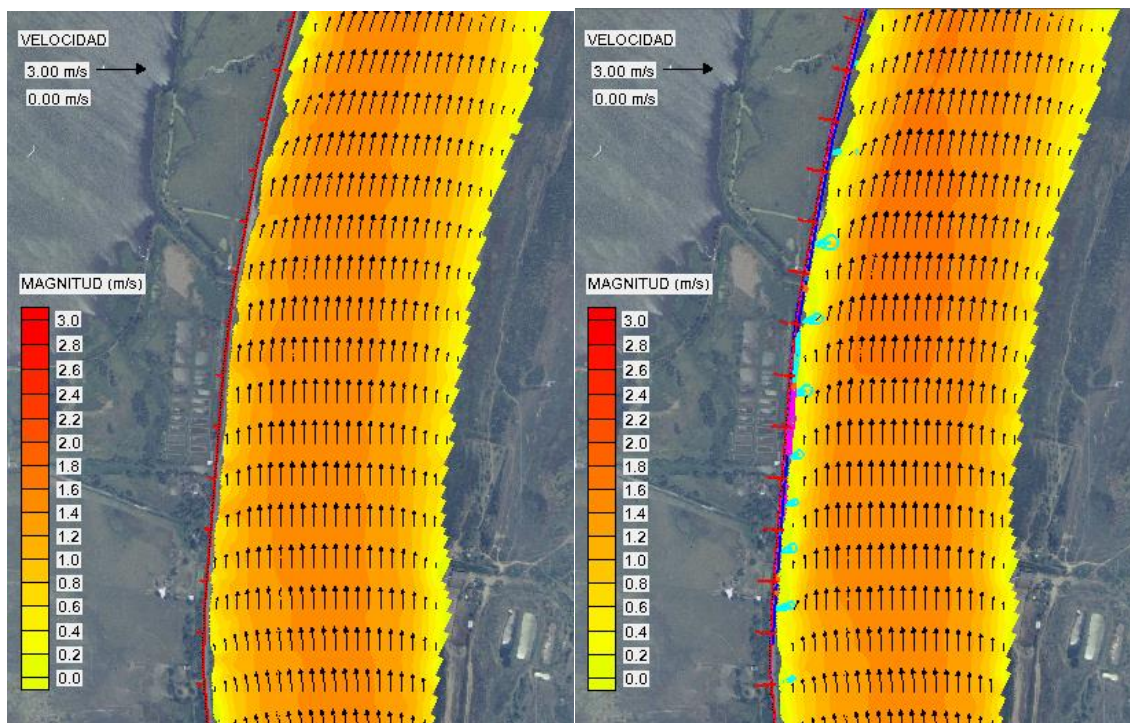


Imagen II. 5 Comparativa de corrientes en el escenario actual y de proyecto con espigones en modelo bidimensional.

Alternativa 02 (protección marginal).

La Alternativa 02 emplea la solución rígida de protección marginal, misma que se desplanta aproximadamente sobre la margen actual.

La protección abarca del cadenamiento 8+770 al 9+730 (960 m), con lo cual se garantiza la estabilidad de la carretera, pues es la parte de la curva con riesgo.

El diseño general se basa en una protección a talud empleando bolsacreto (debido a la poca disponibilidad de otros materiales en la zona). Se propone coronar la protección a 3 m, desplante a tope con talud natural (entre -1 m y -2 m) y talud 1:1.5.

El diseño considera una base de apoyo con los mismos materiales.

Para evitar la socavación pie, se propone la colocación de tapete antisocavación bajo el criterio: la longitud mayor entre la socavación estimada al pie y la distancia al nivel del agua de diseño, con Tr de 50 años.

Por la parte posterior se efectuarán rellenos con material de banco (arena y grava) en las zonas que se requiera.

Entre el perfil de la margen y la protección se colocará un filtro geotextil no tejido que evite la fuga de material fino.

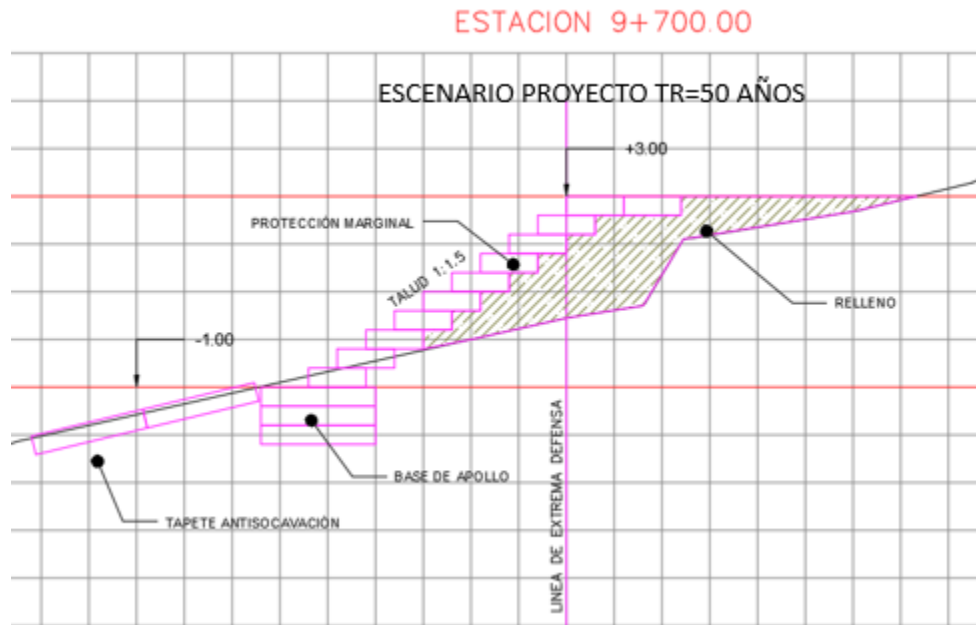


Imagen II. 6. Perfil tipo de tramos donde se requiere relleno para protección a nivel de margen actual, Alternativa 02.

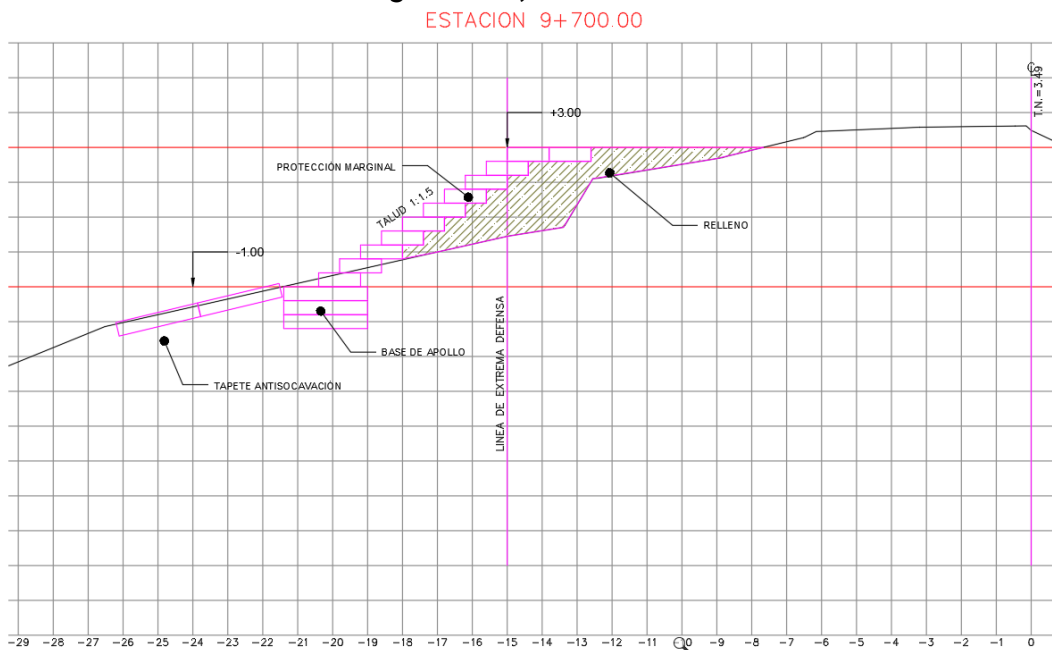


Imagen II. 7 Perfil tipo de tramos donde se requiere de protección a nivel de margen actual, Alternativa 02.

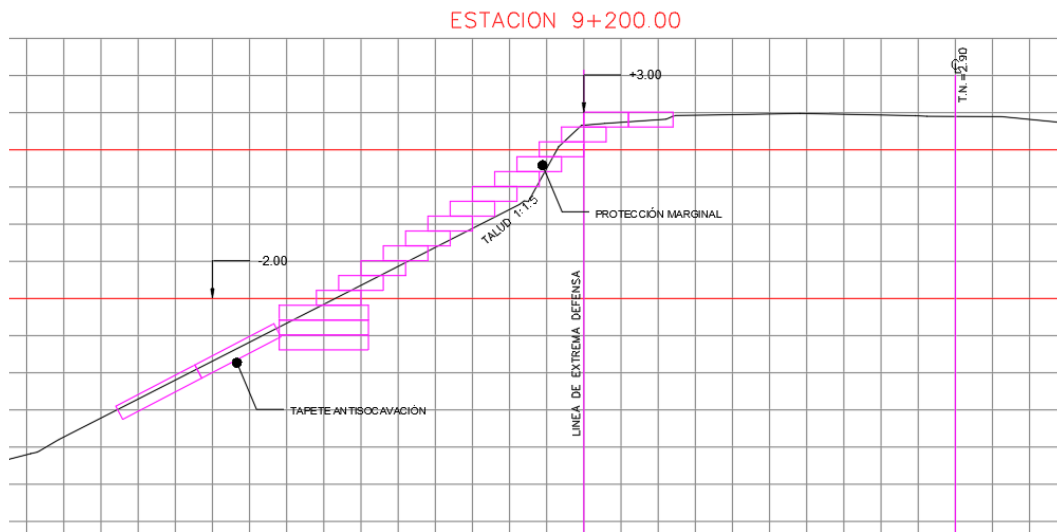


Imagen II. 8. Perfil tipo de tramos donde se requiere de protección a nivel de margen actual, Alternativa 02.

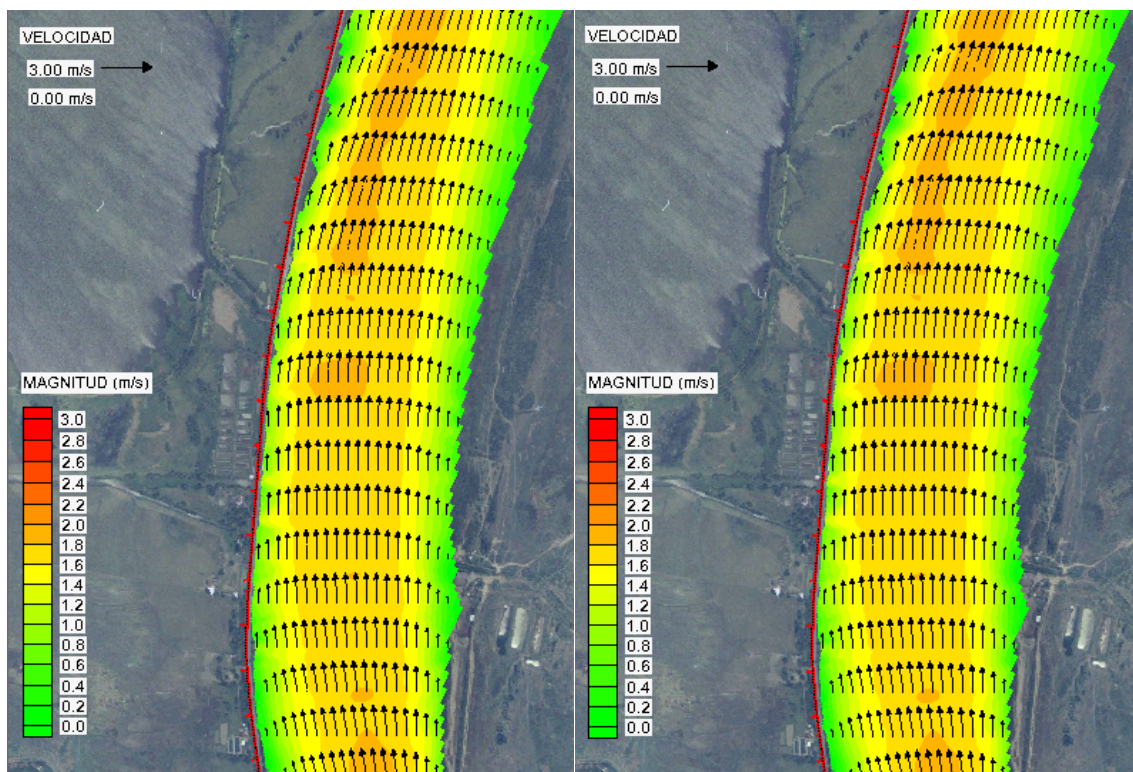


Imagen II. 9. Comparativa de corrientes en modelo matemático para gasto pico con $T_r=50$ años en el escenario actual y de proyecto.

Tabla II. 1 Análisis de Ventajas y Desventajas de las Alternativas analizadas.

Solución	Ventajas	Desventajas
Espigones	<p>Aleja la corriente de la orilla</p> <p>Fácil construcción</p> <p>Poco o nulo mantenimiento</p> <p>La falla se da de forma individual, por lo cual no se queda expuesto el resto de la margen y no se afectan los otros espigones</p>	<p>Reduce ancho del río cuando se protegen ambas márgenes.</p> <p>Pérdida de energía.</p> <p>Con la modelación se comprobó que, para este sitio en específico, se genera azolve entre los espigones, lo cual a su vez puede afectar el funcionamiento de las compuertas y comunicación con las lagunas.</p> <p>Desde el aspecto ambiental puede tener mayores impactos debido a que modifica la orilla en un área de aproximadamente 2 a 3 ha (área que ocupan espigones más área que se azolva entre estos).</p>
Protección Marginal	<p>Fija la orilla de forma definitiva, lo cual no se logra con espigones.</p> <p>No reduce el área hidráulica.</p> <p>Considerando la presencia de las compuertas, esta alternativa no las afecta.</p> <p>La afectación ambiental es de un área menor a 1.5 ha respecto a espigones (área de protección marginal, incluye tapete)</p>	<p>Mayor dificultad de construcción debido a que es un río profundo, por lo cual es indispensable garantizar la estabilidad.</p> <p>Mantenimiento forzoso, la falla en un segmento (socavación interior o tubificación) puede afectar el resto de la protección</p> <p>Mayor costo que espigones, regularmente.</p> <p>Requiere rellenos para este proyecto en específico, lo cual puede dificultar el procedimiento constructivo</p>

Al efectuar la comparativa de las diferentes alternativas, se identifican criterios determinantes para seleccionar la mejor solución.

Respecto a espigones, con la modelación se comprobó que, para este sitio en específico, se genera azolve entre los espigones, lo cual a su vez puede afectar el funcionamiento de las compuertas y comunicación con las lagunas. Esto descarta el uso de esta solución, ya que se prevén impactos ambientales, sociales y económicos que, traducidos económicamente, pueden ser altamente costosos para proteger un tramo de carretera.

Respecto a la **alternativa de protección marginal**, aun cuando su costo respecto a espigones en la práctica puede ser mayor (costo exclusivo de la obra, sin cuantificar costos asociados a los impactos), su compatibilidad e interacción con las compuertas sin generar impacto, la convierte en la mejor solución.

Finalmente se menciona que a lo largo del margen del Río Papaloapan existen obras similares desarrolladas por la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), para buscar la protección del Río, como se muestra en las siguientes fotografías capturadas con el Drone, al momento de la prospección de campo. Por lo que otro criterio para selección la Alternativa 02 como la más adecuada fue los trabajos ya existentes.



Imagen II. 10 obras de protección existentes

Como se ha descrito anteriormente la propuesta de la obra de protección de Talud se ha considerado de una manera integral, buscando la mejor solución tanto técnica, económica, ambiental y socialmente aceptable.

II.1.2 Objetivo.

La obra: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ. Considera los siguientes objetivos

- Evitar la Erosión del Margen del Río Papaloapan
- Proteger la integridad del cuerpo de la carretera Alvarado - Tuxtepec
- Evitar un posible derrumbe del cuerpo de la carretera al cauce del río
- Garantizar la seguridad de los usuarios de la carretera y habitantes de la región



II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

El proyecto se encuentra situado en el Estado de Veracruz, el cual se encuentra ubicado entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albúferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país, y el décimo lugar entre los estados de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el Municipio de Tlacotalpan, de dicho Municipio se hace la siguiente descripción:

- Tlacotalpan, se encuentra ubicado en la zona centro montañosa del estado en las coordenadas 18° 37' latitud norte y 95° 40' longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Alvarado, al este con Lerdo de Tejada, al sur con Isla. Su distancia aproximada al sureste de la capital del Estado, por carretera es de 203 Km Tiene una superficie de 577.59 Km², Cifra que representa un 0.80% del total del Estado.

Las coordenadas del proyecto y los mapas de localización se presentan a continuación:

Tabla II. 2 Coordenadas de las obras de protección marginal.

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	221675	2064012	95° 38' 17.485" W	18° 38' 55.447" N
2	221679	2064011	95° 38' 17.317" W	18° 38' 55.421" N
3	221683	2063990	95° 38' 17.201" W	18° 38' 54.743" N
4	221677	2063955	95° 38' 17.370" W	18° 38' 53.602" N
5	221672	2063922	95° 38' 17.528" W	18° 38' 52.542" N
6	221668	2063900	95° 38' 17.635" W	18° 38' 51.819" N
7	221665	2063874	95° 38' 17.728" W	18° 38' 50.982" N
8	221662	2063838	95° 38' 17.839" W	18° 38' 49.790" N
9	221658	2063805	95° 38' 17.931" W	18° 38' 48.740" N
10	221655	2063780	95° 38' 18.035" W	18° 38' 47.901" N
11	221639	2063772	95° 38' 18.568" W	18° 38' 47.636" N
12	221632	2063731	95° 38' 18.807" W	18° 38' 46.315" N
13	221632	2063695	95° 38' 18.789" W	18° 38' 45.151" N
14	221628	2063656	95° 38' 18.903" W	18° 38' 43.876" N
15	221618	2063618	95° 38' 19.219" W	18° 38' 42.629" N



FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
16	221617	2063598	95° 38' 19.229" W	18° 38' 41.967" N
17	221611	2063573	95° 38' 19.424" W	18° 38' 41.159" N
18	221621	2063541	95° 38' 19.082" W	18° 38' 40.139" N
19	221611	2063498	95° 38' 19.400" W	18° 38' 38.720" N
20	221607	2063470	95° 38' 19.503" W	18° 38' 37.799" N
21	221602	2063423	95° 38' 19.666" W	18° 38' 36.300" N
22	221600	2063398	95° 38' 19.724" W	18° 38' 35.477" N
23	221601	2063398	95° 38' 19.690" W	18° 38' 35.477" N
24	221599	2063357	95° 38' 19.732" W	18° 38' 34.134" N
25	221597	2063310	95° 38' 19.780" W	18° 38' 32.618" N
26	221592	2063241	95° 38' 19.925" W	18° 38' 30.354" N
27	221586	2063229	95° 38' 20.102" W	18° 38' 29.962" N
28	221584	2063199	95° 38' 20.169" W	18° 38' 28.992" N
29	221581	2063180	95° 38' 20.248" W	18° 38' 28.368" N
30	221580	2063134	95° 38' 20.284" W	18° 38' 26.872" N
31	221579	2063096	95° 38' 20.297" W	18° 38' 25.638" N
32	221580	2063071	95° 38' 20.220" W	18° 38' 24.825" N
33	221574	2063071	95° 38' 20.424" W	18° 38' 24.823" N
34	221572	2063081	95° 38' 20.527" W	18° 38' 25.140" N
35	221571	2063102	95° 38' 20.547" W	18° 38' 25.837" N
36	221571	2063144	95° 38' 20.585" W	18° 38' 27.198" N
37	221574	2063170	95° 38' 20.479" W	18° 38' 28.046" N
38	221570	2063175	95° 38' 20.628" W	18° 38' 28.193" N
39	221571	2063183	95° 38' 20.611" W	18° 38' 28.458" N
40	221577	2063184	95° 38' 20.406" W	18° 38' 28.494" N
41	221575	2063199	95° 38' 20.454" W	18° 38' 28.975" N
42	221572	2063199	95° 38' 20.575" W	18° 38' 28.998" N
43	221573	2063216	95° 38' 20.540" W	18° 38' 29.531" N
44	221576	2063216	95° 38' 20.441" W	18° 38' 29.536" N
45	221579	2063242	95° 38' 20.355" W	18° 38' 30.383" N
46	221581	2063288	95° 38' 20.308" W	18° 38' 31.899" N
47	221581	2063302	95° 38' 20.320" W	18° 38' 32.335" N
48	221585	2063307	95° 38' 20.172" W	18° 38' 32.490" N
49	221588	2063353	95° 38' 20.106" W	18° 38' 33.987" N
50	221590	2063396	95° 38' 20.070" W	18° 38' 35.412" N
51	221592	2063403	95° 38' 20.009" W	18° 38' 35.636" N
52	221589	2063406	95° 38' 20.098" W	18° 38' 35.740" N
53	221590	2063424	95° 38' 20.061" W	18° 38' 36.316" N
54	221594	2063425	95° 38' 19.937" W	18° 38' 36.338" N



FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
55	221599	2063475	95° 38' 19.776" W	18° 38' 37.967" N
56	221604	2063498	95° 38' 19.615" W	18° 38' 38.726" N
57	221607	2063519	95° 38' 19.551" W	18° 38' 39.400" N
58	221604	2063533	95° 38' 19.652" W	18° 38' 39.866" N
59	221605	2063552	95° 38' 19.615" W	18° 38' 40.477" N
60	221603	2063576	95° 38' 19.709" W	18° 38' 41.259" N
61	221612	2063624	95° 38' 19.435" W	18° 38' 42.810" N
62	221617	2063690	95° 38' 19.270" W	18° 38' 44.954" N
63	221623	2063697	95° 38' 19.093" W	18° 38' 45.189" N
64	221623	2063738	95° 38' 19.105" W	18° 38' 46.520" N
65	221628	2063759	95° 38' 18.938" W	18° 38' 47.218" N
66	221625	2063761	95° 38' 19.060" W	18° 38' 47.284" N
67	221629	2063778	95° 38' 18.919" W	18° 38' 47.840" N
68	221632	2063793	95° 38' 18.836" W	18° 38' 48.314" N
69	221641	2063796	95° 38' 18.524" W	18° 38' 48.433" N
70	221650	2063841	95° 38' 18.252" W	18° 38' 49.897" N
71	221656	2063880	95° 38' 18.041" W	18° 38' 51.154" N
72	221664	2063923	95° 38' 17.814" W	18° 38' 52.557" N
73	221671	2063968	95° 38' 17.579" W	18° 38' 54.023" N
74	221675	2063991	95° 38' 17.470" W	18° 38' 54.785" N

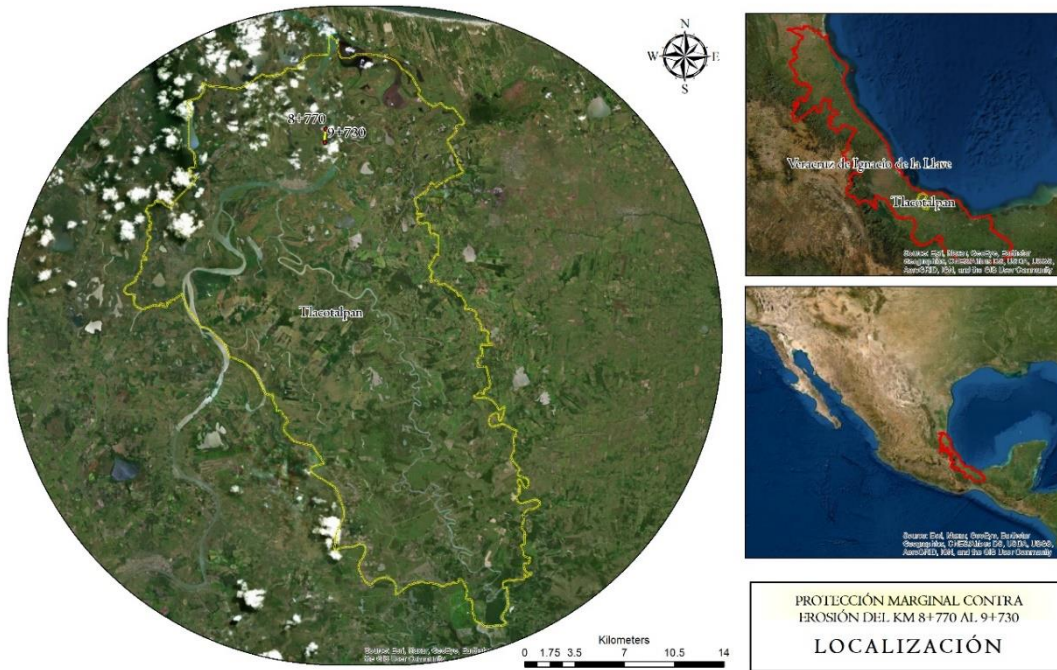


Imagen II. 10 Ubicación del proyecto

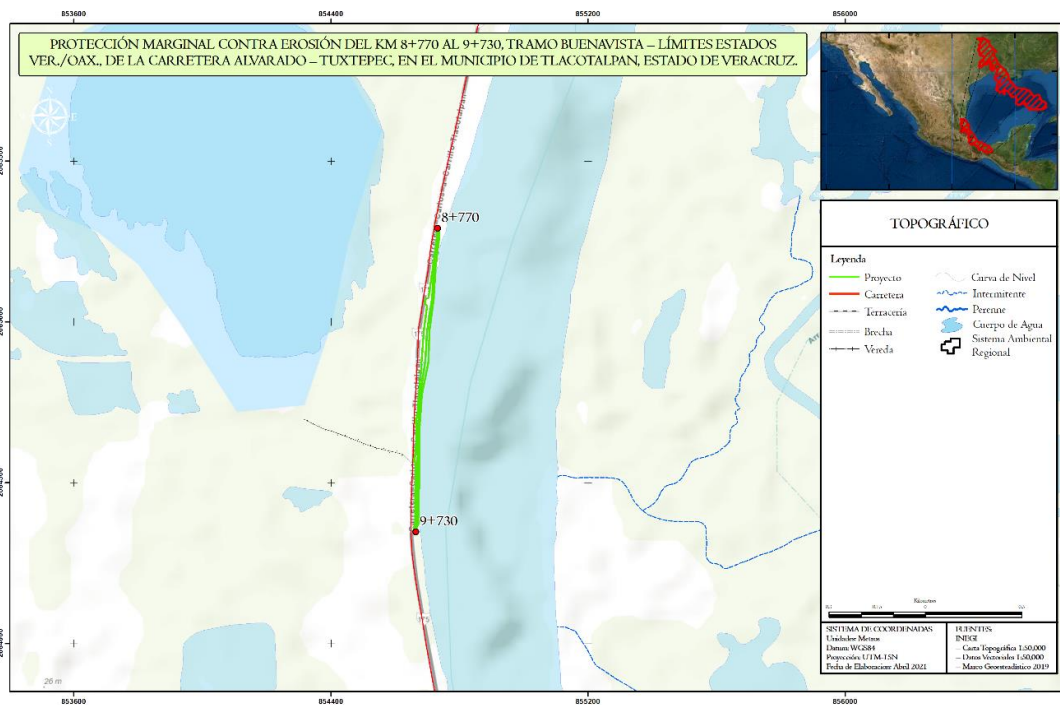


Imagen II. 11 Topografía

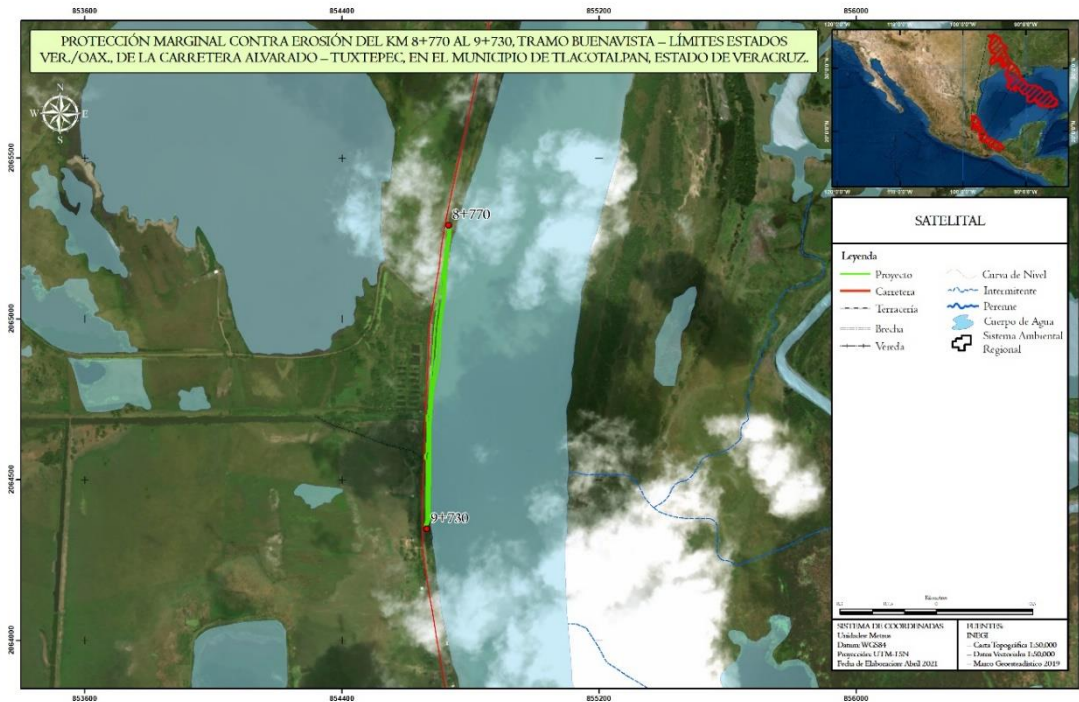


Imagen II. 12 Vista Satelital del proyecto

La obra se desarrolla dentro del derecho de vía de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el cadenamamiento 8+770 al 9+730, se trata de una obra encaminada a la protección de los usuarios de dicha vialidad, ya que la misma busca evitar la erosión del margen colindante con el río Tlacotalpan con obras de protección marginal para evitar un posible desbordamiento de la carretera, en las siguientes imágenes se muestra el inicio y el final de las obras propuestas.



Imagen II. 13 Inicio de los trabajos propuestos



Imagen II. 14 Final de los trabajos propuestos.

**II.1.4 Inversión requerida**

La obra: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ. Tiene un costo aproximado de \$60,872,528.70 (sesenta millones ochocientos setenta y dos mil quinientos veintiocho pesos 70/100 MN), conforme el siguiente catálogo de conceptos:

Tabla II. 3 Costos y conceptos estimados de la obra civil

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
PRELIMINARES DE OBRA.				
DESMONTE, DESHIERBE Y LIMPIA DE TERRENOS PARA PROPOSITOS DE CONSTRUCCION, INCLUYE: TALA, DESENRAICE Y RETIRO DE TRONCOS Y ÁRBOLES QUE SE ENCUENTRAN SOBRE LA MARGEN, Y CAIDOS DENTRO DEL CAUCE. INCLUYE: CARGA, ACARREO Y DEPOSTO, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	HA	0.60	\$110,000.00	\$66,000.00
CONSTRUCCIÓN DE PROTECCIÓN MARGINAL A BASE DE CIMBRA GEOTEXTIL RELLENA DE MORTERO				
EXCAVACIÓN EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA, PARA ALOJAR ESTRUCTURAS. INCLUYE AFINE PARA DESPLANTE, CARGA, ACARREO Y DEPOSITO DEL MATERIAL, Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	785.18	\$625.00	\$490,737.50
SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE GEOTEXTIL DE POLIESTER O POLIPROPILENO DE 350 GR/M2 COMO FILTRO DE LA PROTECCIÓN MARGINAL, COMO SE INDICA EN PROYECTO COLOCADO POR MEDIOS MANUALES, EN PRESENCIA DE AGUA, INCLUYE: COSTO DEL MATERIAL, TRANSPORTE HASTA EL SITIO, COLOCACIÓN SEGÚN PROYECTO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M2	23,872.22	\$425.00	\$10,145,693.50
SUMINISTRO, ACARREO Y COLOCACIÓN DE ROCA NATURAL DE BANCO PARA LA CONSTRUCCION DE TAPETE ANTISOCAVACIÓN A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO. EL TAPETE SE CONSTRUIRÁN CON UN ESPESOR DE 0.20 M EMPLEANDO ROCA DE MÍNIMO 0.1 M DE DIAMETRO. INCLUYE: COSTO DEL MATERIAL, SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN, ASÍ COMO SU VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	118.00	\$816.15	\$96,305.70
SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO DE CIMBRA GEOTEXTIL DE 0.10 M DE ESPESOR CON MORTERO DE RESITENCIA $f'c=150$ kg/m ² , PARA LA CONFORMACIÓN DEL TAPETE ANTISOCAVACIÓN, EMPLEANDO EQUIPO LIGERO A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO. INCLUYE: COSTO DEL MATERIALES, SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO CON PRESENCIA DE AGUA, ASÍ COMO SU VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	295.00	\$2,100.00	\$619,500.00



Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Importe
SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO DE CIMBRA GEOTEXTIL DE 1.20 X 2.40 M X 0.50 M CON MORTERO DE RESISTENCIA $f'c=150$ kg/m ² CADA ELEMENTO, PARA LA CONFORMACIÓN DE LA BASE DE LA PROTECCIÓN MARGINAL, EMPLEANDO EQUIPO LIGERO A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO. INCLUYE: COSTO DEL MATERIALES, SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO CON PRESENCIA DE AGUA, ASÍ COMO SU VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	1,164.00	\$2,100.00	\$2,444,400.00
SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO DE CIMBRA GEOTEXTIL DE 1.20 DE ANCHO, ESPESOR DE 0.50 M Y LONGITUD VARIABLE, CON MORTERO DE RESISTENCIA $f'c=150$ kg/m ² CADA ELEMENTO, PARA LA CONFORMACIÓN DEL CUERPO DE LA PROTECCIÓN MARGINAL, EMPLEANDO EQUIPO LIGERO A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO. INCLUYE: COSTO DEL MATERIALES, SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO CON PRESENCIA DE AGUA, ASÍ COMO SU VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	8,712.00	\$2,100.00	\$18,295,200.00
SUMINISTRO, ACARREO Y RELLENO CON MATERIAL DE BANCO 50% GRAVA, 50% ARENAS PARA LA CONFORMACIÓN DEL CUERPO DE LA PROTECCIÓN MARGINAL, EMPLEANDO EQUIPO LIGERO A LINEAS Y NIVELES DE PROYECTO. INCLUYE: COSTO DEL MATERIALES, SUMINISTRO, ACARREO, COLOCACIÓN Y LLENADO CON PRESENCIA DE AGUA, ASÍ COMO SU VERIFICACIÓN GEOMÉTRICA Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA EJECUCIÓN.	M3	13,604.52	\$2,100.00	\$28,569,492.00
LIMPIEZA Y ENTREGA FINAL				
LIMPIEZA DE LA OBRA. Y ENTREGA FINAL INCLUYE: EL RETIRO DE INSTALACIONES, ALMACENES, BODEGAS Y LA ENTREGA DEL SITIO OCUPADO PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS, RESTABLECIENDO LAS CONDICIONES AMBIENTALES Y FÍSICAS DE LA CARRETERA INICIALES Y LIBRE DE CUALQUIER CONTAMINACIÓN AL CAUCE DEL RÍO.	P.G.	1.00	\$145,200.00	\$145,200.00
TOTAL ESTIMADO DE LA OBRA				\$60,872,528.70

Es importante mencionar que el costo únicamente considera la obra civil del proyecto, por lo que se estima que las medidas de mitigación de la obra incrementarían en un 5% más el presupuesto de este, concluyendo en un monto estimado de sesenta y cuatro millones de pesos.

II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El proyecto se desarrollará en el estado de Veracruz, específicamente en el municipio de Tlacotalpan, cerca de la zona urbana, en la cual, es importante mencionar que se encuentran todos los servicios requeridos para el desarrollo del proyecto, ya que el área presenta actividades comerciales y habitacionales suficientes para poder encontrar todos los insumos para la obra. En la siguiente tabla se presentan las principales características de los servicios básicos del municipio antes señalado.

Tabla II. 4 Servicios requeridos para el desarrollo del proyecto

Agua Potable	En cuanto a la disposición del agua entubada de la red pública, se presenta en un 53.3% de las viviendas.
Drenaje	Para la localidad Tlacotalpan existe una laguna de oxidación que se encuentra en condiciones mejorables. A la misma van a parar las aguas negras y las aguas pluviales, desbordándose la laguna de oxidación no en épocas de alta visitación (Fiesta de la Candelaria) sino en épocas de lluvias.
Energía Eléctrica y Alumbrado público.	La red de energía eléctrica y el alumbrado público se extienden prácticamente por todas las viviendas de la ciudad, que no del municipio, y a decir de los pobladores en algunas zonas es deficiente.
Salud	El municipio de Tlacotalpan cuenta con un Hospital perteneciente a el SSA que se encuentra ubicando dentro de la ciudad, en el se brindan servicio de análisis clínicos, y de medicina general. Algunos días de la semana se presenta servicio de especialidad por médicos foráneos. Sin embargo, por la demanda existente en la población se hace necesario mejorar y ampliar los servicios que se ofertan. Dentro de la cabecera municipal también existe 1 consultorio perteneciente al IMSS, así como diversas casas de salud sin funcionar en las comunidades por falta de personal. No se cuenta en la actualidad con un consultorio o servicio por parte del ISSSTE en la localidad, por lo que los derechohabientes deben de trasladarse a la ciudad de Alvarado o Veracruz para recibirlo.
Movilidad Urbana	En Tlacotalpan las principales vialidades de movilidad para trasladarse fuera de la cabecera municipal son la carretera que la une con Cosamaloapan y Veracruz clasificada como vialidad regional; su continuación en el centro de la ciudad se realiza a través de las calles Cayetano Rodríguez Beltrán, Manuel Alegre y la avenida del Boulevard, así como vialidades primarias por las que circulan, automóviles particulares, transporte de autobuses foráneos y el de carga. El resto de la estructura vial se considera como vialidad local y presenta poco movimiento vehicular.



II.2 Características particulares del proyecto

Para poder entender de manera clara el proceso constructivo y la interacción con el Río Papaloapan, inicialmente la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, realizó el estudio hidrológico en la zona del proyecto, dicho estudio arrojó los siguientes resultados:

De las Estaciones Hidrométricas de la zona, se obtuvieron los registros históricos de estas, arrojando las siguientes avenidas máximas históricas.

Tabla II. 5 Gastos máximos anuales de las Estaciones Hidrométricas seleccionadas para el sitio de estudio en la Cuenca del Papaloapan.

EST. HIDRO	28014-PAPALOAPAN	28024-OBISPO	28136-GARRO	28153-LACEIBILLA	28025-LAUCHAPAN	28015-CUATOTOLAPAN	28001-SAN JUAN EVANGELISTA
AÑO	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
1948	2,224.00					519.00	
1949	2,336.00	185.20			452.00	641.00	
1950	6,802.00	180.00			390.00	652.00	
1951	3,803.00	180.00			501.00	763.00	
1952	5,358.00	125.00			764.00	854.00	
1953	3,632.00	107.86			491.00	598.00	
1954	4,628.00	107.98			343.00	678.00	
1955	4,265.00	300.00			1,192.00	990.00	
1956	5,166.00	191.00			654.00	738.00	
1957	2,660.00	178.60			183.00	710.00	
1958	6,825.00	212.00			492.00	943.00	
1959	3,700.00	101.00			168.00	610.00	
1960	4,390.00	206.00			656.00	1,190.00	
1961	4,249.00	310.00			213.00	875.00	
1962	3,231.00	118.00			205.00	681.00	
1963	3,060.00	89.60			429.00	1,232.00	
1964	3,747.00				330.00	626.00	
1965	2,920.00				364.00	944.00	
1966	3,120.00				384.00	1,188.00	
1967	2,450.00				610.00	608.00	
1968	3,414.00				394.00	1,224.00	
1969	6,850.00				436.00	4,165.00	
1970	3,048.00				173.00	1,000.00	
1971	2,675.00				471.00	773.00	952.00
1972	3,200.00					772.00	1,023.00
1973	3,700.00					2,100.00	1,984.00
1974	3,846.00		1,073.00	1,000.00	501.00	2,076.00	2,970.00
1975	4,630.00		910.00	920.00	213.00	1,907.00	1,850.00
1976	2,658.00		795.00	997.00	272.00	795.00	983.00
1977	1,660.00		467.00	676.00	72.00	553.00	817.00
1978	2,467.00		970.00	1,600.00	205.00	2,184.00	2,804.00
1979							
1980							
1981							
1982	3,141.77		662.37		210.41	852.42	948.57
1983	4,673.21		725.86		139.50	1,401.21	1,343.97
1984	3,209.35		623.53		333.46	1,123.04	1,295.02
1985	2,736.87		650.17		115.36	816.23	977.20



EST. HIDRO	28014-PAPALOAPAN	28024-OBISPO	28136-GARRO	28153-LACEIBILLA	28025-LAUCHAPAN	28015-CUATOTOLAPAN	28001-SAN JUAN EVANGELISTA
AÑO	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL	QMAXANUAL
	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)
1986	2,690.96		648.57		215.58	929.52	1,240.17
1987	2,690.96		737.34		121.88	1,196.15	1,440.93
1988	3,269.63		626.03	1,487.97	327.59	1,943.63	1,583.89
1989	1,945.47		663.20	1,603.90	320.17	2,398.31	1,283.76
1990	1,560.86		572.95	855.39	329.38	868.97	1,052.99
1991	2,680.00		692.55	1,728.23	475.11	1,460.62	1,323.90
1992	2,445.39		793.41	1,589.52	412.57	1,931.27	1,187.33
1993	2,660.45		576.36	2,311.50	480.86	869.30	1,199.62
1994	1,560.86		436.38	623.39	96.25	600.23	634.80
1995	1,889.86		478.00	1,063.00	111.00	1,333.50	1,178.60
1996	2,220.67		526.60	965.00	431.00	1,790.00	1,219.40
1997	1,750.65		582.00	1,056.92	392.50	2,046.00	1,332.00
1998	2,016.69		681.21	718.31	311.58	1,398.86	1,059.65
1999	2,327.63		780.38	1,353.27	643.10	1,435.04	1,434.06
2000	1,850.00		598.61	1,285.02	572.87	1,372.51	1,288.52
2001	1,819.36		604.44		541.57	909.32	
2002	1,719.94		880.57	622.33	230.52	807.69	966.69
2003	1,936.82		662.35	1,205.33	845.39	1,723.48	
2004	2,026.34		573.83		561.15		
2005	2,185.58		999.25		528.75		
2006	2,086.71		576.10	934.82	388.52	797.62	1,161.83
2007	2,001.20		691.34		567.64	625.43	748.62
2008	2,379.52		840.47		565.56	964.36	2,852.16
2009	4,483.94		447.25	717.64	384.78	891.84	1,419.80
2010	2,476.93		964.62	1,154.32	977.49	1,557.27	3,961.48
2011	3,063.37		527.98	799.72	539.40	779.56	1,639.93
2012	2,915.56		465.45	502.40	585.29	906.66	2,147.22
2013	3,282.88		490.08	1,193.85	766.87	848.93	
2014			456.78	1,011.96	282.13	747.27	

Análisis probabilístico de los gastos máximos anuales

Con la información de los gastos máximos anuales, anteriormente mostrados, se analizaron probabilísticamente, a la serie de datos máximos anuales se les determinó la media, y la desviación estándar.

Se aplicaron las funciones de distribución de probabilidad Normal, Log-Normal y Gumbel.

Normal

$$F(x) = \int_{-\infty}^z \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

Log-Normal

$$F(x) = \int_0^x \frac{1}{\sqrt{2\Pi}} \frac{1}{x\beta} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln-\alpha}{\beta}\right)^2} dx$$

Gumbel



$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

El error estándar es una medida del buen o mal ajuste de la función de probabilidad a los datos históricos, y está dado por la expresión:

$$e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_c)^2}{n}}$$

donde:

- e error estándar de ajuste
- x_i Valor del Registro de la muestra de datos
- x_c Valor calculado
- n Número de parámetros de la función

A partir de la información proporcionada por las estaciones hidrométricas, se definió utilizar la Estación de Tlacotalpan, debido que es la que contiene la mayor cantidad de datos, y ser la que aporta directamente en la corriente.

Con ayuda el programa AX.EXE, nos permitió tener un l criterio ayuda a la elección de la función de distribución de probabilidad de mejor ajuste, como aquella que arroja el del mínimo valor error estándar, el cual, da una medida del buen ajuste de la función de probabilidad a los datos históricos.

Al aplicar el programa anteriormente mencionado se obtuvo que la distribución Gumbel Momentos, que es la función que mejor se ajusta a la tendencia de los registros

A partir de esto se determinaron los Períodos de Retorno correspondientes.

Tabla II. 6 Gastos para los Períodos de Retorno de análisis para la estación Tlacotalpan.

Tr (años)	Q (m3/s)
5	3,291.51
10	3,824.10
20	4,334.97
50	4,996.25
100	5,491.78
500	6,636.88
1000	7,129.17

Cálculos de avenidas para diferentes períodos de retorno (5, 10, 20, 50, 100, 500, 1000 años)

Se seleccionó el hidrograma presentado en noviembre de 1984, en la estación hidrométrica Tlacotalpan, Ver., se dio forma a las avenidas correspondientes a cada uno de los gastos máximos obtenidos.

**Tabla II. 7 Hidrograma noviembre 1984.**

pk_fecha	pk_hora	ngasto
22-nov-84	16	797.5735
22-nov-84	17	827.2563
22-nov-84	18	854.5483
22-nov-84	20	890.7362
22-nov-84	21	904.263
23-nov-84	0	957.9568
23-nov-84	1	971.3051
23-nov-84	4	1019.855
23-nov-84	5	1032.9173
23-nov-84	6	1050.3338
23-nov-84	9	1076.2082
23-nov-84	10	1076.2082
23-nov-84	14	1076.2082
23-nov-84	15	1071.9167
23-nov-84	17	1071.9167
23-nov-84	19	1063.3336
23-nov-84	20	1054.6879
23-nov-84	21	1050.3338
23-nov-84	23	1032.9173
24-nov-84	0	1028.5632
24-nov-84	1	1019.855
24-nov-84	2	1015.8899
24-nov-84	3	1007.9597
24-nov-84	4	1003.9946
24-nov-84	6	988.1342
24-nov-84	7	975.7546
24-nov-84	12	886.2163
24-nov-84	18	805.8077
24-nov-84	19	797.5735
24-nov-84	20	793.4564
25-nov-84	5	712.5172
25-nov-84	6	707.8987
25-nov-84	7	698.6616
25-nov-84	9	689.4053
25-nov-84	10	680.13
25-nov-84	11	675.4923
25-nov-84	12	666.217
25-nov-84	17	642.994
25-nov-84	18	633.684
25-nov-84	19	638.339
25-nov-84	23	638.339
26-nov-84	0	642.994
26-nov-84	5	642.994
26-nov-84	6	647.649
26-nov-84	10	647.649
26-nov-84	11	642.994
26-nov-84	12	642.994
26-nov-84	13	638.339

pk_fecha	pk_hora	ngasto
26-nov-84	18	638.339

Las avenidas máximas probables obtenidas para el sitio de estudio se muestran a continuación:

Tabla II. 8 Avenidas máximas probables.

HORA	Tr= 1.4 años	Tr= 5 años	Tr= 10 años	Tr= 20 años	Tr= 50 años	Tr= 100 años	Tr= 500 años	Tr= 1000 años
1	1,531.87	2,439.32	2,834.02	3,212.63	3,702.70	4,069.93	4,918.56	5,283.40
2	1,588.88	2,530.10	2,939.49	3,332.19	3,840.50	4,221.40	5,101.61	5,480.03
3	1,641.30	2,613.57	3,036.47	3,442.12	3,967.20	4,360.67	5,269.92	5,660.82
4	1,710.81	2,724.25	3,165.06	3,587.89	4,135.20	4,545.33	5,493.09	5,900.54
5	1,736.79	2,765.62	3,213.12	3,642.37	4,198.00	4,614.36	5,576.51	5,990.15
6	1,839.91	2,929.84	3,403.91	3,858.65	4,447.27	4,888.35	5,907.63	6,345.83
7	1,865.55	2,970.67	3,451.34	3,912.42	4,509.24	4,956.47	5,989.95	6,434.26
8	1,958.80	3,119.15	3,623.86	4,107.98	4,734.63	5,204.21	6,289.35	6,755.87
9	1,983.89	3,159.10	3,670.27	4,160.59	4,795.27	5,270.87	6,369.91	6,842.40
10	2,017.34	3,212.37	3,732.16	4,230.75	4,876.12	5,359.74	6,477.31	6,957.77
11	2,067.04	3,291.51	3,824.10	4,334.97	4,996.25	5,491.78	6,636.88	7,129.17
12	2,067.04	3,291.51	3,824.10	4,334.97	4,996.25	5,491.78	6,636.88	7,129.17
13	2,067.04	3,291.51	3,824.10	4,334.97	4,996.25	5,491.78	6,636.88	7,129.17
14	2,058.79	3,278.38	3,808.85	4,317.68	4,976.32	5,469.88	6,610.41	7,100.74
15	2,058.79	3,278.38	3,808.85	4,317.68	4,976.32	5,469.88	6,610.41	7,100.74
16	2,042.31	3,252.13	3,778.35	4,283.11	4,936.48	5,426.08	6,557.48	7,043.88
17	2,025.70	3,225.69	3,747.63	4,248.29	4,896.34	5,381.96	6,504.16	6,986.61
18	2,017.34	3,212.37	3,732.16	4,230.75	4,876.12	5,359.74	6,477.31	6,957.77
19	1,983.89	3,159.10	3,670.27	4,160.59	4,795.27	5,270.87	6,369.91	6,842.40
20	1,975.53	3,145.79	3,654.80	4,143.06	4,775.06	5,248.65	6,343.05	6,813.55
21	1,958.80	3,119.15	3,623.86	4,107.98	4,734.63	5,204.21	6,289.35	6,755.87
22	1,951.18	3,107.03	3,609.77	4,092.01	4,716.22	5,183.98	6,264.90	6,729.60
23	1,935.95	3,082.77	3,581.59	4,060.07	4,679.40	5,143.51	6,215.99	6,677.07
24	1,928.34	3,070.65	3,567.50	4,044.09	4,661.00	5,123.28	6,191.54	6,650.80
25	1,897.88	3,022.14	3,511.14	3,980.21	4,587.37	5,042.35	6,093.73	6,545.74
26	1,874.10	2,984.28	3,467.15	3,930.34	4,529.89	4,979.17	6,017.39	6,463.73
27	1,702.13	2,710.43	3,149.00	3,569.68	4,114.22	4,522.27	5,465.21	5,870.60
28	1,547.69	2,464.50	2,863.28	3,245.80	3,740.92	4,111.95	4,969.34	5,337.95
29	1,531.87	2,439.32	2,834.02	3,212.63	3,702.70	4,069.93	4,918.56	5,283.40
30	1,523.96	2,426.73	2,819.39	3,196.05	3,683.58	4,048.92	4,893.17	5,256.13
31	1,368.51	2,179.18	2,531.79	2,870.02	3,307.83	3,635.90	4,394.03	4,719.96
32	1,359.64	2,165.06	2,515.38	2,851.42	3,286.39	3,612.33	4,365.55	4,689.36
33	1,341.90	2,136.81	2,482.56	2,814.21	3,243.50	3,565.20	4,308.58	4,628.17
34	1,324.12	2,108.50	2,449.67	2,776.93	3,200.53	3,517.96	4,251.50	4,566.86
35	1,306.30	2,080.13	2,416.71	2,739.57	3,157.47	3,470.63	4,194.30	4,505.41
36	1,297.39	2,065.94	2,400.23	2,720.89	3,135.94	3,446.97	4,165.70	4,474.69
37	1,279.58	2,037.58	2,367.27	2,683.52	3,092.88	3,399.64	4,108.50	4,413.25
38	1,234.98	1,966.55	2,284.75	2,589.98	2,985.07	3,281.13	3,965.28	4,259.41
39	1,217.10	1,938.08	2,251.67	2,552.48	2,941.85	3,233.62	3,907.87	4,197.74
40	1,226.04	1,952.31	2,268.21	2,571.23	2,963.46	3,257.38	3,936.58	4,228.58
41	1,226.04	1,952.31	2,268.21	2,571.23	2,963.46	3,257.38	3,936.58	4,228.58
42	1,234.98	1,966.55	2,284.75	2,589.98	2,985.07	3,281.13	3,965.28	4,259.41
43	1,234.98	1,966.55	2,284.75	2,589.98	2,985.07	3,281.13	3,965.28	4,259.41
44	1,243.92	1,980.79	2,301.29	2,608.73	3,006.68	3,304.88	3,993.99	4,290.25
45	1,243.92	1,980.79	2,301.29	2,608.73	3,006.68	3,304.88	3,993.99	4,290.25
46	1,234.98	1,966.55	2,284.75	2,589.98	2,985.07	3,281.13	3,965.28	4,259.41
47	1,234.98	1,966.55	2,284.75	2,589.98	2,985.07	3,281.13	3,965.28	4,259.41



HORA	Tr= 1.4 años	Tr= 5 años	Tr= 10 años	Tr= 20 años	Tr= 50 años	Tr= 100 años	Tr= 500 años	Tr= 1000 años
48	1,226.04	1,952.31	2,268.21	2,571.23	2,963.46	3,257.38	3,936.58	4,228.58
49	1,226.04	1,952.31	2,268.21	2,571.23	2,963.46	3,257.38	3,936.58	4,228.58
50	1,217.10	1,938.08	2,251.67	2,552.48	2,941.85	3,233.62	3,907.87	4,197.74

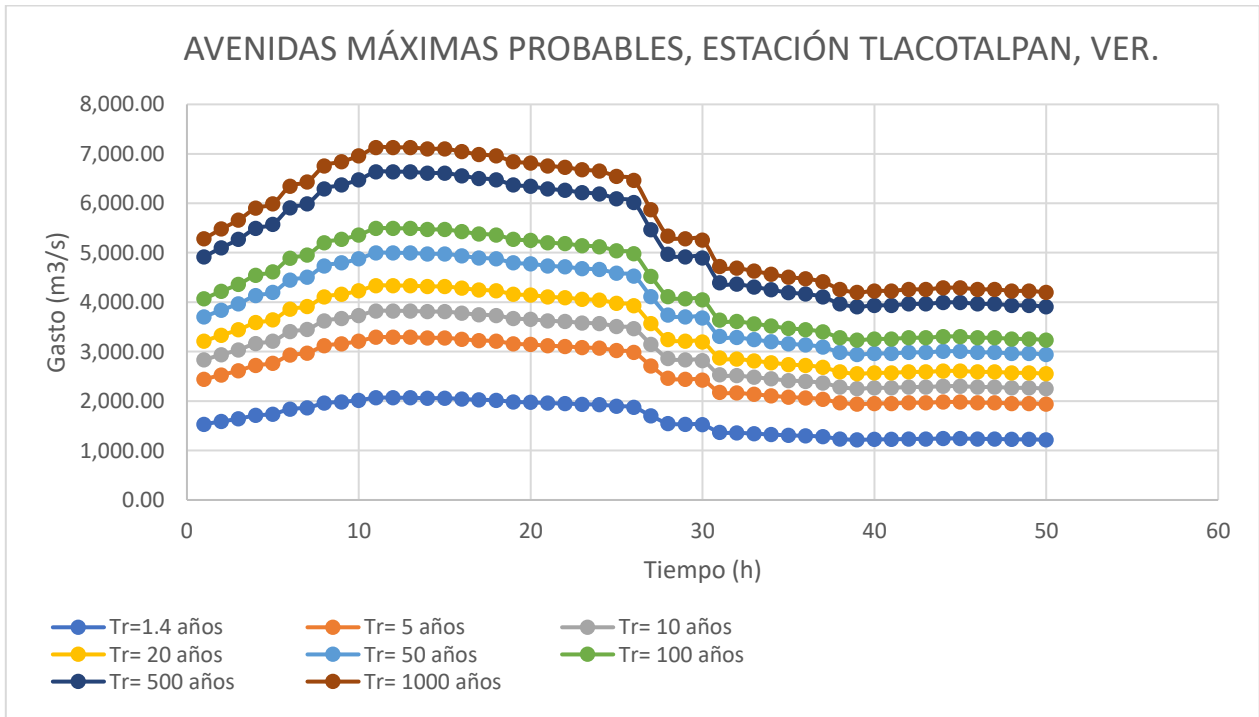


Imagen II. 16 avenidas máximas probables.

Posteriormente, se efectuó el tránsito de hidrogramas para diferentes periodos de retorno, iniciando por 1.4 años. Para algunos autores, el gasto formativo corresponde a dicho periodo de retorno.

La marea que se consideró corresponde a niveles medios del mes de septiembre de 2020.

Posteriormente, al no efectuar el desborde para dicho periodo de retorno, se transitaron periodos de 5, 10, 20 y 50 años. Este último periodo con el cual se logró el desborde del río.

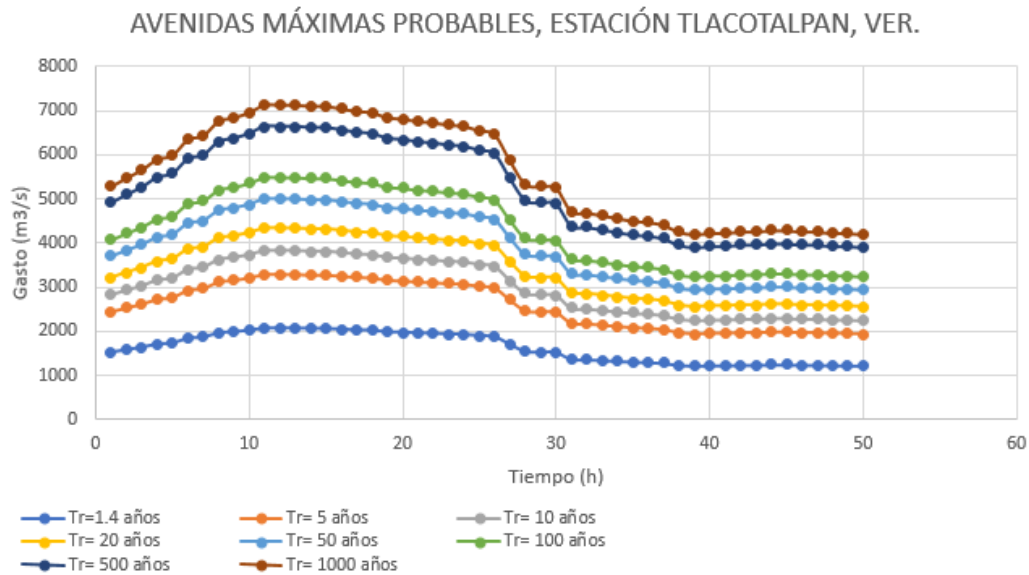


Imagen II. 15 Hidrogramas de diseño para diferentes periodos de retorno, derivados del estudio hidrológico.

Es importante señalar que el amortiguamiento de la marea en el sitio de proyecto, respecto de la boca es menor a 10 cm, por lo cual la marea tiene una variación muy similar a la que se presenta en la boca de la laguna Alvarado, como se aprecia en la siguiente figura.

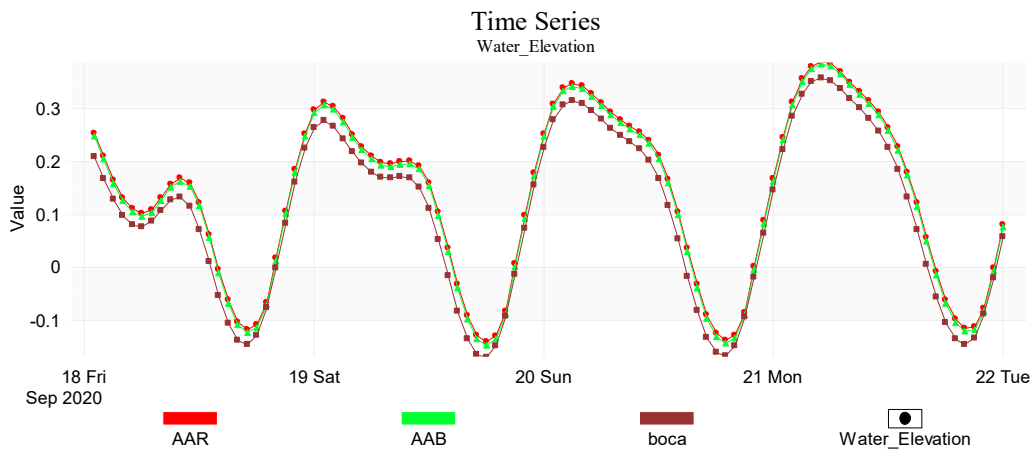


Imagen II. 18 Niveles de marea para gasto medio anual (constante 600 m³/s). AAR (aguas arriba), AAB (aguas abajo) y boca de laguna de Alvarado.

Al efectuar el tránsito de gastos, es evidente que la marea tiene influencia en el perfil de los niveles del agua y por otro lado también se observa que la diferencia del nivel máximo entre un Tr de 5 años (gasto pico de 3,3 mil m³) y uno de 50 años (5 mil m³) es de 1 m.

La diferencia de nivel entre el gasto de un Tr de 5 años y el gasto medio anual es de 75 cm.

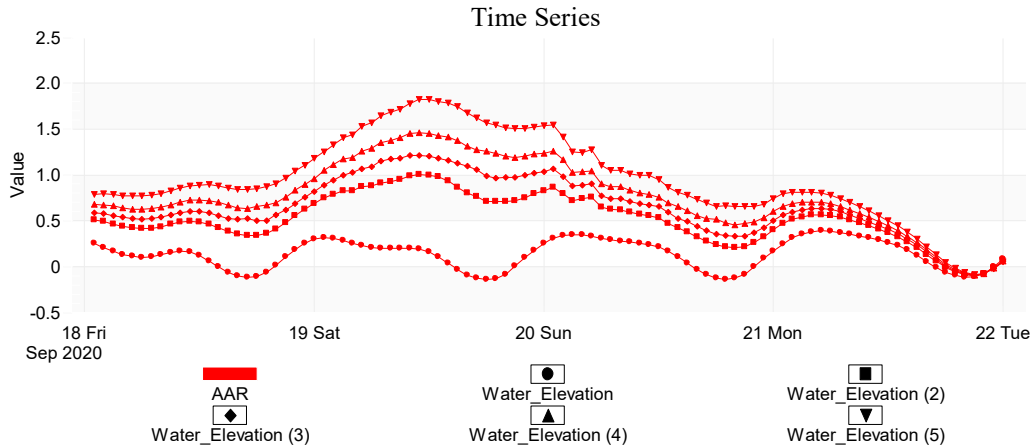


Imagen II. 19 Niveles del agua para tránsito de diferentes periodos de retorno ARR (Aguas Arriba), WE (gasto medio), WE2 (tr 5 años), WE3 (tr 10 años), WE4 (tr 20 años) y WE5 (tr 50 años).

Por otro lado, en el tramo de estudio analizado de 3 km la diferencia de niveles Aguas Arriba (ARR) y Aguas Abajo (AAB) para el periodo de retorno de 50 años es de 0.20 m.

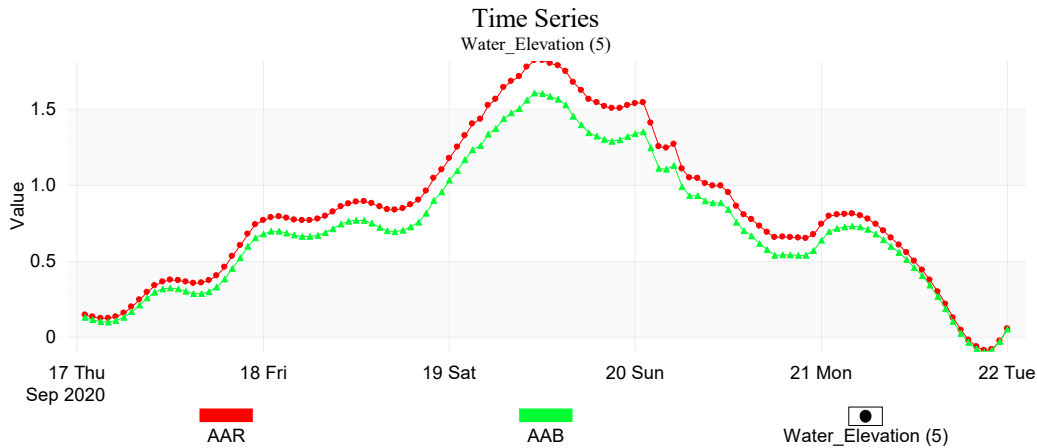


Imagen II. 20 Niveles del agua para tránsito de avenida con Tr de 50 años medida Aguas Arriba y Aguas Abajo en el tramo de estudio.

Al efectuar el análisis de velocidades de corrientes cercanas a la orilla, se observa que entre el cadenamiento 9+400 al 9+800 las corrientes en el gasto pico son del orden de 0.95 m/s, entre el cadenamiento 9+200 y 9+300 las corrientes en el gasto pico se incrementan ligeramente y para los cadenamiento 8+700 al 9+100, las corrientes se son cercanas a 1.3 m/s. Lo anterior responde a la cercanía de la corriente con la orilla por efecto de la batimetría.

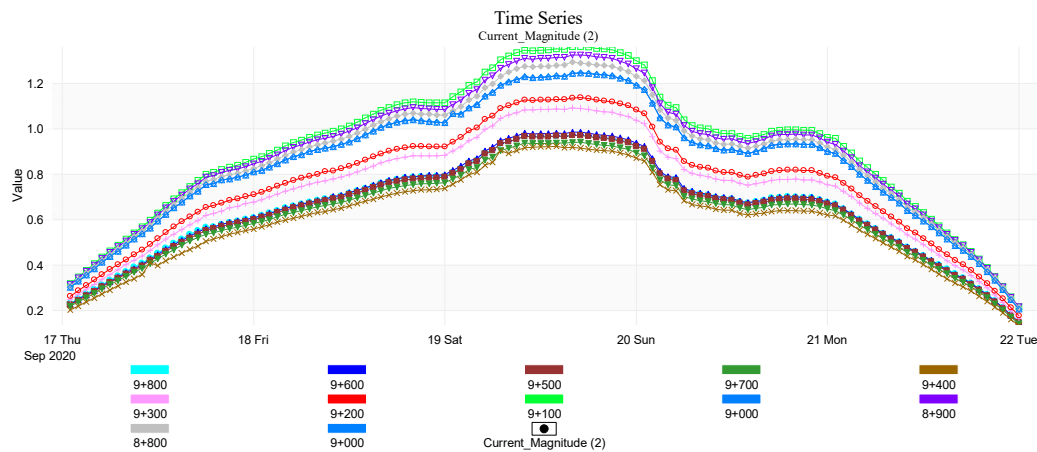


Imagen II. 21 Magnitudes de corrientes cercanas a la orilla en diferentes cadenamientos para el gasto formativo con $T_r=50$ años.

Es importante señalar que bajo condiciones normales, las magnitudes de corrientes en los mismos puntos son del orden de 0.2 m/s y que las magnitudes de corrientes máximas son del orden de 1.8 m/s y se presentan en la zona central de los cadenamientos 9+300 al 9+800 y a un tercio de la distancia del ancho del cauce del 8+700 a 9+000, lo que indica que la corriente se va pegando a la curva externa en dicho tramo.

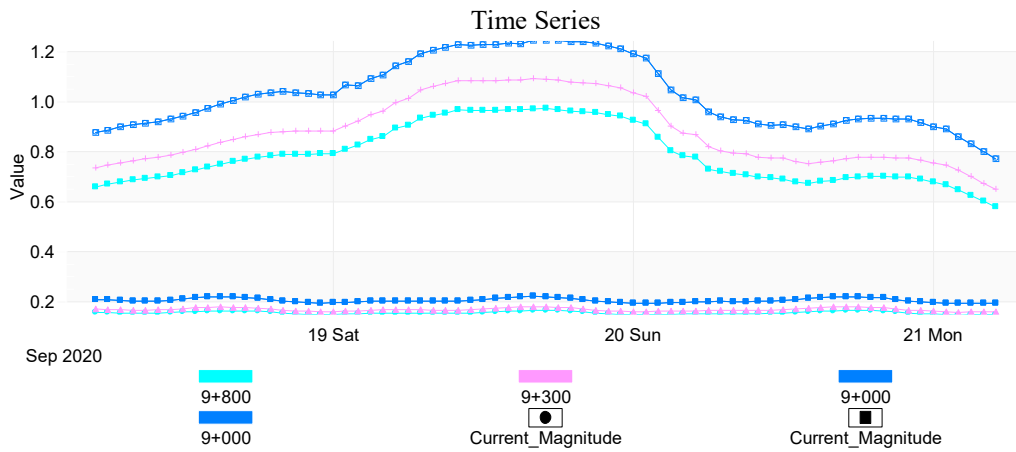


Imagen II. 16 Comparativa de magnitudes de corrientes cercanas a la orilla en diferentes cadenamientos para el gasto formativo con $Tr=50$ años respecto al gasto medio anual.

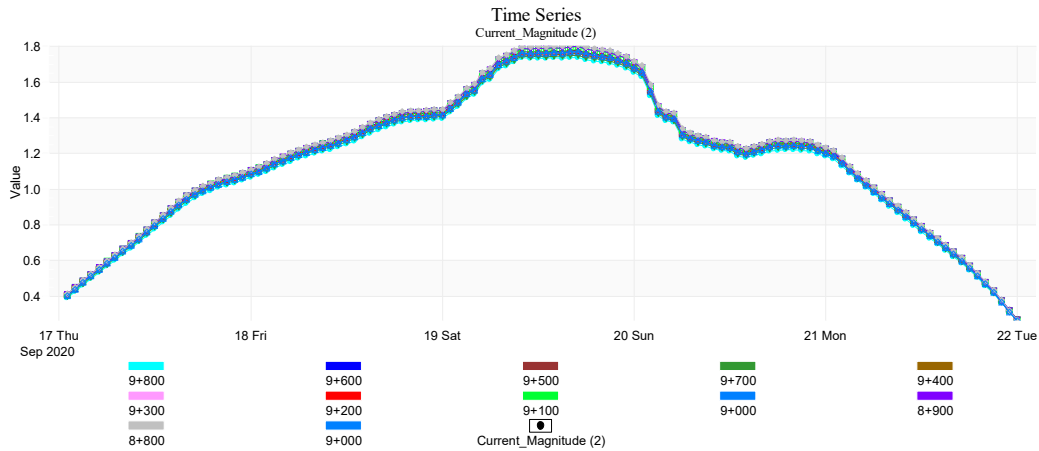


Imagen II. 173 Magnitudes de corrientes máximas por cadenamientos para el gasto formativo con $Tr=50$ años.

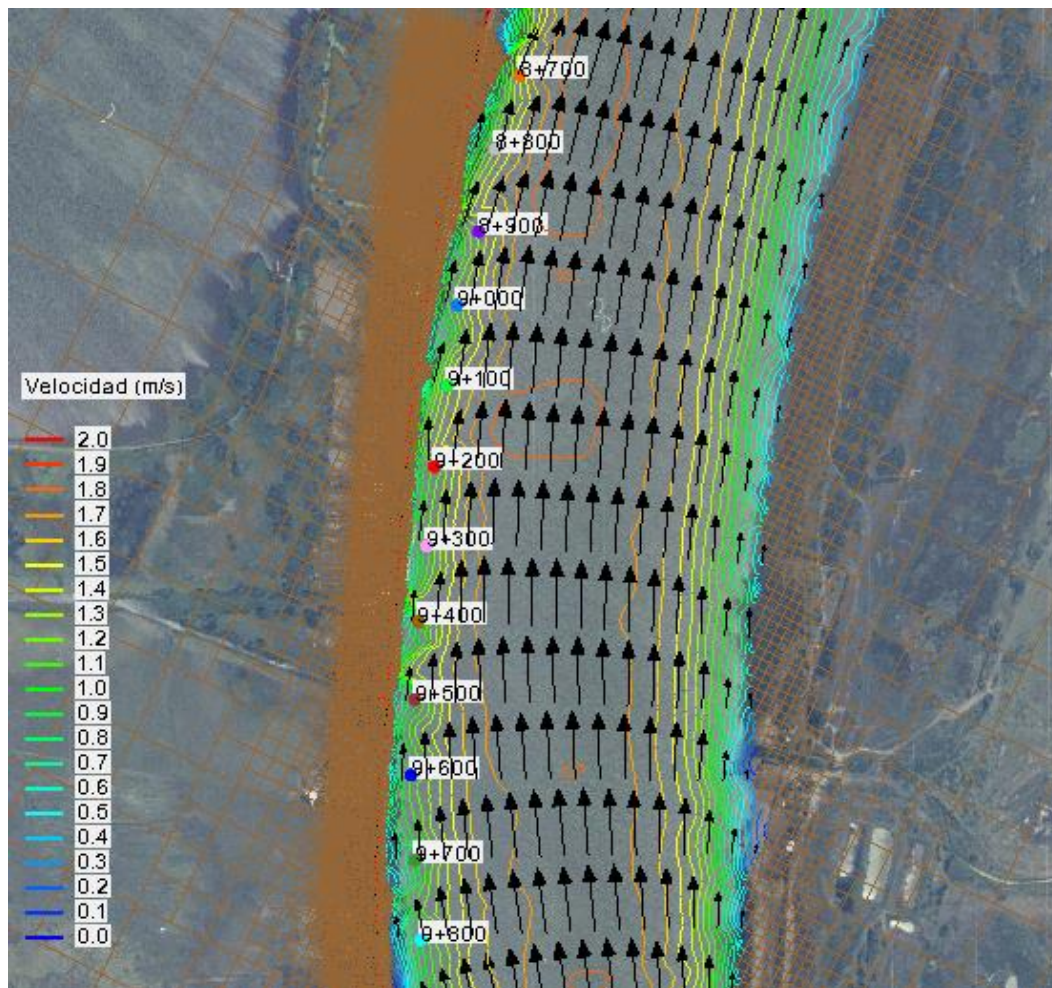


Imagen II. 184 Representación de corrientes en el tramo de estudio para gasto con Tr de 50 años.

Resultados de modelación con HEC-RAS.

Con HEC-RAS se efectuó el tránsito de gastos pico para diferentes periodos de retorno al igual que con CMS-FLOW, solo que se consideraron los niveles del agua registrados en las secciones corriente arriba, y corriente abajo del tramo de estudio.

Los resultados del modelo corriente arriba arrojan un nivel mayor (2.10 m), respecto a CMS-FLOW (1.80 m), lo anterior se repite para diferentes condiciones de frontera.

Los resultados se toman solo con fines de comparativa y por alcance de términos de referencia, ya que el modelo unidimensional es válido para un flujo permanente.

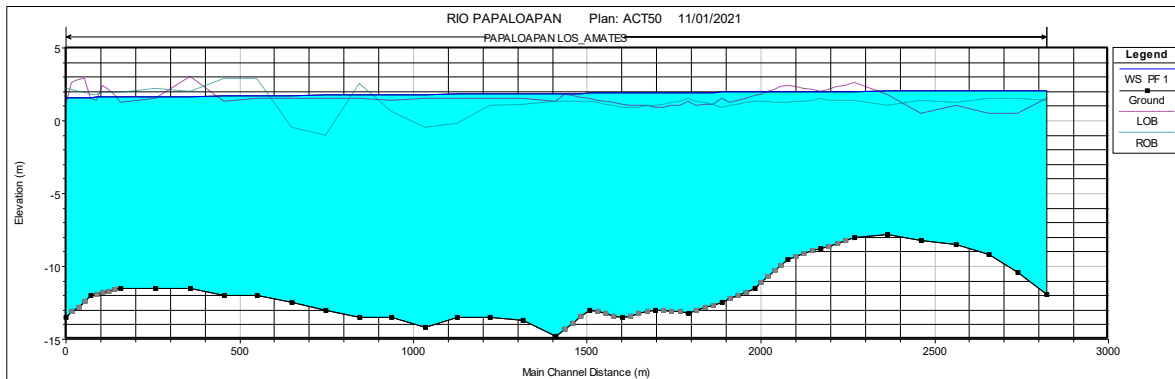


Imagen II. 195 Perfil del tramo de estudio donde se muestra el nivel del agua alcanzado para un tr de 50 años respecto a la ubicación de los hombros del río.

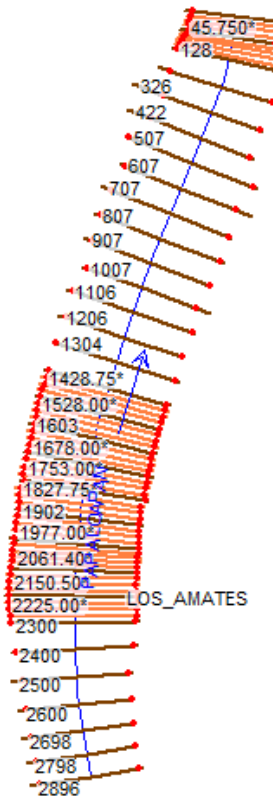


Imagen II. 26 Geometría del tramo de estudio modelado.

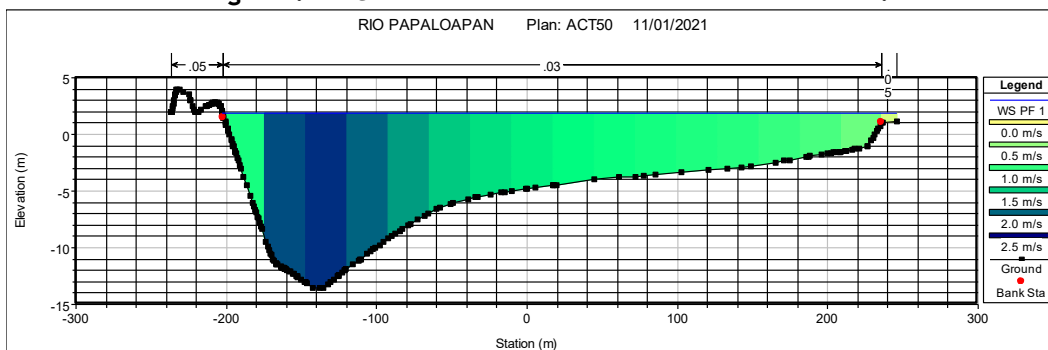


Imagen II. 27 Magnitudes de velocidad y nivel en sección transversal 8+700 para tr de 50 años.

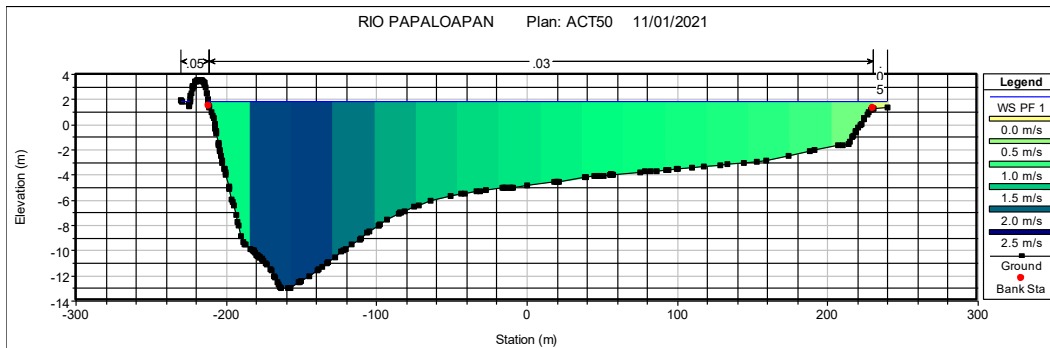


Imagen II. 28 Magnitudes de velocidad y nivel en sección transversal 9+000 para tr de 50 años.

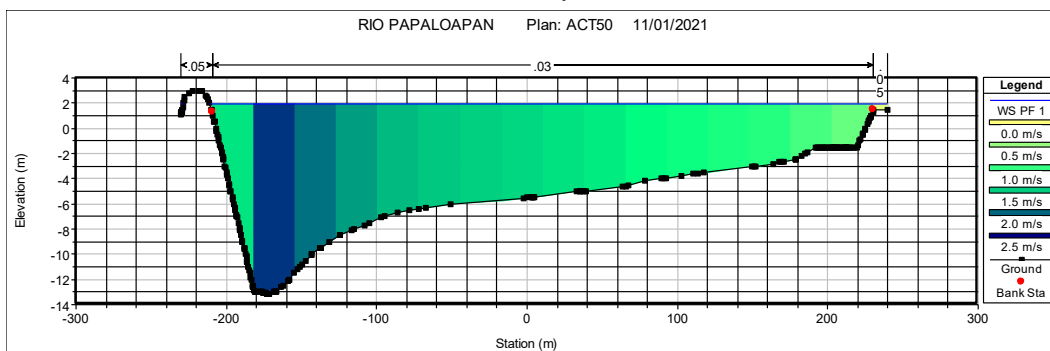


Imagen II.29 Magnitudes de velocidad y nivel en sección transversal 9+300 para tr de 50 años.

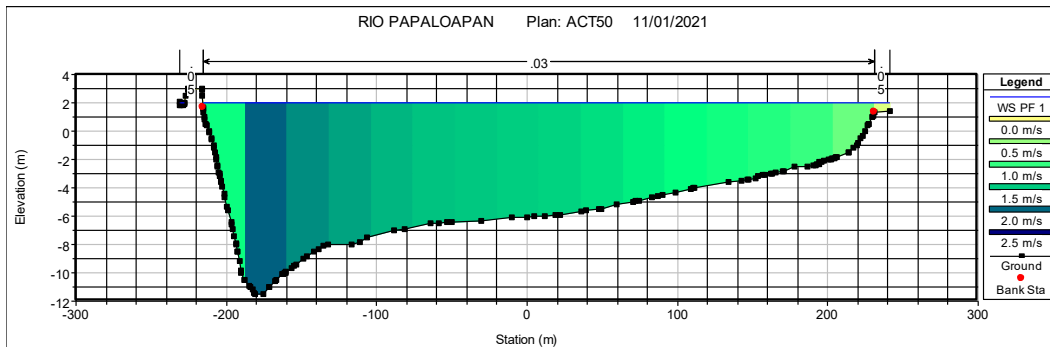


Imagen II. 30 Magnitudes de velocidad y nivel en sección transversal 9+500 para tr de 50 años.

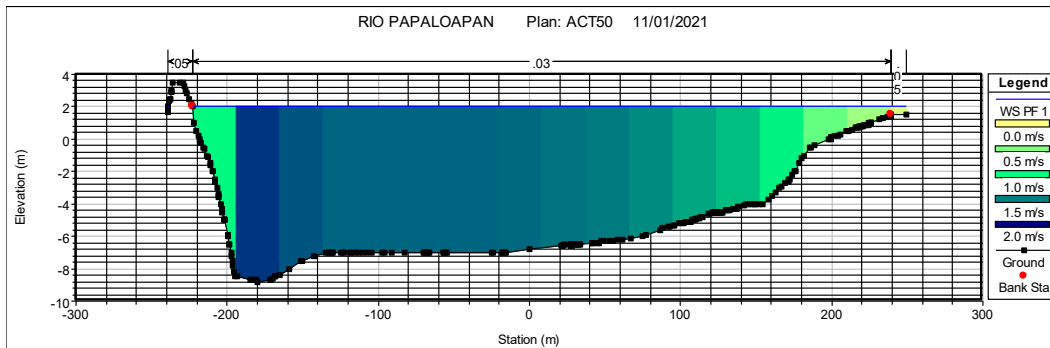


Imagen II. 31 Magnitudes de velocidad y nivel en sección transversal 9+700 para tr de 50 años.

Tabla II. 9 Resultados tabulares de modelación con HEC-RAS con gasto de diseño (Tr 50 años).

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Froude # Chl
LOS_AMATES	2896	PF 1	5000.00	-11.90	2.08	0.000140	1.63	3078.36	396.87	8.55	0.18
LOS_AMATES	2798	PF 1	5000.00	-10.40	2.07	0.000142	1.65	3047.17	384.31	8.56	0.18
LOS_AMATES	2698	PF 1	5000.00	-9.20	2.05	0.000157	1.68	2990.42	396.24	8.09	0.19
LOS_AMATES	2600	PF 1	5000.00	-8.50	2.04	0.000143	1.61	3117.62	400.65	8.17	0.18
LOS_AMATES	2500	PF 1	5000.00	-8.20	2.03	0.000131	1.57	3233.08	417.94	8.35	0.17
LOS_AMATES	2400	PF 1	5000.00	-7.80	2.02	0.000141	1.54	3252.10	431.08	7.71	0.18
LOS_AMATES	2300	PF 1	5000.00	-8.00	2.01	0.000143	1.51	3306.14	452.00	7.47	0.18
LOS_AMATES	2200	PF 1	5000.00	-8.80	2.00	0.000145	1.49	3351.05	472.29	7.24	0.18
LOS_AMATES	2101	PF 1	5000.00	-9.50	1.98	0.000149	1.52	3287.87	459.52	7.29	0.18
LOS_AMATES	2002	PF 1	5000.00	-11.50	1.97	0.000139	1.50	3346.25	459.27	7.47	0.17
LOS_AMATES	1902	PF 1	5000.00	-12.50	1.95	0.000142	1.52	3295.18	447.20	7.57	0.18
LOS_AMATES	1803	PF 1	5000.00	-13.20	1.94	0.000150	1.54	3255.31	452.77	7.39	0.18
LOS_AMATES	1703	PF 1	5000.00	-13.00	1.92	0.000153	1.55	3233.83	454.46	7.33	0.18
LOS_AMATES	1603	PF 1	5000.00	-13.50	1.90	0.000165	1.59	3165.89	455.23	7.21	0.19
LOS_AMATES	1503	PF 1	5000.00	-13.00	1.88	0.000160	1.57	3195.37	458.10	7.21	0.19
LOS_AMATES	1404	PF 1	5000.00	-14.80	1.87	0.000158	1.56	3204.21	450.61	7.27	0.19
LOS_AMATES	1304	PF 1	5000.00	-13.70	1.85	0.000161	1.56	3208.75	460.47	7.15	0.19
LOS_AMATES	1206	PF 1	5000.00	-13.50	1.84	0.000163	1.58	3167.48	448.63	7.21	0.19
LOS_AMATES	1106	PF 1	5000.00	-13.50	1.82	0.000171	1.58	3175.41	467.25	6.96	0.19
LOS_AMATES	1007	PF 1	5000.00	-14.20	1.80	0.000158	1.59	3237.58	470.88	7.45	0.19
LOS_AMATES	907	PF 1	5000.00	-13.50	1.79	0.000161	1.55	3230.55	470.62	7.09	0.19
LOS_AMATES	807	PF 1	5000.00	-13.50	1.77	0.000177	1.59	3151.58	468.46	6.82	0.19
LOS_AMATES	707	PF 1	5000.00	-13.00	1.75	0.000176	1.60	3149.44	466.71	6.90	0.19
LOS_AMATES	607	PF 1	5000.00	-12.50	1.74	0.000146	1.54	3352.08	488.95	7.50	0.18
LOS_AMATES	507	PF 1	5000.00	-12.00	1.73	0.000159	1.52	3291.10	479.82	6.89	0.18
LOS_AMATES	422	PF 1	5000.00	-12.00	1.68	0.000175	1.71	2957.38	455.40	7.70	0.20
LOS_AMATES	326	PF 1	5000.00	-11.50	1.67	0.000157	1.67	3057.15	454.09	8.09	0.19
LOS_AMATES	227	PF 1	5000.00	-11.50	1.66	0.000153	1.64	3052.62	407.40	7.98	0.19
LOS_AMATES	128	PF 1	5000.00	-11.50	1.64	0.000151	1.65	3030.80	379.43	8.12	0.18
LOS_AMATES	61	PF 1	5000.00	-12.00	1.61	0.000145	1.75	2856.04	310.87	9.20	0.18
LOS_AMATES	0	PF 1	5000.00	-13.50	1.60	0.000135	1.73	2893.39	308.63	9.53	0.18

Una vez analizado el Rio Papaloapan en cuanto a la batimetría e hidrología, se realizaron sondeos en la zona del proyecto, para determinar los principales sitios de zonas inestables y de riesgo:

Ingeniería de cimentaciones

De acuerdo con las descargas que bajarán a la cimentación de la estructura de protección marginal y para el presente caso se consideró conveniente plantear de manera general la alternativa de **cimentación de tipo superficial mediante zapatas aisladas ó profunda mediante pilas si fuera necesario una mayor capacidad de carga** desplantadas sobre el estrato resistente, debido a las características del subsuelo encontradas en la exploración, el cual está compuesto básicamente por suelos cohesivos.

Cabe resaltar que la profundidad y la geometría de la cimentación deberá ser elegida por el estructurista en función de las magnitudes de carga finales que transmita la estructura, tanto en condiciones estáticas y sísmicas, al nivel de desplante de su cimentación.

CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACION SUPERFICIAL.

En la ejecución de estos análisis se acudió al criterio indicado en las NTC-2017. Para la determinación de capacidad de carga admisible del terreno se obtuvo aplicando el factor de resistencia correspondiente a la expresión indicada en dichas normas.

Para cimentaciones desplantadas en suelos cohesivos:

$$r = [c_u N_c] F_R + P_v$$

Para cimentaciones desplantadas en suelos friccionantes:

$$r = \left[\bar{p}_v (N_q - 1) + \frac{\gamma B N_\gamma}{2} \right] F_R + P_v$$

$$N_c = 5.14 (1 + 0.25D_t/B + 0.25B/L)$$

Para $D_t/B = 2$ y $B/L = 1$:

Donde D_t es la profundidad de desplante y L la longitud del cimientó; en caso de que D_t/B y B/L no cumplan con las desigualdades anteriores, dichas relaciones se considerarán iguales a 2 y a 1, respectivamente:

N_q es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_q = e^{\tan\phi} \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

Donde ϕ es el ángulo de fricción interna del material, que se define más adelante. El coeficiente N_q se multiplicará por: $1 + (B/L) \tan\phi$ para cimientos rectangulares y por $1 + \tan\phi$ para cimientos circulares o cuadrados:

N_t es el coeficiente de capacidad de carga dado por:

$$N_t = 2(N_q + 1) \tan\phi$$



El coeficiente N_t se multiplican por $1-0.4(B/L)$ para cimientos rectangulares y por 0.6 para cimientos cuadrados o circulares.

FR , factor de resistencia.

c , cohesión del material.

Pv , esfuerzo vertical total a la profundidad de desplante por peso propio del suelo.

γ , peso volumétrico del suelo.

B , ancho del cimiento.

L , largo del cimiento.

\bar{p}_v , presión vertical efectiva a la misma profundidad

N_c , N_q y N^{γ} ; factores de capacidad de carga, que están en función de ángulo de fricción interno

Para determinar la capacidad de carga estática se propusieron varias profundidades de desplante de la cimentación a manera comparativa los cuales se presentan en la tabla # 1. Se tendrá que garantizar que la capacidad de carga del suelo sea mayor que la descarga vertical estática determinada.

CAPACIDAD DE CARGA CIMENTACION PROFUNDA.

La capacidad de carga de la pila se calculó a partir de los resultados de pruebas de campo y ensayos de laboratorio, aplicando la metodología en indicada en las NTC-2017. La capacidad de carga se determinará con las siguientes expresiones:

a) La capacidad de carga por adherencia lateral, C_f para suelos cohesivos se calculará como:



$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \alpha_i c_{ui} L_i$$

Donde:

- P_p es el perímetro del pilote o pila o de la envolvente del grupo o subgrupo de pilotes o pilas
- F_R se tomará igual a 0.65, salvo pilotes hincados en perforación previa
- m número de estados cohesivos a lo largo del fuste de pilote o pila
- α_i es el coeficiente de adherencia lateral elemento-suelo del estrato i
- C_{ui} es la cohesión media aparente determinada ensaye triaxial no-consolidado no-drenado (UU) del estrato i
- L_i es la longitud del pilote o pila correspondiente al trato i

El coeficiente α_i se calculará como:

$$\alpha_i = 0.5 \sqrt{\frac{P_{vi}}{c_{ui}}}$$

b) La capacidad de carga por fricción lateral C_f para suelos friccionantes, se calculará como:

$$C_f = P_p F_R \sum_{i=1}^m \bar{P}_{vi} \beta_i L_i$$

donde:

- F_R se tomará igual a 0.65
- m número de estratos friccionantes a lo largo del fuste del pilote o pila
- β_i es el coeficiente de fricción elemento-suelo en el estrato i que se estimara como:

$$\beta_i = 1.5 - 0.24 \sqrt{z_i}; \quad 0.25 \leq \beta \leq 1.2$$

donde:

- Z_i es la profundidad media del estrato i

c) La capacidad de carga por punta C_p para suelos cohesivos se calculará como:

$$C_p = (c_u N_c^* F_R + p_v) A_p$$

Donde:

- A_p es el área transversal de la base de la pila o del pilote
- P_v es la presión vertical total debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes o pilas
- F_R se tomará igual a 0.65
- C_u es la cohesión aparente del suelo de apoyo determinada en ensaye triaxial no-consolidado no-drenado (UU) y
- N_c^* es el coeficiente de capacidad de carga definido en la tabla 3.5.1

**Tabla 3.5.1 Coeficiente N_c^***

ϕ_u	0°	5°	10°
N_c^*	7	9	13

Φ_u es el ángulo de fricción aparente:

d) La capacidad de carga de un pilote o pila, C_p , apoyado en un estrato friccionante, se calculará

$$C_p = (\bar{p}_v N_q^* F_R + p_v) A_p$$

donde:

\bar{p}_v es la presión vertical efectiva debida al peso del suelo a la profundidad de desplante de los pilotes o pilas

N_q^* es el coeficiente de capacidad de carga definido por:

$$N_q^* = N_{\min} + L_e \frac{N_{\max} - N_{\min}}{4B \tan(45^\circ + \phi/2)}$$

Cuando $L_e/B \leq 4 \tan(45^\circ + \phi/2)$ o bien:

Cuando $L_e/B > 4 \tan(45^\circ + \phi/2)$

$$N_q^* = N_{\max}$$

Tabla 3.5.2 Valor de N_{\max} y N_{\min} para el cálculo de N_q^*

ϕ	20°	25°	30°	35°	40°	45°
N_{\max}	12.5	26	55	132	350	1000
N_{\min}	7	11.5	20	39	78	130

L_e es la longitud del pilote o pila empotrada en el estrato friccionante:

B es el ancho o diámetro equivalente de los pilotes

Φ es el ángulo de fricción interna.

F_R se tomará igual a 0.35

La capacidad de carga considerada no deberá rebasar la capacidad intrínseca del pilote o pila calculada con la resistencia admisible del material constitutivo del elemento.



CAPACIDAD DE CARGA LATERAL.

La capacidad de carga lateral que resiste una pila empotrada en un terreno de tipo cohesivo, se determinó de acuerdo con el criterio de Broms, el cual está basado en un criterio de resistencia última del suelo y se describe en seguida;

$$D = \frac{FV}{9s_u B} + 1.5B$$

<i>F</i>	Factor de seguridad
<i>V</i>	Fuerza lateral resistente
<i>S_u</i>	Cohesión del suelo
<i>B</i>	ancho de la pila

Se elaboró una tabla de cálculo en donde se varían las profundidades y se indican los valores utilizados, finalmente se obtienen las capacidades de carga correspondientes, ver tabla # 3.

6.4 EMPOTRAMIENTO DE PILA.

Debido a que las pilas estarán sujetas a una combinación de fuerzas verticales, horizontales y momentos flexionantes, para efectos de análisis estructural, es necesario tomar en cuenta una longitud de empotramiento teórica, la cual no necesariamente coincide con la longitud física de empotramiento de la pila con el suelo, esto es, debido a la interacción suelo-pilote que existe, por lo tanto, el empotramiento del pilote en el subsuelo tiende a moverse hacia el fondo una cierta longitud. Es por ello que resulta necesario considerar la modificación del empotramiento físico del pilote a un empotramiento teórico dependiendo de las características del subsuelo y de las características del material de la pila.

Para el cálculo de las longitudes de empotramiento teórico de la pila, se determinará de acuerdo con el método de Reese and Matlock. Se realizaron varios análisis partiendo de considerar que los elementos de cimentación profunda estarán formados por pilas coladas, de sección circular con tamaños variables de 0.80, 1.0, 1.2 y 1.5 m

$$R = 4 \sqrt[4]{\frac{EI}{kB}}$$

$$Z_f = 1.8 T$$

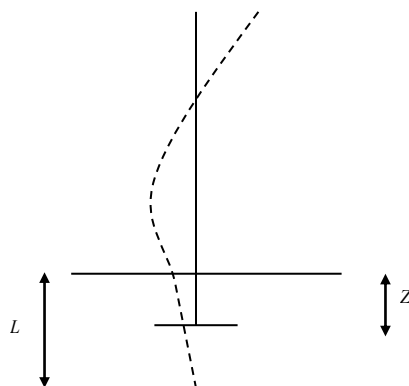
$$L = 4 R$$

Z_f ; profundidad del punto de empotramiento teórico

K ; módulo de reacción horizontal

EI ; rigidez a flexión del pilote

B ; ancho del pilote



Se realizaron diversas determinaciones de longitudes de empotramiento, memoria de cálculo

ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS CIMENTACION SUPERFICIAL.

La magnitud de los hundimientos que una estructura puede tolerar es uno de los parámetros que tienen definitiva influencia en la selección del tipo de cimentación; para este proyecto se realizó un análisis sobre hundimientos al centro del sistema de cimentación.

Las descargas de la superestructura en la cimentación provocan en el subsuelo una serie de deformaciones, las cuales pueden agruparse en dos tipos principalmente:

- Deformaciones inmediatas o elásticas, las cuales se originan al momento de aplicar la carga al subsuelo y el cual no sufre cambios de volumen.
- Deformaciones diferidas, éstas se desarrollan a largo plazo después de la aplicación de la carga instantánea, y es producto de una deformación por cambio de volumen o proceso de consolidación, el cual puede durar inclusive varios años. Esta última parte de las deformaciones aplica principalmente a suelos arcillosos en los que este proceso es más notable.

Asentamiento total = Deformación inmediata + Deformación diferida

Teniendo en cuenta las características del material bajo el desplante de **las zapatas**, se ha considerado que las deformaciones en la masa de suelo serán principalmente del tipo inmediatas, es decir, elásticas. La magnitud de las deformaciones que una estructura puede tolerar es uno de los parámetros que tienen definitiva influencia directa en la selección del tipo de cimentación; para este proyecto, se realizó el análisis de asentamiento para zapatas.

Para calcular los hundimientos elásticos originados por cargas estáticas se acudió al criterio de Schleicher, para ello se utilizará la siguiente expresión (Ref. 4);

$$\rho_m = \frac{0.82(1-\nu^2)}{E_u} q_m B$$

donde:

P_m , asentamiento medio, en cm

E_u , módulo de elasticidad del suelo kg/cm^2

B , ancho de la cimentación cm

q_m , presión uniforme aplicada sobre la cimentación kg/cm^2

ν , Relación de Poisson 0.40

De igual forma se elaboró una tabla de cálculo de deformaciones por el criterio antes mencionado para los diversos tipos de zapatas propuestas. Así mismo, se deberá garantizar que las deformaciones que provocan las cargas actuantes no excedan de las permisibles. Ver tablas 5a, 5b y 5c.

6.6 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS CIMENTACION PROFUNDA.

Para pilas, que se considera trabajaran únicamente por punta, se puede aplicar el método semi-empírico de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.); el cual toma en cuenta la deformación del elemento, así como, la deformación que provoca la carga aplicada en la cabeza de la pila al terreno de apoyo, de acuerdo con este criterio la expresión que permite determinar la magnitud de los hundimientos es la siguiente:

$$S_T = \frac{\Sigma QL}{E_p A_p} + 1.57 \frac{\Sigma Q}{E_s \sqrt{A_b}} (1 - \nu_s^2)$$

En la cual:

S_T = magnitud del hundimiento de tipo elástico, en m

ΣQ = combinación más desfavorable de carga

L = longitud total de la pila

ν = relación de Poisson media del material de apoyo, adimensional

E_p = módulo de deformación de la pila

E_s = módulo elástico medio del suelo de apoyo

A_p = área de la sección transversal de la pila

A_b = área de la base de la pila

De igual forma se elaboró una tabla de cálculo de deformaciones por el criterio antes mencionado para los diversos tamaños de pilas. Así mismo, se deberá garantizar que las deformaciones que provocan las cargas actuantes no excedan de las permisibles.

Empujes horizontales sobre muros.

Para evaluar la magnitud de los empujes de tierra sobre los elementos de retención (muros), se empleó la teoría de Rankine (Ref. 6), considerando que el suelo a largo plazo alcanzará una condición en reposo. Además de los empujes horizontales del suelo de tierra, se deberá considerar los empujes debido a la acción del flujo de agua por presencia de nivel freático si lo hubiera, la sobrecarga uniformemente distribuida sobre la superficie del terreno, con una magnitud de 1.0 Ton/m², así como el empuje debido a la acción del sismo; para este caso se consideró un coeficiente sísmico, *c* de 0.166 conforme a lo establecido en la Ref. 6, que corresponde a la aceleración del terreno.

No se hizo ninguna consideración sobre el empuje que podría actuar contra los muros debido a la compactación del relleno con equipos pesados, estimándose que la compactación del relleno en las zonas próximas a los muros deberá efectuarse con herramientas manuales o bien con equipos de compactación ligeros, de operación manual.

Para el cálculo de los empujes en estado activo sobre estructuras enterradas se empleó el criterio de Rankine, empleando un material básicamente friccionante debido a la naturaleza del material comúnmente utilizado para la formación de los terraplenes de acceso:

$$E_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

En donde:

- E_a = Empuje activo, en Ton/m
- γ = Peso volumétrico natural del subsuelo, en Ton/m³
- H = Profundidad hasta donde se calcula el empuje, en m.

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

El empuje hidrostático se calculó con la siguiente ecuación:

$$E_w = \frac{1}{2} \gamma H^2$$

En donde:

- E_w = Empuje hidrostático, en Ton/m
- γ = Peso volumétrico del agua, en Ton/m³
- H = Profundidad hasta donde se calcula el empuje, en m.

El empuje por sobrecarga se calculó con la siguiente ecuación:

$$E_s = KSH$$

En donde:

- E_s = Empuje por sobrecarga, en Ton/m
K = Factor de empuje lateral por sobrecarga
H = Profundidad hasta donde se calcula el empuje, en m
S = Sobrecarga considerada, en ton/m²

Además de las acciones anteriores se calculó un empuje horizontal originado por sismo; acudiendo a lo que se indica en la Ref. 6 y atendiendo a la clasificación sísmica del terreno en esta zona (Ref. 5), le corresponde un coeficiente sísmico básico de 0.166. El empuje sísmico se calculó como el producto del peso de la cuña de empuje activo, con una inclinación de $45^\circ + \phi/2$, multiplicado por un tercio del coeficiente sísmico.

Los resultados obtenidos en estos análisis se presentan en la memoria de cálculo, donde se observa que en todos los casos se analizaron muros de alturas variables entre 4.00, 5.00 y 6.00 m.

En la se muestra la magnitud de los empujes resultantes que se recomienda emplear para el diseño de elementos de retención. Para muros de altura menores a la analizada podrán utilizarse las porciones correspondientes de los diagramas de presiones horizontales, a fin de calcular la magnitud de los empujes resultantes.

Debido a que los muros necesitan ser cimentados a cierta profundidad, una parte del mismo estará sometido a la acción del empuje pasivo de terreno, por lo que es necesario determinar los empujes actuantes debido a la condición pasiva del terreno.

$$E_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 Kp$$

En donde:

- E_p = Empuje pasivo, en Ton/m
 γ = Peso volumétrico natural del subsuelo, en Ton/m³
H = Profundidad hasta donde se calcula el empuje, en m.

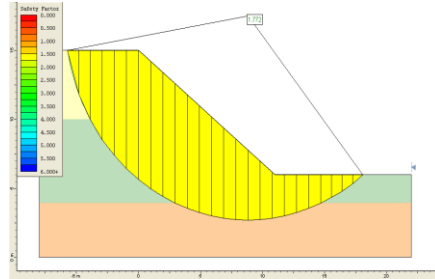
$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Análisis de talud terraplén de acceso.

Para efectuar el análisis de estabilidad de los taludes en los terraplenes de acceso se hizo la consideración de que estará conformado por material de banco de tipo inerte (limo arenoso o arena limosa) compactada en capas de 20 cm de espesor al 95% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) respecto al patrón de prueba AASHTO estándar. Además se consideró un talud con inclinación 1.5:1.0 (hor:ver) y una altura de 5.0 m.

Para realizar el análisis de estabilidad de taludes se empleó el software de computadora “Slide” el cual está basado en el método de dovelas. El método en que se basa el análisis, está fundamentado en suponer una superficie de falla circular (método sueco), cuya traza con el plano en el que se calcula es un arco de circunferencia y dividir esta superficie en dovelas, de las cuales su peso propio generará un momento motor el cual tendrá que ser soportado por el momento resistente originado por la acción de la resistencia al esfuerzo cortante del terreno, la relación del momento motor a momento resistente nos da el factor de seguridad de la estabilidad del talud.

$$Fs = \frac{M_{resistente}}{M_{motor}}$$



Dicho factor de seguridad de acuerdo con las recomendaciones en la práctica, para la condición estática se considera estable si $Fs > 1.5$, y para la condición dinámica se considera estable si $Fs > 1.1$.

Se realizaron dos tipos de análisis;

- 1.- En primera instancia se realizó un análisis de estabilidad de talud de tipo estático, considerando una sobrecarga en la corona de 1.0 ton/m^2 .
- 2.- En segunda instancia se realizó un análisis de estabilidad de talud de tipo dinámico, considerando el efecto sísmico por medio de la introducción de un coeficiente sísmico ($a_{max} = 0.166$), así como, una sobrecarga de 1.0 ton/m^2 .

FACTOR DE SEGURIDAD		FS
Condición estática	Condición dinámica	
1.913	1.04	

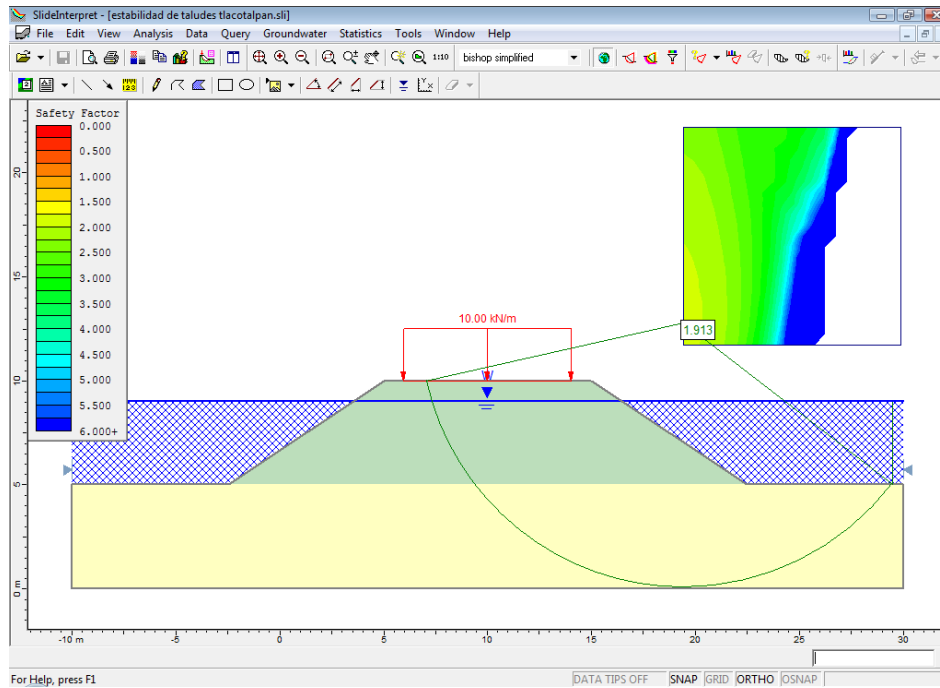


Imagen II. 32 Análisis de estabilidad de talud condición estática.

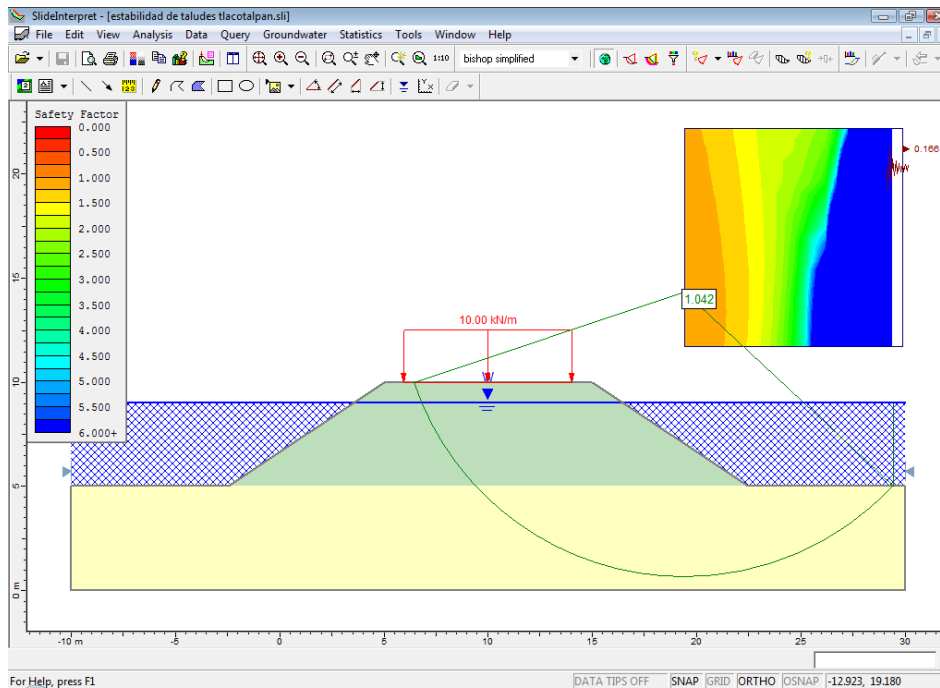


Imagen II. 33 Análisis de estabilidad de talud condición dinámica

Conclusiones y recomendaciones

De forma resumida las características estratigráficas generales de la zona pueden ser descritas de la siguiente manera:

- 1.- El sitio donde se ubicará el proyecto de protección marginal contra la erosión se encuentra en una zona rural, en el cual predomina el terreno de tipo cohesivo (arcillas con arena fina). Por lo anterior se considera que el terreno tiene una resistencia al esfuerzo cortante baja y una deformación media.
2. De acuerdo con la estratigrafía detectada en la zona de estudio y atendiendo a la zonificación sísmica del SCT - Diseño por Sismo, se determinó que el área del proyecto se ubica dentro de la **Zona B con un suelo tipo III** que corresponde a un terreno de resistencia alta. Por lo cual, para el análisis sísmico de la estructura del proyecto se recomienda emplear un coeficiente sísmico básico, **c, de 0.36**, aunque para estructuras del Grupo A deberá multiplicarse por 1.50.
3. Teniendo en cuenta el tipo y la magnitud de cargas que transmitirá la estructura del puente, las condiciones del subsuelo de la zona, se podrán considerar dos alternativas de cimentación una mediante **cimentación superficial a base de zapatas rectangulares** y la **segunda mediante cimentación profunda a base de pilas de cimentación**, para determinar el tipo de cimentación más adecuada dependerá de las descargas de diseño y compararlas contra las respectivas capacidad de carga indicadas en las tablas correspondientes.
4. La capacidad de carga admisible de la cimentación superficial y profunda, se determinó acudiendo al criterio propuesto por el Terzaghi, que toma en cuenta los diferentes estados de compacidad y/o consistencia de los materiales que servirán de apoyo a la cimentación. Aplicando dicha teoría de la resistencia a la compresión y considerando la resistencia al esfuerzo cortante del subsuelo y tomado en cuenta un factor de seguridad de 3, se determinó una capacidad de carga admisible estática (ver tabla #1 y tabla #2) y bajo acciones eventuales se incrementará un 30.0 %, dicha capacidad. Debido a que no se pudieron obtener muestras inalteradas por las características del material friccionante para determinar los parámetros de resistencia se aplicaron correlaciones con el spt.
5. Los análisis de hundimientos para tanto para cimentación superficial como profunda, que corresponde a una carga aplicada igual a la capacidad de carga admisible, en forma aislada, se obtuvieron valores los cuales para fines prácticos se consideran aceptables. Se hace notar que para cargas aplicadas menores a la capacidad de carga admisible los hundimientos serán menores a los indicados.



RECOMENDACIONES

1. De acuerdo con la exploración de campo y los resultados de laboratorio la propuesta de cimentación tanto superficial (zapatas) como profunda (pilas) son factibles de aplicar.
2. Debido a la naturaleza del subsuelo y dependiendo de la capacidad de carga requerida por el estructurista, la profundidad de desplante deberá ser definida por el estructurista en función de la descarga de diseño de cada apoyo. Debiendo garantizarse el estado de resistencia (capacidad de carga) y el estado de servicio (deformación) de la cimentación.
3. En caso de que la cimentación utilizada sean **pilas de cimentación**, la cual estará atravesando estratos cohesivos, se recomienda llevar un control de la verticalidad de este y la cual no deberá de sobrepasar los límites, que en seguida se indican, la tolerancia permisible estará comprendida entre 1 y 2 % de la longitud final de la pila, pero sin exceder el 12.5 % del diámetro de la pila o 38 cm en el fondo, lo que sea menor.
- 4- Durante el proceso de perforación para alojar la cimentación profunda y debido a la naturaleza del terreno que está constituido por suelos cohesivos, se recomienda utilizar un ademe mediante lodos bentoníticos.
5. En caso de que la cimentación utilizada sean zapatas, la cual estará atravesando estratos cohesivos, se recomienda un talud de corte de 1.0:1.0.
6. Para el diseño de los elementos de retención (muros) se recomienda emplear los diagramas de empujes mostrados, así como, los empujes pasivos que se presentan en la misma tabla.
7. Durante la fase de diseño estructural de la pila de cimentación se recomienda realizar un análisis de interacción suelo estructura para obtener un diseño más racional.
8. Debido a las características del subsuelo en el lecho del río y a las condiciones hidráulicas de la corriente, será factible emplear algún tipo de elementos de protección marginal tales como, colchacretos, geotubos o algún similar, esto porque tienen la facilidad de ser modulados y adaptarse a la deformación diferencial sin que falle el sistema.

Como se muestra en la información antes presentada, una vez analizada la dinámica hidrológica del Río Papaloapan, así como el análisis de las cimentaciones se puede determinar la viabilidad de optar por la construcción de la obra de protección del talud con un elemento modular como en este caso será la bolsacreto.

Proceso constructivo

Para el proyecto ejecutivo se efectuó una adecuación a la distancia mínima a la que se ubicará la protección marginal para reducir los rellenos, pero garantizando tener un espacio libre entre el hombro de la carretera y el hombro del río con la protección marginal para evitar la exposición a la erosión durante una avenida.

La solución de protección marginal evitará el contacto con la margen y reducirá la posibilidad de arrastre del material de la orilla que está compuesto por arcilla en la parte superior y arenas a una profundidad mayor a 6 m.

GEOMETRÍA DE LA PROPUESTA.

Para esta solución se emplea como eje de referencia la línea de extrema defensa proyectada a 3 m del hombro de la carretera.

La protección abarca del cadenamiento 8+770 a 9+730 (960 m), siendo la protección efectiva del 8+800 a 9+700, el resto es transición hacia el perfil actual, con lo cual se garantiza la estabilidad de la carretera, pues es la parte de la curva con riesgo de erosión.

El diseño general se basa en una protección a talud empleando cimbra geotextil rellena de mortero, el material se define de inicio pues se sabe que en la región no se tiene roca, lo cual permite manejar taludes que tienden más a la vertical.

Se propone coronar la protección a 3 m (1 m sobre el nivel de desborde) y desplante a tope con talud natural y talud 1:1. Para este proyecto, se revisó la estabilidad estructural del talud, cuyo estudio se presenta en los anexos.

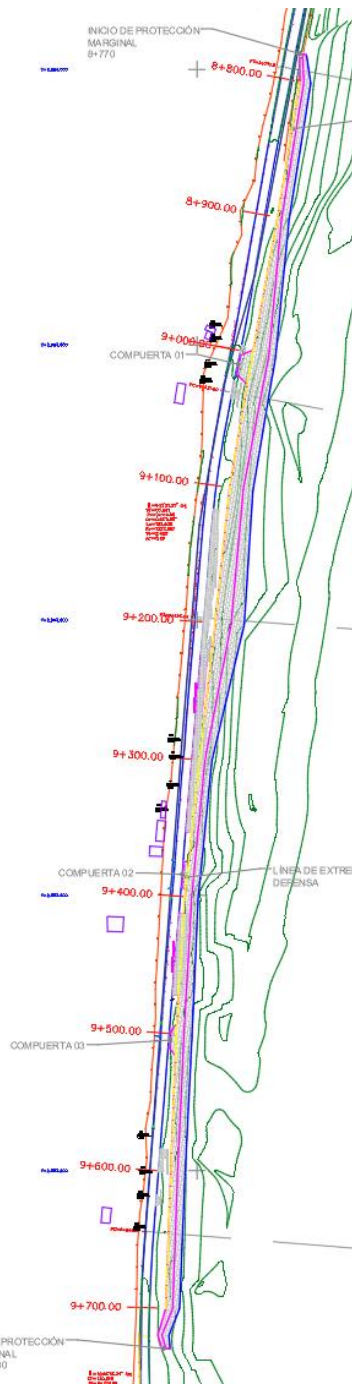


Imagen II. 34 Vista en planta de la propuesta de solución, protección marginal a talud.

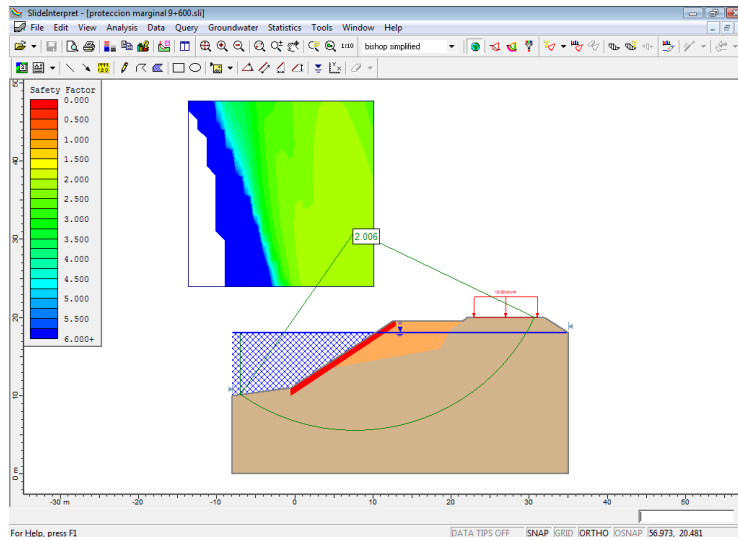


Imagen II. 35 Vista del análisis de estabilidad estructural con protección marginal en talud 1:1.

Para evitar la socavación pie, se propone la colocación de tapete antisocavación bajo el criterio: la longitud mayor entre la socavación estimada al pie y la distancia al nivel del agua de diseño, con tr de 50 años.

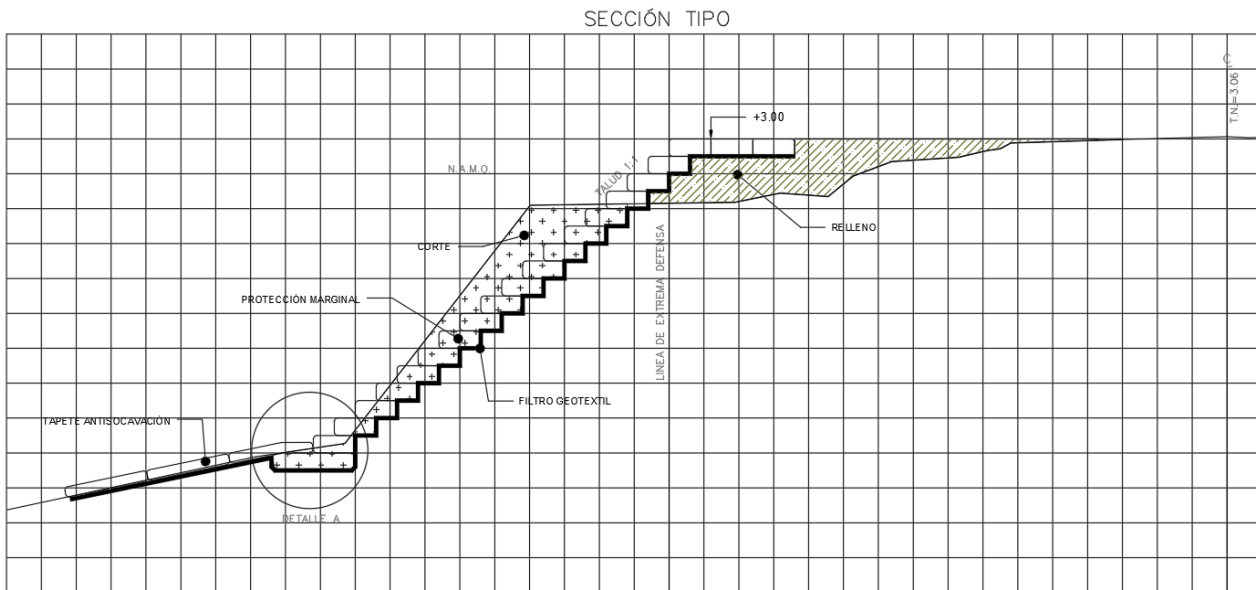


Imagen II. 36 Vista de la sección tipo de la protección marginal donde se aprecian detalles de esta.

Por la parte posterior se efectuarán rellenos con material de banco (arena y grava) en las zonas que se requiera.

Entre el perfil de la margen y la protección se colocará un filtro geotextil no tejido que evite la fuga de material fino.

En los cadenamientos donde se tienen compuertas, se efectuará una transición tipo alerón con ángulo interno de 125° .

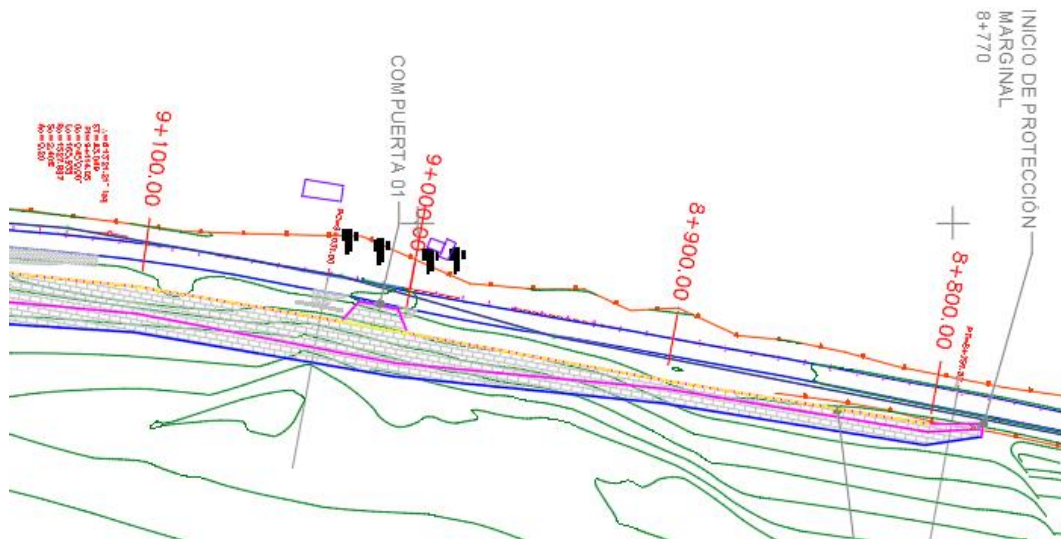


Imagen II. 37 Vista en planta de la representación en planta de la protección marginal.

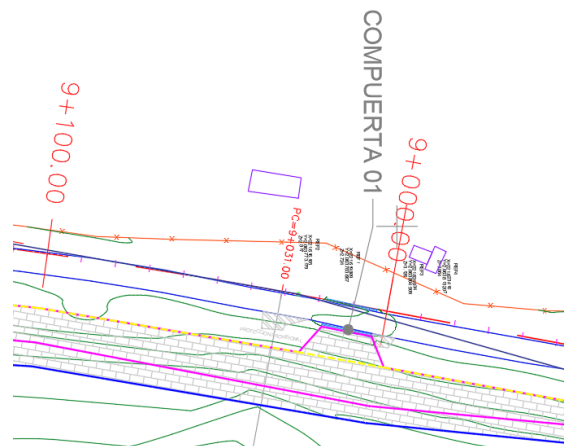


Imagen II. 38 Tramo de protección marginal donde se tiene presencia de compuerta y se proyecta una transición.

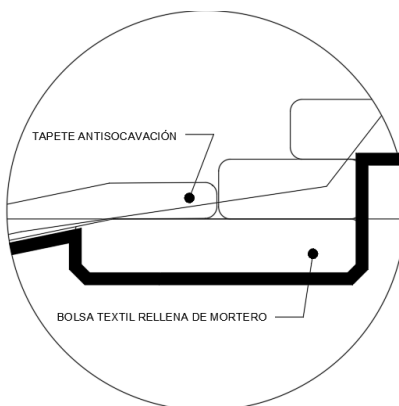
ESTIMACIÓN DEL TAPETE ANTISOCAVACIÓN.

Se estimó la longitud del tapete anti socavación bajo el criterio: la longitud mayor entre la socavación estimada al pie y la distancia al nivel del agua de diseño, con Tr de 50 años.

La longitud mayor del tapete se tiene entre los cadenamientos 9+000 a 9+200, donde puede llegar a 9.5 m, el resto de los cadenamientos se tiene una protección al pie con el tapete de máximo 4.5 m.

Tabla II. 10 Estimación de la longitud mínima del tapete antisocavación.

Cálculo de socavación local								
Sección lon	d0 (m)	d (m)	U (m/s)	ds cohesivo (m)	ds granular (m)	material	ds (m)	tapete min
8+800	1.56	0.04	1.5	-0.32	-0.04	arcilla	-0.32	1.5
8+900	2.00	0.48	1.5	-0.35	0.02	arcilla	-0.35	2.0
9+000	9.70	8.18	1.5	0.98	3.45	arena	3.45	9.5
9+100	7.80	6.28	1.5	0.53	2.44	arena	2.44	8.0
9+200	8.80	7.28	1.6	0.87	2.73	arena	0.00	9.0
9+300	2.20	0.64	1.6	-0.27	0.02	arcilla	-0.27	2.0
9+400	3.20	1.64	1.6	-0.36	0.19	arcilla	-0.36	3.0
9+500	4.60	3.04	1.6	-0.30	0.55	arcilla	-0.30	4.5
9+600	4.10	2.54	1.6	-0.23	0.53	arcilla	-0.23	4.0
9+700	3.20	1.64	1.6	-0.33	0.21	arcilla	-0.33	3.0



EN LA BASE DE LA PROTECCIÓN MARGINAL DEBE GARANTIZARSE EL TRASLAPE DEL TAPETE ANTISOCAVACIÓN SOBRE EL PRIMER ELEMENTO DE LA PROTECCIÓN

Imagen II. 39 Detalle del traslape de protección marginal y tapete antisocavación.

En la base de la protección marginal debe garantizarse que el tapete antisocavación se desplante sobre la cimbra o bolsa geotextil de la base, con la finalidad de evitar la erosión al pie.



ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS MATERIALES.

Filtro geotextil.

El filtro geotextil que se colocará entre la protección marginal y el suelo para evitar la fuga de finos, deberá ser 350 gr/m² pet o similar.

Las características técnicas aproximadas del material elegido son:

Tabla II. 11 Propiedades del geotextil 350 grs/cm² como filtro para fuga de finos.
PROPIEDADES DEL MATERIAL

CONCEPTO	MÉTODO	UNIDAD	VALOR
Masa por unidad de Área	ASTM D5261	gr/m ²	350 ± 6%
Resistencia a la tensión	ASTM D 4632	N	775 ± 8%
Resistencia al desgarre trapezoidal	ASTM D 4533	N	371
Resistencia al punzonado	ASTM D 4833	N	363
Resistencia al estallamiento	ASTM D 3786	kpa	2099
Resistencia U.V. ¹	ASTM D 4355	%	70
Elongación	ASTM D 4632	%	90
Permitividad	ASTM D 4491	sec ⁻¹	1.86
Permeabilidad	ASTM D 4491	cm/s	0.60
Flujo	ASTM D 4491	lpm/m ²	5684

Cimbra geotextil.

La cimbra geotextil rellena de mortero en la base (primera fila) debe tener ancho de 2.40 m y un espesor de 0.50 m, y longitud variable.

La cimbra geotextil rellena de mortero en el cuerpo de la protección marginal, deben tener un ancho de 1.20 m, espesor de 0.50 m y longitud variable, que de acuerdo al proceso constructivo se adapte mejor a la obra.

No se especifica longitud pues existen constructores que tienen sus procesos empleando longitudes de cimbra geotextil mayores a 15 m.

No se especifican características de la cimbra geotextil, ya que esta solo tiene función para la conformación geométrica de la protección marginal, esta no aporta ningún elemento que afecte el funcionamiento durante la operación.

La cimbra geotextil rellena de mortero en el tapete antisocavación deberá tener un espesor de 0.10 m, ancho y longitud variable, que de acuerdo al proceso constructivo se adapte mejor a la obra.



Sacos

Bolsa Concretos de diversas medidas

Sin Descripción

Imagen II. 40 cimbras geotextiles para contener mortero.

Mortero

La protección marginal será estructurada a base de cimbra textil rellena con mortero, mezcla de cemento-arena-agua, con una resistencia no menor de 150 kg/cm^2 .

El cementó portland que se utilice en la fabricación del mortero será tipo CPO 30RS (ordinario, resistente a los sulfatos).

En el laboratorio y en el sitio, los ensayes y pruebas deben hacerse con procedimientos estandarizados y planteados en las normas correspondientes.

Se deben revisar y desarrollar todas las pruebas y controles de actividades necesarias para asegurar la calidad de los morteros desde el procesamiento de agregados hasta la colocación y curado.

El revenimiento máximo del mortero debe ser de $18 \pm 2 \text{ cm}$ para mortero bombeado, ambos revenimientos con o sin aditivo.

Cuando el mortero se elabore en obra, el cementante y la arena se mezclarán en seco en las proporciones que hayan sido aprobadas, para obtener una resistencia de 100 kg/cm^2 .

Interacción con obras existentes.

En el cadenamiento aproximado 9+010 y 9+500 donde se ubican compuertas 01 y 03, se efectuará una transición tipo alerón con ángulo interno de 125° , medido entre las compuertas existentes y la línea de proyección hacia la línea de extrema defensa.

En el cadenamiento aproximado 9+380 donde se ubica la compuerta 02, la protección marginal se empatará a los alerones de concreto existentes.

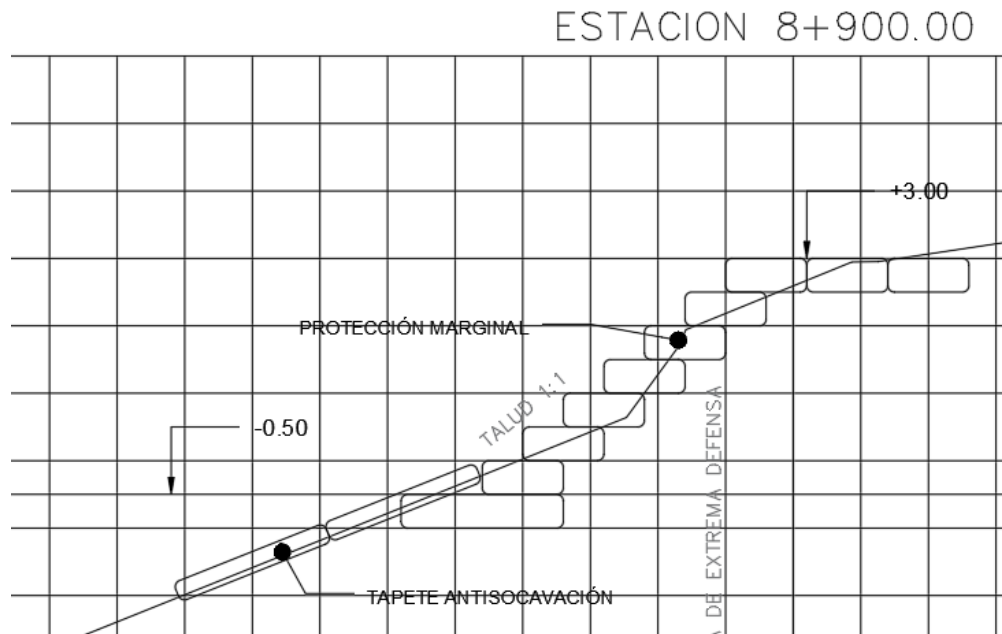


Imagen II. 41 Sección transversal de la protección marginal en el cadenamiento 8+900.



ESTACION 9+100.00

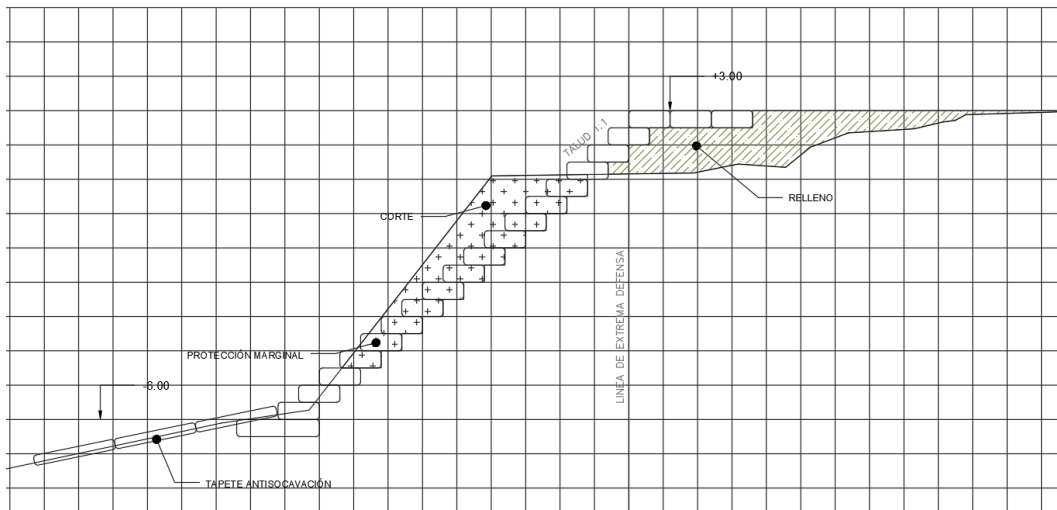


Imagen II. 42 Sección transversal de la protección marginal en el cadenamiento 8+900.

ESTACION 9+200.00

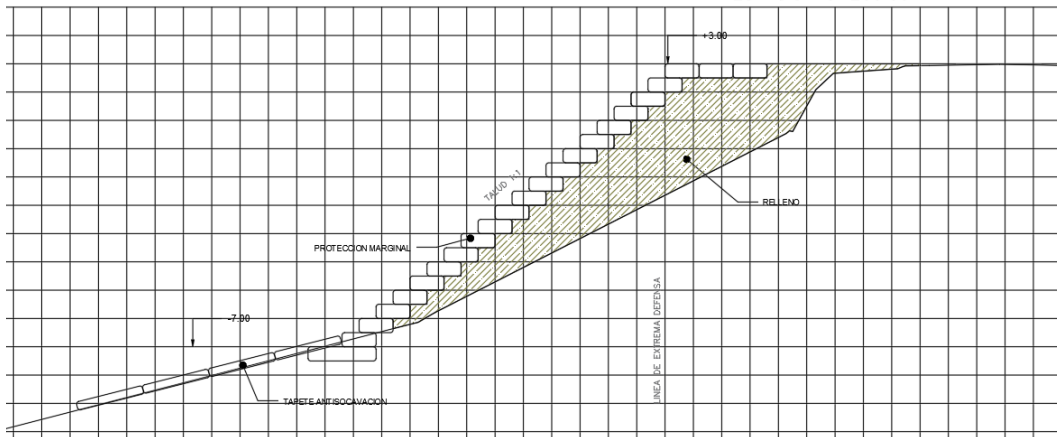


Imagen II. 43 Sección transversal de la protección marginal en el cadenamiento 8+900.

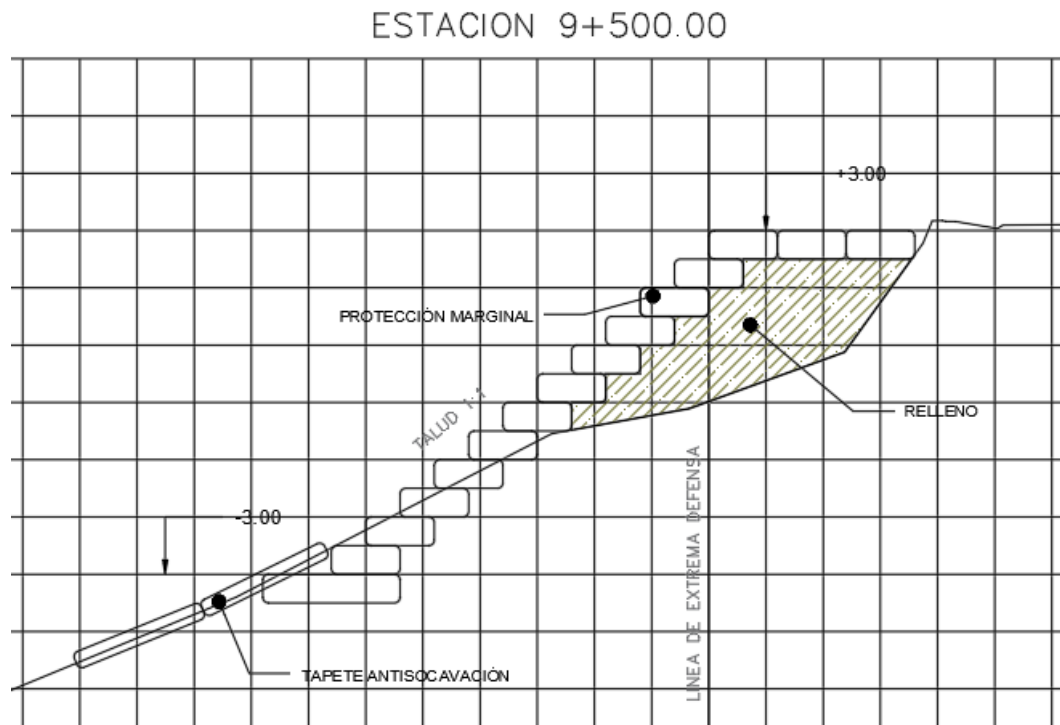


Imagen II. 44 Sección transversal de la protección marginal en el cadenamiento 8+900.

Como se muestra, el proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ. Se desarrollará a lo largo de 960 metros, pero por motivos presupuestales, las actividades se desarrollarán en dos etapas, en la Etapa A, se atenderán los tramos en los que se presentan los mayores riesgos de socavación (ver estudio correspondiente) y en una segunda etapa se cumplirá con las obras restantes:

Etapa A

Secciones de atención urgente, con una longitud total de 393.23 m

- Tramo 1 Del km 8+960.00 al km 9+003.20
- Tramo 2 del km 9+022.12 al km 9+224.07
- Tramo 3 del km 9+393.86 al 9+411.94
- Tramo 4 del km 9+570.00 al 9+700.00

Etapas B

- Tramo 1 del 8+770.00 al 8+960.00
- Tramo 2 del 9+003.20 al 9+022.12
- Tramo 3 del 9+224.07 al 9+393.86
- Tramo 4 del 9+411.94 al 9+570.00
- Tramo 5 del 9+700.00 al 9+730.00

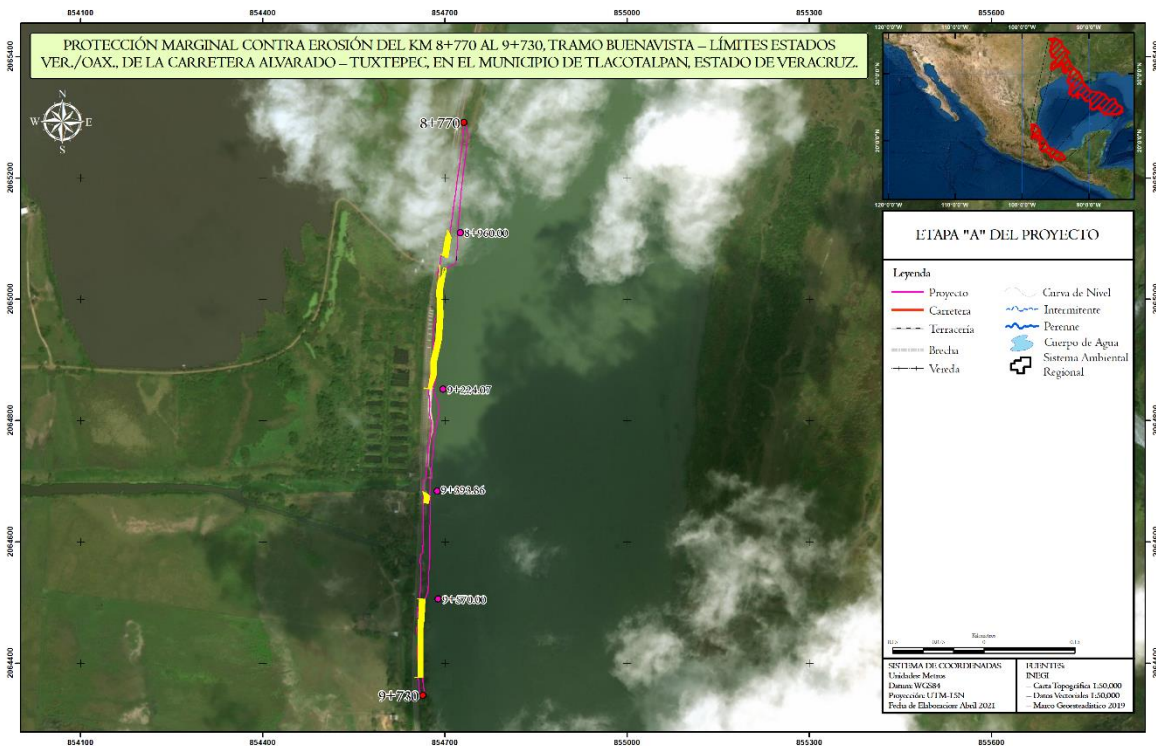


Imagen II. 45 etapas A y B del proyecto



II.2.1 Programa de trabajo

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt para el proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER. /OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, en donde señala que el proyecto se contempla que, para las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizara en un periodo de 60 meses (cinco años) y una vida útil de 30 años (operación y mantenimiento).

Tabla II. 12. Diagrama de Gantt del cronograma de obra.

N o	CONCEPTO	MESES											
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
I. ASIGNACIÓN DE PRESUPUESTOS.													
1	Licitación y Adjudicación de la obra	■	■										
2	Trámites y permisos	■	■	■	■								
3	Asignación de los recursos presupuestales.	■	■	■	■	■							
II. ETAPA A													
4	Desmote y Despalme				■	■	■						
5	Excavaciones					■	■	■					
6	Geotextil						■	■					
7	Tapete anti-socavación							■	■	■			
8	Protección Marginal								■	■	■		
9	Limpieza General									■	■	■	
III. ETAPA B													
10	Desmote y Despalme									■	■	■	
11	Excavaciones										■	■	■
12	Geotextil											■	■
13	Tapete anti socavación												■
14	Protección Marginal												■
15	Limpieza General												■
IV. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.													
16	Programa de conservación preventiva y correctiva (SCT).											■	■
17	Mantenimiento Preventivo											■	■
18	Inspección Visual											■	■



II.2.2 Representación gráfica regional

El proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, como su nombre lo indica se localiza en el Estado de Veracruz, del cual se menciona lo siguiente:

Se encuentra ubicado entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México, en las coordenadas 17° 03' 18" y los 22° 27' 18" de latitud norte y los 93° 36' 13" y los 98° 36' 00" de longitud oeste. Limita al norte con el Estado de Tamaulipas, al este con el Golfo de México, al sureste con los Estados de Tabasco y Chiapas, al sur y suroeste con el Estado de Oaxaca, al oeste con el Estado de Puebla, al noroeste con los Estados de San Luis Potosí e Hidalgo. Tiene una superficie de 72,410.05 km², cifra que representa un 0.32% del total del territorio de la República Mexicana. Así como 684 km de costas bajas y arenosas con playa angosta bordeada de médanos y dunas móviles con barras, albuferas y puntas. Cifras que representan el 3.7% del territorio del país, y el décimo lugar entre los estados de la República Mexicana. Así mismo el proyecto se localiza en el Municipio de Tlacotalpan, de dicho Municipio se hace la siguiente descripción:



Imagen II.46 Representación gráfica Regional

II.2.3 Representación gráfica local

El proyecto se ubica en el Municipio de Tlacotalpan, se encuentra ubicado en la zona centro montañosa del estado en las coordenadas $18^{\circ} 37'$ latitud norte y $95^{\circ} 40'$ longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Alvarado, al este con Lerdo de Tejada, al sur con Isla. Su distancia aproximada al sureste de la capital del Estado, por carretera es de 203 Km Tiene una superficie de 577.59 Km^2 , Cifra que representa un 0.80% del total del Estado.

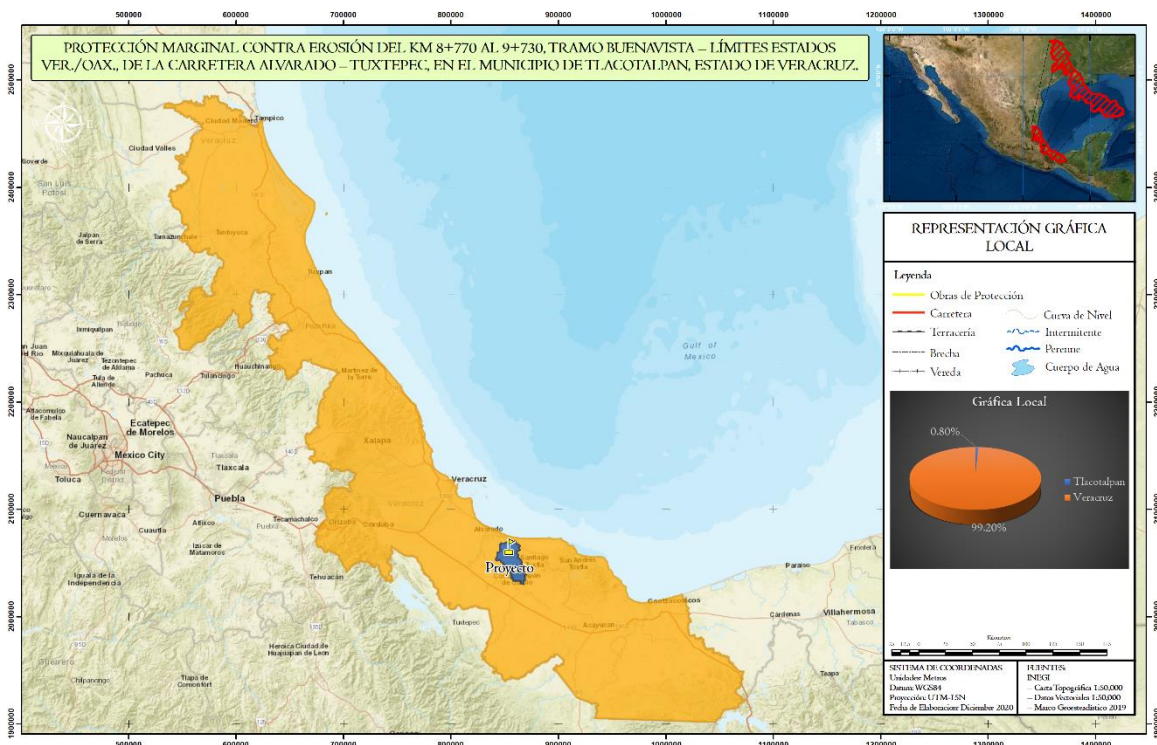


Imagen II. 47 Representación Local

II.2.4 Dimensiones del Proyecto.

El proyecto como se describió anteriormente ocupará una superficie de 0.9748 Ha, misma que será el polígono de ocupación de la obra, posterior al análisis de dicha superficie se estima que de la misma 0.5448 Hectáreas se tendrá afectación sobre el margen del Río Papaloapan lo que representa el 56% del total del proyecto y 0.4300 hectáreas de afectación de Pastizal Cultivado, lo que representa el 44% restante, como se muestra en el siguiente mapa:

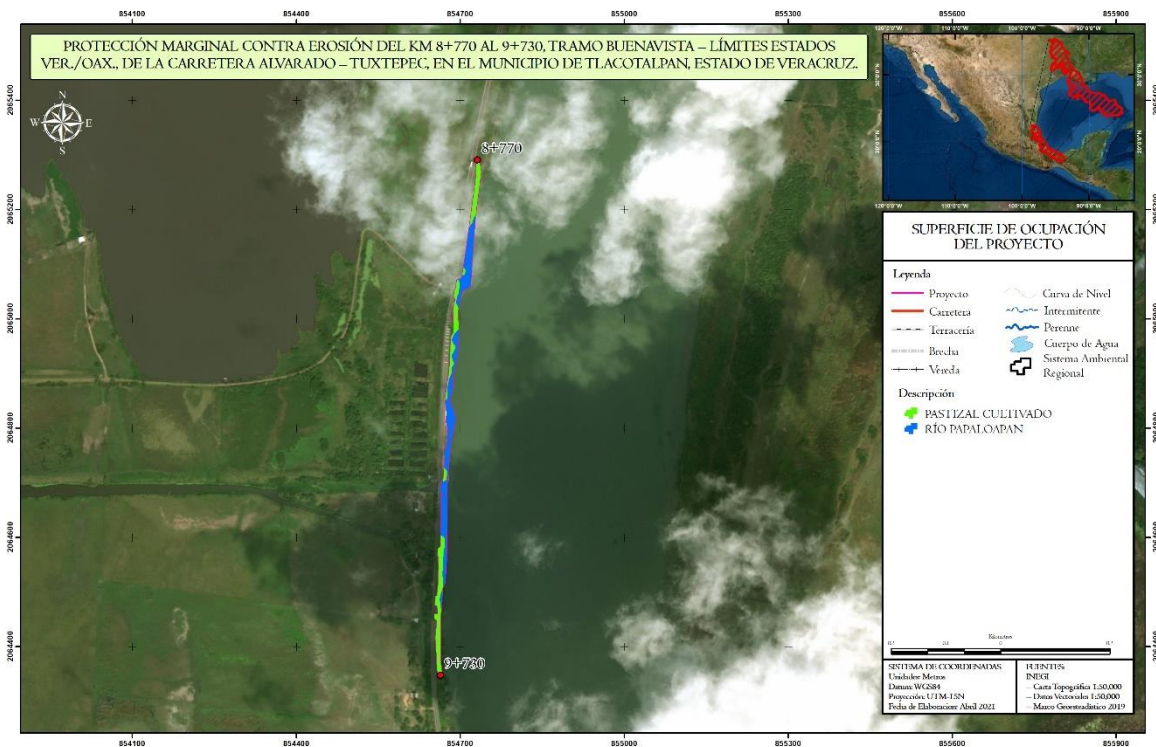


Imagen II.48 Detalle de la superficie de ocupación

II.2.5 Preparación del sitio y construcción

Preparación del Sitio: son las actividades previas a la construcción del proyecto, para el caso del proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ. Considera las siguientes actividades:

- Limpia y desmante: Estos trabajos se realizarán con el propósito de retirar la vegetación existente sobre el terreno entre la línea del hombro de la carretera y el margen del Río, se deberá incluir la limpieza general para retirar cual tipo de residuo.
- Colocación de letreros: Dicha actividad consistirá en la colocación de letreros alusivos a la protección de la flora y la fauna, con la finalidad de que el personal que realice actividades en el sitio del proyecto no dañe, capture, comercialice o interfiera en la dinámica ecológica de la fauna presente en el sitio.
- Sanitarios portátiles: Se colocarán sanitarios portátiles en varios puntos del proyecto, para uso del personal que labore en el sitio, el número de sanitarios ira en función al número de personas que labore, esta acción se realizará para minimizar los riesgos de contaminación del suelo y cuerpos de aguas con aguas residuales, los sanitarios se deberán colocar lo más alejados del margen del Río y garantizando su mantenimiento por la empresa que brinde el servicio.
- Almacén temporal: En el almacén temporal se guardará el equipo, herramientas, maquinaria e insumos que se utilizará durante la etapa de construcción, así mismo será dentro del almacén temporal que se almacene de forma temporal los residuos peligrosos generados durante la etapa de construcción; dicho almacén se construirá a base de madera y estará formado por láminas de zinc y que al término de las actividades constructivas se retirara en su totalidad del sitio, dicho almacén se deberá colocar en un sitio desprovisto de vegetación y lo más alejado del margen del río que sea posible
- Patio de maniobras: El patio de maniobras será una superficie de tipo temporal sobre la que los vehículos y equipos maniobrarán, y donde se ubicarán los almacenes temporales y el almacén de residuos peligrosos.
- Acarreos. Todo el material removido producto del desmante y despalme se deberá de depositar en un sitio de tiro, mismo que la empresa contratista deberá tramitar con la autoridad estatal antes de iniciar las obras.

Construcción

Para la conformación del terraplén:

- La primera capa se formará con un espesor igual a la mitad del espesor de las subsiguientes para mejorar la liga con la superficie de desplante.
- El equipo que se utilice será el adecuado para garantizar la compactación uniforme de cada capa en toda la sección del proyecto.
- El espesor de las capas sueltas será de treinta (30) centímetros hasta obtener uniformemente en toda la sección, compactación fijada en el proyecto, para lo que se dará al material la humedad necesaria, aplicándose el agua en el sitio de obtención o en el de colocación del material.
- Cuando el contenido de humedad sea mayor que el óptimo se eliminará el agua excedente por medio de drenado.
- Cuando una capa compactada no reúna las condiciones necesarias para ligarlas con la siguiente, se escarificará superficialmente y se humedecerá antes de extender el material que conforme la siguiente capa.

Para la colocación de las Bolsacretos:

Una vez limpia el área de cualquier material indeseables tales como ramas, raíces, hierbas y piedras de dimensiones mayores de siete puntos seis (7.6) centímetros, se procederá al suministro, llenado y colocación de las bolsacreto, a base de mortero (en presencia de agua).

- Cada saco se va colocando y relleno uno por uno, para ir conformando mediante el apoyo de la maquinaria necesaria, se iniciarán los trabajos del fondo del suelo hacia arriba, en apego a las líneas de apoyo del proyecto, afinando el talud longitudinal de 1:1.

El procedimiento de colocación permite los trabajos en condiciones secas o bajo agua según los requerimientos del proyecto.

Los Bolsacretos son formaletas flexibles y permeables elaboradas a partir de cintas planas de polipropileno, que forman un textil de excelentes características ingenieriles. Estos Bolsacretos se confeccionan según dimensiones establecidas (1 m^3 ó 2 m^3) para optimizar su manejo, utilización y colocación en el lugar de trabajo. Los Bolsacretos contienen la masa de mortero enrocado de gran tamaño, adecuado para obras de protección de riberas y estabilización de taludes.

El tipo de tejido permite la salida del agua de amasado con facilidad, favoreciendo así el fraguado inicial de la mezcla. Los poros, tiene un tamaño óptimo para retener la pasta de cemento de la mezcla, sin que se presente pérdidas de cemento cuando el agua de amasado sale a través del Bolsacreto.

Las cintas que configuran el textil se degradan mucho tiempo después de haber fraguado el concreto, que constituirá este tipo de enrocado artificial. Las costuras han sido desarrolladas para soportar las tensiones que en promedio puedan generar el volumen de mortero o concreto fresco vaciado dentro de este encofrado.

Cada Bolsacreto cuenta con una válvula autosellante, para colocar la manguera que inyectará el material de relleno y evitar el posible desperdicio de este, cuando la manguera sea retirada. Durante el llenado, se deberá impedir la formación de cavidades con aire dentro de la bolsa. Una vez llenado, se retira la manguera y el cierre actúa inmediatamente, si las condiciones de instalación son las adecuadas.

Los Bolsacretos, deben ser colocados en el lugar que previamente ha sido establecido por el diseñador o pueden ser lanzados al agua cuando sea necesario. Se debe recordar que se está manejando un enrocado artificial, pero que, durante el vaciado del material dentro del Bolsacreto, está en forma líquida y no ha adquirido la suficiente resistencia a la compresión. Se debe desarrollar entonces una traba, para que los bolsacretos una vez fraguados mantengan la estabilidad necesaria, de tal forma que puedan soportar el embate de las aguas o empujes que provengan del espaldón.

Las características del mortero o concreto de relleno utilizado para los Bolsacretos, deberán cumplir con las propiedades mínimas aceptadas para la elaboración de estas mezclas. Esto incluye la calidad de: los áridos, el agua y el cemento. Así como los procedimientos para su elaboración, transporte y colocación, que permitan asegurar su calidad. La resistencia a la compresión simple de estas

mezclas, deberá ser recomendada en el diseño según el uso de estos enrocados artificiales, pero bajo ninguna circunstancia podrá ser inferior a los 105 kg/cm^2 (1500 psi) para evitar el desgaste por abrasión.

Ventajas

- Facilidad en el transporte y el almacenamiento, ya que los Bolsacretos son llevados vacíos hasta el sitio de la obra, donde posteriormente son llenados y colocados, lo cual permite el manejo de grandes volúmenes a bajos costos.
- Se puede lograr la protección de grandes áreas en un corto período de tiempo, debido a la velocidad de construcción que permite esta tecnología.
- Fácil adaptación a superficies irregulares, puesto que durante el proceso de llenado el Bolsacreto adquiere la forma del medio circundante.
- Reducen significativamente los costos de la construcción, ya que esta tecnología no requiere de equipos pesados de construcción, se obtienen grandes rendimientos y no se necesita una mano de obra especializada.
- Son resistentes al choque con el agua en estructuras hidráulicas.
- Reemplazan los sistemas tradicionales de protección con gaviones, enrocados naturales y muros de contención en concreto.
- Pueden instalarse por debajo del agua, no siendo necesario construir obras temporales de desvío que incrementan el costo de la obra.

Para la conformación de los recubrimientos marginales.

- Para el empotramiento del recubrimiento marginal, es necesario realizar excavaciones, para asegurar un adecuado anclaje del cuerpo del recubrimiento sobre la margen, afinando el talud longitudinal, para lo cual se considera la excavación de cualquier material presente en el sitio
- Prosiguiendo con la formación del recubrimiento marginal, mediante el apoyo de la maquinaria necesaria, se iniciarán los trabajos del fondo del cauce del río hacia la superficie, en apego a las líneas de apoyo del proyecto.
- Así mismo, se consideran ciertos aspectos para prolongar la vida del recubrimiento marginal, donde el material extraído del banco, en este caso, la roca deberá cumplir con las características de dureza y diámetro (50 cm como mínimo), de tal manera que, al ser colocado dentro del cauce, no pierda sus características físicas, para ello se consideran rocas como mínimo de 50 cm para la formación del cuerpo del recubrimiento marginal.
- Para ello, la construcción de la estructura se realizará convenientemente durante la temporada de estiaje, a fin de evitar la pérdida excesiva del material del fondo del cauce, debido a los efectos de socavación, asimismo, se podrá utilizar material de rezaga, para colocarlo en la parte inferior y lecho del cauce para disminuir la erosión en el área de la obra durante su construcción.



Conforme a la programación general y las cantidades de obra prevista en el proyecto se considera un turno de 7:00 a 17:00 con descanso para desayuno y comida; y en el caso extraordinario se programarán 2 turnos de trabajo, la maquinaria y personal requerido se presentan a continuación:

Tabla II. 13 Personal y maquinaria a emplear

Personal	Categoría	Cantidad
Operador de Camión, con ayudantes.	Operador y ayudantes	6
Operador de Bomba inyectora de arena, con ayudantes.	Operador y ayudantes	6
Operador de Camión de volteo, con ayudantes.	Operador y ayudantes	15
Operador de Tractor de oruga (excavadora), con ayudantes.	Operador y ayudantes	12
Operador de Bull-Dozll, con ayudantes.	Operador y ayudantes	8
Chofer para personal y combustibles.	Operador	6
Operador camioneta 3 toneladas.	Operador y ayudante	4
Coordinador y representante de la empresa.	Coordinador	2
Residente, supervisor y cabo.	Supervisión	2
Brigada de topografía.	Topógrafos	6
Ayudantes en general.	Ayudantes	20
Personal Total		87

Maquinaria	Cantidad
Camión de volteo	7
Tractor de oruga (excavadora)	8
Grúa	4
Camionetas de 3 ton, para combustible	2
Camionetas de 3/4 ton	2
Auto compacto	1
Camioneta para topografía	1

II.2.6 Operación y mantenimiento.

Durante la operación y el mantenimiento solo se considera el programa de limpieza del sitio del proyecto y la inspección visual de la obra de protección del talud.

II.2.7. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.

Se trata de una obra de protección de Talud, por lo que no se considera el abandono de las instalaciones

II.2.8. Residuos.

Como resultado de las actividades propias de la construcción en toda obra civil se debe considerar siempre la emisión de residuos contaminantes inherentes al uso de maquinaria y mano de obra. A continuación, mencionaremos los principales residuos que se estima se generarán en las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y operación de este, los cuales se pueden considerar similares para estas etapas. La disposición final de estos residuos se realizará donde lo indiquen las autoridades municipales.

RESIDUOS SÓLIDOS.

Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones y restos del desmote. Los residuos orgánicos producto del desmote (maderables), se darán a las autoridades municipales y estatales para que los empleen en los usos que consideren más convenientes; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico o bien al sitio que destine el municipio. En los frentes de obra se colocarán baños portátiles de tipo semiseco. Estos baños serán vaciados cada mes por la empresa que los rente, el producto será revuelto con el material de despalme. Los sólidos producidos por los trabajadores (residuos domésticos) se depositarán en contenedores con tapa, que serán ubicados en los frentes de trabajo. Su disposición final se realizará en forma periódica donde la autoridad local lo determine, con el fin de evitar la aparición de fauna nociva. Entre los Residuos Sólidos Industriales y Domésticos No Tóxicos, que se generarán como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, etc. Estos residuos se dispondrán en contenedores de 200 litros rotulados y con tapa en cantidad suficiente y se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres, disponiéndose semanalmente en algún basurero municipal autorizado. basura de 0.45 kg/persona/día, se estima que los desechos domésticos que se generarán sumarán aproximadamente 850.29 kg en el lapso de que durará la construcción del proyecto. Esta basura será entregada por lo menos 2 veces por semana al sistema de limpia de la localidad más cercana al frente de obra, para evitar su acumulación. Otra fuente de residuos sólidos domésticos será los dejados por los usuarios del proyecto en la etapa de operación. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc., los cuales tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados según las autoridades lo establezcan.

RESIDUOS PELIGROSOS.

Las estopas con algún solvente, aceite, combustible o cualquier sustancia, deberán colocarse en el tambo para residuos peligrosos dentro de una bolsa con etiqueta que indique que contiene “RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES Y SOLVENTES)”. Aunque por su volumen estos residuos no se consideran peligrosos según la NOM-052-SEMARNAT-2005, los

mismos se tendrán en un almacén de residuos con piso de concreto en la zona de patio de maquinaria y dispuestos conforme a la normatividad aplicable, En el caso de algún derrame accidental de hidrocarburo¹, aceite o alguna otra sustancia considerada peligrosa por la NOM-138 SEMARNAT/SS-2003 al suelo, será la empresa la responsable de su manejo y la actuación será inmediata². Se prohíbe hacer cualquier tipo de reparación fuera de los talleres autorizados, la maquinaria si requiere algún tipo de mantenimiento deberá llevarse algún taller con operación comercial. Inclusive, no se podrá cambiar aceite, lavar los automotores, o cualquier otro arreglo menor a los vehículos ni maquinaria fuera de los talleres, gasolineras y/o autolavados.

RESIDUOS LÍQUIDOS.

El proyecto no contempla la instalación de servicio de regaderas, por lo que los únicos residuos líquidos serán provenientes de los Sanitarios Portátiles, los mismos se colocarán en los frentes de trabajo o en el patio de maquinaria, la limpieza y disposición de los residuos se llevara a través de la empresa que brinde el servicio, garantizando una adecuada disposición

EMISIONES A LA ATMOSFERA.

Durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna; se estima mínima durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente. Los principales componentes que generación de emisiones son los que se observan en la tabla siguiente.

¹En caso de derrame o fuga de algún residuo que por su volumen y naturaleza sea considerado peligroso (como los hidrocarburos) se deberá realizar una caracterización después de haber tomado las medidas de urgente aplicación, por parte de la empresa contratada para el manejo de residuos peligrosos. La caracterización del sitio del derrame debe contener como mínimo los siguientes elementos: Descripción del sitio y de la afectación, Estrategia de muestreo, Plan de muestreo e Informe; el sitio quedará limpio hasta que los muestreos indiquen que ya no se presenta la sustancia (NOM-138-SEMARNAT/SS-2003)

²El límite máximo permisible para fracciones de hidrocarburos en suelo es de 3000 mg/kg (base seca) para suelo forestal y de conservación (NOM-052-SEMARNAT-2005). Situación difícil de suceder, tendría que ser un gran derrame y no una simple fuga. Como quiera que sea se evitará cualquier reparación en derecho de vía. Es importante también recordar que el trazo ni su derecho de vía se asientan en suelos forestales.

**Tabla II. 14. Componentes típicos de emisiones durante la construcción.**

CONTAMINANTE	KG/H
Hidrocarburos	44.86
CO	45.53
NOx	22.66
PM10	4.64

El tránsito vehicular en el tramo 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 (Premium, magna o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Las emisiones antes señaladas son provenientes de los vehículos que se empleen en los trabajos de preparación del sitio hasta el mantenimiento, aunque es importante señalar que todos debe cumplir con la normatividad aplicable que, en materia de emisiones, se regulan bajo las NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017, cumpliendo así con la normatividad aplicable.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que 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.
- Temperatura atmosférica.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

Capítulo III
Modalidad Regional



III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES.	3
III.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2019-2024	3
III.1.2 PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO 2019 - 2024	7
III.1.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TLACOTALPAN 2018-2021	10
III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO	12
III.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO.	12
III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMyRGMyc).	20
III.3 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRAS ZONIFICACIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVAS A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).	38
III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	38
III.3.2 REGIONES PRIORITARIAS DE ACUERDO CON LA CONABIO.	46
III.4 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO	63
III.4.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.	63
III.4.2 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.	65
III.4.3 LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.	67
III.4.4 LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE	69
III.4.5 REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.	70
III.4.6 LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SUS REGLAMENTOS.	70
III.4.7 LEY DE AGUAS NACIONALES	73
III.4.8 LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL.	75
III.4.9 LEY DE VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.	76
III.4.10 NORMAS OFICIALES MEXICANAS.	77

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

El PND 2019-2024 está estructurado por tres ejes generales que permiten agrupar los problemas públicos identificados a través del Sistema Nacional de Planeación Democrática en tres temáticas:

- I. Justicia y Estado de Derecho;
- II. Bienestar;
- III. Desarrollo económico.

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

- I. Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
- II. Combate a la corrupción y mejora de la gestión pública;
- III. Territorio y desarrollo sostenible.

El PND plantea un objetivo para cada eje general, que refleja el fin último de las políticas propuestas por esta administración en cada uno de ellos. A su vez, cada eje general se conforma por un número de objetivos que corresponden a los resultados esperados, factibles y medibles que se esperan al implementar las políticas públicas propuestas.

Imagen III. 1 Esquema Plan Nacional de Desarrollo



Fuente: 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.



Tabla III. 1. Vinculación con los ejes y objetivos aplicables del plan nacional de desarrollo

Eje y objetivo	Vinculación
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Para alcanzar el objetivo se proponen diversas estrategias, mismas con las que se vinculará el presente proyecto más adelante.</p>	<p>El proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., se encuentra asociado con el Plan Nacional de Desarrollo, de forma específica con el Objetivo 3.6, al pretender realizar obras de mantenimiento y conservación carretera, para evitar la erosión hídrica en el terraplén en un tramo carretero existente, con las se prevé tener mejores condiciones de servicio, además de brindar mayor seguridad al tránsito vehicular y seguir conectando zonas rurales de difícil acceso. Aunado a lo anterior de acuerdo con Torres <i>et. al.</i> (2002) una adecuada distribución de los recursos destinados a la modernización y mantenimiento de la infraestructura carretera repercutirá en una mejor distribución de mercancías, situación que impacta en el nivel de crecimiento regional.</p>



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. 2. Vinculación con las estrategias aplicables del plan nacional de desarrollo

Estrategia	Vinculación
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.	De acuerdo con la SCT (2014), durante la operación de las carreteras, en ellas inciden diversos factores que afectan su desempeño y paulatinamente van disminuyendo los niveles de servicio para los que fueron proyectadas, en lo anterior radica la importancia de ejecutar el proyecto PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., pues dicha obra busca evitar daños mayores por erosión hídrica a los terraplenes de la carretera, ya que al encontrarse adyacente al Río Papaloapan se ha generado un desgaste en la base del cuerpo carretero, por lo que se proponen obras de protección en la margen del cauce para poder alargar la vida útil de la estructura carretera, así como evitar la pérdida de suelo y acumulación de sedimentos en este tramo del río, como evitar un posible desbordamiento del cuerpo de la carretera al cauce, pudiendo detonar en un accidente de una importante magnitud.
3.6.2 Mejorar el acceso a localidades con altos niveles de marginación.	De acuerdo con las estadísticas y reportes de la SEDESOL (2015) el municipio de Tlacotalpan donde se encuentra inmerso el proyecto tiene un grado de marginación medio , de igual forma en el análisis por localidad se encontró que existen localidades del municipio que reportan un grado de marginación alto, por lo anterior se considera que es de alta importancia optimizar el funcionamiento de la carretera y garantizar la continuidad del servicio para brindar permanentemente acceso a estas localidades con alto grado de marginación y coadyuvar en el mejoramiento de la dinámica económica y social, así como el hecho de considerar que la vialidad es el único acceso a dicho poblado.
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	El proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER. / OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, busca garantizar la interconexión de carreteras y sobre todo mejorar la seguridad para los usuarios, alargar la vida útil del cuerpo carretero. Además, se prevé que contribuirá a



Estrategia	Vinculación
amplíe la cobertura del transporte nacional y regional.	que la red regional continúe operando de forma óptima y segura, por lo que se considera que el proyecto se alinea a esta estrategia.
3.6.4 Contribuir a que los puertos sean enlaces de desarrollo costero planificado y a la competitividad nacional e internacional.	El proyecto pretende brindar mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río y no refiere a la construcción o instalación de infraestructura portuaria por lo que esta estrategia no se relaciona de forma directa con el proyecto. Sin embargo, se considera que estas obras garantizaran la continuidad del servicio carretero por lo que se contribuirá a la interconexión de zonas portuarias del estado de Veracruz.
3.6.5 Propiciar la creación de conjuntos industriales y urbanos de desarrollo alrededor de las vías de comunicación.	El sector del proyecto corresponde a vía de comunicación por lo que no se relaciona con la estrategia.
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.	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 competan en este proyecto.



III.1.2 PLAN VERACRUZANO DE DESARROLLO 2019 - 2024

El Plan Veracruzano de Desarrollo (PVD) 2019-2024 está creado con una estructura flexible, susceptible a la alineación con el Plan Nacional de Desarrollo y con acciones subsecuentes en Programas Especiales, Prioritarios, Sectoriales e Institucionales para dirigir el rumbo del Estado.

Cabe destacar que la sólida planificación del Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024, alineada con la Agenda 2030 y con un sistema de gestión de seguimiento y evaluación de indicadores asociados a sus metas, constituye un instrumento innovador para la implementación de Políticas Públicas de desarrollo regional con un conjunto de valores agregados sin precedentes en la Administración Pública Estatal.

Tres son los Ejes Generales definidos para el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024: Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C). Su articulación permite organizar e implementar las intervenciones públicas al interior de su estructura administrativa, con el objetivo de ordenar y armonizar el nivel de planeación institucional correspondiente a los 16 Programas Sectoriales.

En el siguiente esquema se plasma la conceptualización que estructura el PVD 2019-2024.

Imagen III. 2 Esquema de integración del plan veracruzano de desarrollo 2019-2024



Fuente: PVD 2019-2024



Lograr que la ciudadanía veracruzana y sus familias obtengan un nivel adecuado de vida mediante la mejora de sus condiciones de subsistencia económica y social, caracterizan las acciones del eje de Desarrollo Económico (Eje B). Este comprende dos Programas Sectoriales elaborados por las Secretarías de Desarrollo Económico, Turismo, Infraestructura y Obras Públicas; Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca; Trabajo, Previsión Social y Productividad; Finanzas y Planeación y Contraloría General.

El proyecto se encuentra directamente relacionado con la política económica, específicamente con el objetivo 5 y la estrategia 5.1 que se desprende de dicho objetivo.

II. Política Económica

Objetivo 5

Impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad.

Estrategia 5.1

Invertir en infraestructura básica para fomentar el bienestar económico y social de cada región.

Líneas de acción

- 5.11 Rehabilitar carreteras para la óptima movilidad de la población y del turismo estatal y nacional.
- 5.12 Construir vías de comunicación que conecten las regiones del norte, centro y sur del Estado.
- 5.13 Redireccionar el gasto de inversión e infraestructura aplicando criterios transparentes para la asignación de obra pública que impulse el desarrollo de empresas veracruzanas.
- 5.14 Coordinar la cooperación con los gobiernos Federal y Municipal para el mantenimiento de las centrales de telecomunicaciones y radiocomunicaciones de jurisdicción estatal.

Vinculación

El proyecto de mantenimiento carretero se encuentra en concordancia con los principios de este instrumento de planeación ya que se alinea a sus objetivos y estrategias planteadas. De manera específica a continuación se presenta de forma desglosada la vinculación con las líneas de acción aplicables al mismo.

**Tabla III. 3. Vinculación con el plan Veracruzano de desarrollo**

Estrategia	Vinculación
5.11 Rehabilitar carreteras para la óptima movilidad de la población y del turismo estatal y nacional.	<p>El proyecto pretende brindar mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río, esto como parte de una prioridad de los tres órdenes de gobierno que busca garantizar la seguridad de los usuarios, así como optimizar el funcionamiento de la red carretera e incrementar las actividades económicas relacionadas con el transporte de mercancías y personas.</p> <p>El proyecto en cuestión se encuentra ajustado con estas líneas de acción, ya que si bien el proyecto, no trae consigo la apertura de nuevas áreas de explotación (agrícola, silvícola, pesquera, turística y/o minera), si constituye una condición necesaria para contar con vías seguras para su explotación, ya que garantiza la conexión interregional. Por lo anterior se considera que el proyecto se ajusta a estas estrategias y fungirá como coadyuvante para que se cumpla con ellas.</p>
5.12 Construir vías de comunicación que conecten las regiones del norte, centro y sur del Estado.	

III. 1.3 PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO TLACOTALPAN 2018-2021

El Plan Municipal de Desarrollo 2018 - 2021 es un instrumento que persigue transformar las mejores ideas y propósitos de los ciudadanos en realidades concretas. Es un instrumento que cumple con los mandatos legales que imponen los ordenamientos en materia, pero, sobre todo, es una planeación cuidadosa y realista que es la mejor base para la toma de decisiones. En este sentido, el PMD 2018 - 2021 se enmarca en 6 grandes ejes temáticos que engloban todas las áreas de competencia del ayuntamiento municipal.

Los ejes estratégicos aprobados y establecidos que son:

Imagen III. 3 Esquema del PMD Tlacotalpan 2018-2021



EJE TEMÁTICO 1: TLACOTALPAN SUSTENTABLE, LIMPIO Y VERDE donde atenderán temas relacionados con ecología y medio ambiente, limpia pública, parques y jardines, alumbrado público, desarrollo sustentable.



EJE TEMÁTICO 2: TLACOTALPAN PATRIMONIO CULTURAL se trataran temas de Educación, Turismo y Patrimonio Cultural.



EJE TEMÁTICO 3: TLACOTALPAN PRÓSPERO Y URBANIZADO aborda los temas de referentes a Economía: Empleo, Desarrollo Urbano y Fomento al desarrollo Agropecuario.



EJE TEMÁTICO 4: TLACOTALPAN SEGURO, se atenderá los temas Seguridad Pública, Protección Civil, Tránsito y Vialidad



EJE TEMÁTICO 5: TLACOTALPAN EFICIENTE Y TRANSPARENTE este eje va relacionado con la atención de Transparencia y Rendición de Cuentas, así como la actuación de Servidores públicos y mejorar prácticas.



EJE TEMÁTICO 6: TLACOTALPAN SOCIEDAD Y DESARROLLO se atenderá temas relacionados con el Desarrollo social, Inclusión y Equidad de Género, Desarrollo de la niñez, Deporte y atención de salud.

Fuente: PMD 2018-2021

Del Eje3 se desprenden las acciones y estrategias que se relacionan directamente con el proyecto.

Eje 3. En este eje estratégico se pretende potenciar la economía y oportunidades de empleo, existente en el municipio mediante programas y ciertas estrategias que fomenten el autoconsumo y distribución de la producción de los diversos campos de desarrollo económico.

Objetivo

- Movilizar la economía de la población con rehabilitación de obra publica

Objetivo específico 2.3. Desarrollo urbano en la localidad



Estrategia: Implementar políticas de planeación de desarrollo urbano, para atender las necesidades prioritarias de las comunidades y de la localidad.

Vinculación

En el municipio de Tlacotalpan al igual que en otros municipios de la entidad, se presenta un importante rezago en materia de infraestructura vial, esto es un indicador para el desarrollo rural ya que en estudios como el de Estache (2003), se argumenta que el acceso generalizado a los servicios de infraestructura contribuye de manera importante en la reducción de la desigualdad en el ingreso, esto se puede traducir a que con la presencia de infraestructura se tiene un significativo efecto positivo sobre el crecimiento económico de largo plazo.

El proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., mediante la gestión de riesgos al colocar obras de protección contra la erosión que está sufriendo el terraplén a causa de la corriente del cauce de un río, busca mejorar la seguridad para los usuarios, garantizar la operación del tramo carretero, además de alargar la vida útil del cuerpo carretero.

Se considera que, al proveer una vía eficiente, pero sobre todo segura que permita el traslado de personas y mercancías y que incremente la dinámica social y económica traerá consigo un incremento en la producción, al mejorar las condiciones de accesibilidad, y con ello la posibilidad de contar con asistencia técnica, utilización mejores insumos que le permitan lograr el incremento de la producción requerida.

Por lo anterior se considera que el proyecto se ajusta con los objetivos, estrategias y proyectos contemplados dentro del PMD 2018-2021.



III.2 VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO

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.

De acuerdo con la naturaleza del proyecto y conforme a lo que establece el recientemente publicado POEGT se identificó que las obras y/o actividades que propone el proyecto se ubican en la UAB 75 denominada “Llanura Costera Veracruzana Norte” (Región 18.7).

A continuación, se presentan las características de la UAB 75 donde se inserta el proyecto.

Tabla III. 4 Estrategias aplicables para la UAB 75

Clave región	UAB	Nombre	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros Sectores de Interés	Nivel de atención Prioritaria	Estrategias
18.17	75	Llanuras Llanura Costera Veracruzana Norte	Foresta	Agricultura - Ganadería - Turismo	Minería - Poblacional	PEMEX	Muy alta	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44

Tabla III. 5 Descripción de la Región Ecológica: 18.17
Región Ecológica: 18.17

	REGIÓN ECOLÓGICA: 18.17 75. Llanura Costera Veracruzana Norte
	Localización: 75. Llanura Costera Veracruzana Norte

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:

75. Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Muy Alto. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es media. Longitud de Carreteras (km): Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera

Fuente: 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) involucrada con el proyecto.

Tabla III. 6 Estrategias de las Unidades Ambientales Biofísicas (UAB75) donde se inserta el proyecto.

Estrategias UAB 75	
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. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuados en el sector de hidrocarburos.

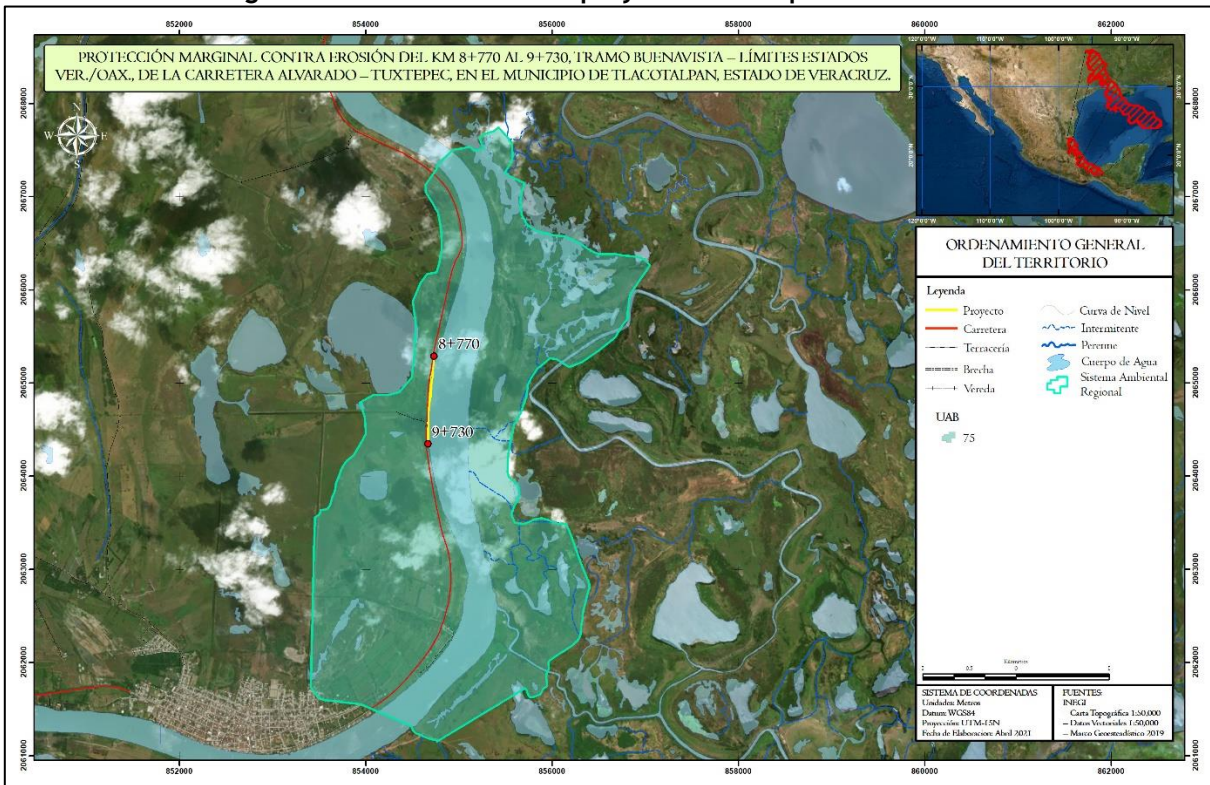


Estrategias UAB 75	
	<p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) - beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y saneamiento.	<p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</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.</p> <p>35. 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	

Estrategias UAB 75	
A) Marco jurídico.	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

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



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 acciones enmarcadas en la protección y restauración de los recursos naturales, dichas acciones se describen en el capítulo VI del presente documento, además, es importante mencionar que el proyecto *per se* puede considerarse como una medida de protección y conservación para evitar la pérdida del suelo y proteger contaminación al río por sedimentos dada la cercanía a la carpeta del cuerpo carretero. Por otra parte, en las medidas propuestas se encuentran acciones orientadas a la protección de recursos sensibles como suelo, agua, flora y fauna. El objetivo primordial de las acciones



propuestas es controlar la erosión, proteger la calidad de agua, la protección y conservación de flora y fauna, así como mantener los servicios ambientales.

Algunas de las medidas propuestas son:

- Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- 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.
- Rescate, ahuyentamiento y reubicación de fauna silvestre.

Con la aplicación de las medidas descritas en el capítulo VI 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 busca evitar daños mayores por erosión hídrica a los terraplenes de la carretera, ya que al encontrarse adyacente a flujo del cauce de un río el flujo ha causado desgaste en la base del cuerpo carretero, por lo que se proponen obras de protección en la margen del cauce para poder alargar la vida útil de la estructura carretera, así como evitar la pérdida de suelo y acumulación de sedimentos en este tramo del río, con las acciones del proyecto se contempla garantizar la operación continua de la carretera para continuar con la e incentivar mejora en la dinámica económica y social, dando además una mayor seguridad y accesibilidad a las comunidades rurales con alto grado de rezago y carencia de infraestructura de calidad, ya que de acuerdo con Torreblanca (2008) la infraestructura tanto incrementa el crecimiento y reduce la desigualdad en el ingreso implica que el desarrollo de infraestructura puede ser un ingrediente clave en la reducción de la pobreza. Con base en lo anterior se puede establecer que el proyecto se alinea con las estrategias relacionadas con E) Desarrollo Social.

Por su parte 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 impulsar proyectos productivos y que faciliten 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. 7 Vinculación con los lineamientos del POEGT**

Lineamiento	Vinculación
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.	Tomando en cuenta las características del proyecto y que este se somete al proceso de evaluación en materia de Impacto Ambiental se prevé que la ejecución del proyecto no ponga en riesgo el equilibrio ecológico y la dinámica ecosistémica del SAR, aunado a esto se proponen diversas medidas de mitigación y compensación para asegurar la viabilidad ambiental de este, dichas medidas son desglosadas y descritas en el cap. VI y son propuestas tomando siempre en cuenta el cumplimiento la normatividad aplicable.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	La evaluación y determinación de la factibilidad del proyecto en materia de impacto ambiental corresponde a la SEMARNAT y deberá ajustarse a la normatividad a cargo del Gobierno del Estado de Veracruz.
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.	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 y ahuyentamiento de fauna. El total de las medidas propuestas se describen en el capítulo VI del presente documento.
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.	El proyecto plantea mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río, por lo que las obras planteadas pueden concebirse por sí mismas como orientadas a la protección y protección del recurso suelo ya que evitarán el deterioro y la pérdida acelerada de suelo. Por otra parte las mencionadas obras se instalarán en una zona que se ha visto impactada y degradada a lo largo del tiempo debido a las actividades primarias, por lo que, si bien se generará una serie de impactos negativos, se prevé que estos impactos sean temporales y poco significativos, ya que las afectaciones serán limitadas a una superficie previamente impactada y dentro del derecho de vía actual y no existirá una fragmentación del hábitat circundante ya que el río es una barrera natural que determina los límites de los ecosistemas aledaños. Además, se prevé que los impactos se verán



Lineamiento	Vinculación
	reducidos y compensados mediante la ejecución de las medidas de mitigación como son rescate de fauna, así como la aplicación del plan de vigilancia ambiental. Con lo anterior se podrá garantizar la viabilidad ambiental del proyecto y dar cumplimiento al presente lineamiento al no comprometer el equilibrio ecológico y la prestación de los servicios ambientales actuales.

III.2.3 PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEMyRGMycMC).

Ante la necesidad nacional de una gestión integral para el desarrollo de las costas y mares del país, el gobierno federal a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) promovió en el año 2006 la POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DE OCÉANOS Y COSTAS DE MÉXICO. Dicha política es retomada en la “Estrategia Nacional para el Ordenamiento Ecológico del Territorio en Mares y Costas”.

El Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, es el instrumento de política ambiental que permitirá regular e inducir los usos del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. (*Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, Título Primero, Art.3 fracción XXIII* (LGEEPA)). Es un instrumento normativo básico que permite orientar el emplazamiento geográfico de las actividades productivas, así como las modalidades de uso de los recursos y servicios ambientales, lo cual le convierte en un cimiento de la política ecológica.

La zona de ordenamiento ecológico considerada en este trabajo está integrada por dos regiones: una región costero-terrestre que abarca 143 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de los Estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas; y una región marina que comprende el Mar Patrimonial Mexicano del Golfo de México y Mar Caribe.

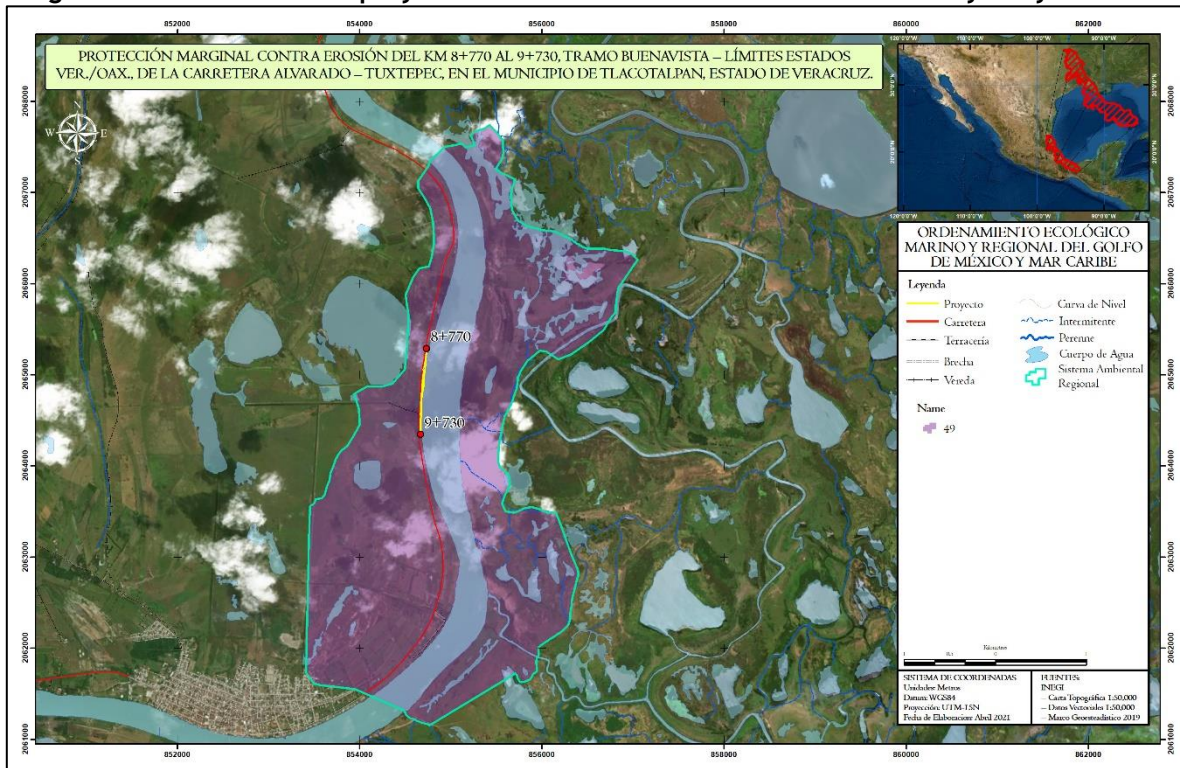
En conjunto, ambas regiones tienen una extensión de 995,486.2 km², correspondientes a 168,462.4 km² de la región costero-terrestre y 827,023.8 km² de la región marina. La delimitación del área de estudio queda comprendida dentro de las que se clasifican como Región IV Golfo de México y Región V Caribe Mexicano.

Imagen III. 5. Zonificación general del POEMyRGMyMC

Fuente: POEMyRGMyMC

El contenido del POEMyR se traduce en criterios para la autoridad, a efecto de orientar sus acciones y aportar elementos para la toma de decisiones. En todo caso se debe reiterar que el POEMyR no puede ir más allá de lo que establecen leyes y reglamentos aplicables en materia ambiental, en concordancia con el principio de jerarquía normativa.

Para efectos del presente estudio, se realizó un análisis espacial mediante sistemas de información geográfica como son el SIGEIA y SIORE, mediante las cuales se determinó que de acuerdo con la zonificación del POEMyRGMyMC el proyecto denominado MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., se localiza inmerso en la unidad de gestión ambiental 49 del presente programa, tal y como se muestra en la siguiente imagen.

Imagen III. 6. Ubicación del proyecto con relación a la zonificación del POEMyRGMyc

Fuente: POEMyRGMyc

A continuación, se presenta la vinculación de los criterios aplicables para la UGA 49 donde se localiza el proyecto.



Tabla III. 8 Vinculación con los criterios de la UGA 49

Descripción del criterio	Vinculación
G001.- Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G002.- Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G003.- Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G004.- Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno. Sin embargo, como parte de las medidas de prevención y mitigación del proyecto, se contempla la ejecución de un programa de vigilancia ambiental que comprende la capacitación a los trabajadores para el respeto a la flora, fauna y ambiente en general, así como acciones de inspección para garantizar el cumplimiento de los reglamentos de trabajo, normas de seguridad y requerimientos de ley.
G005.- Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Si bien la ejecución de este criterio corresponde a las autoridades, el proyecto contempla acciones de rescate de germoplasma, así como esquejes o en su caso plántulas de especies nativas con el afán de propagar las especies propias de la región y ejecutar a posteriori acciones de revegetación y reforestación.
G006.- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	Todos los vehículos y equipos de combustión utilizados para las acciones relacionadas con el proyecto estarán sometidos a un programa de mantenimiento y verificación estricto para asegurarse de que cumplan con las normas aplicables en materia de emisiones a la atmósfera, con esto se garantizará la reducción de gases de efecto invernadero.
G007.- Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.



Descripción del criterio	Vinculación
G008.- El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto no contempla el uso de organismos genéticamente modificados toda vez que las acciones del proyecto se refieren a la protección contra la erosión que está sufriendo el terraplén en la margen de un río a causa de la corriente de agua. Por otra parte, en la ejecución de acciones de revegetación y reforestación se ejecutarán con ejemplares provenientes de las actividades de rescate de flora y serán especies exclusivamente nativas.
G009.- Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El proyecto que promueve la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se localiza sobre el derecho de vía de una carretera existente, dichas superficies han sido modificadas a lo largo del tiempo y en la actualidad albergan predominantemente pastizal cultivado y asentamientos humanos de un lado y del otro lado se encuentra la margen del río, por lo que se prevé que no exista afectación a la vegetación forestal. Es importante señalar que al plantear la protección del margen se busca reducir al máximo los efectos erosivos y desacelerar la degradación natural de margen, además de asegurar las condiciones estructurales de la carretera que se encuentra en operación. Así como evitar una posible caída de la sección de la carretera al cauce del río por el proceso erosivo. Dado lo anterior, se considera que al priorizar acciones de mantenimiento sobre los cuerpos carreteros existentes y sus derechos de vía se evita exponencialmente la fragmentación del hábitat, por lo que, se considera que el proyecto se ajusta a este criterio.
G010.- Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	La ejecución del presente criterio corresponde a los diversos órdenes de gobierno.
G011.- Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	La ejecución del presente criterio corresponde a los diversos órdenes de gobierno, además, el proyecto no se localiza sobre ecosistema costero, por lo anterior el criterio no es aplicable.
G012.- Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	La ejecución de este criterio corresponde a las autoridades de los tres órdenes de gobierno, además el proyecto no pretende la construcción de parques industriales, toda vez que refiere a la construcción de obras para la protección del margen de un cauce y evitar la erosión hídrica en la zona.



Descripción del criterio	Vinculación
G013.- Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El proyecto no contempla el manejo ni introducción de especies vegetales exóticas o no nativas de la región, ya que, si bien se contemplan acciones de revegetación y reforestación, las especies que serán utilizadas provendrán de las acciones de rescate o de viveros locales y serán exclusivamente especies nativas de la región.
G014.- Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Como parte de las medidas compensatorias, el proyecto contempla acciones de revegetación y reforestación con especies nativas y que favorezcan la retención del suelo. Estas acciones se describen a profundidad en el capítulo VI del presente documento.
G015.- Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no contempla la construcción o instalación de infraestructura industrial o de asentamientos humanos, por lo anterior el criterio no es aplicable.
G016.- Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	La zona del proyecto es prácticamente plana sin embargo se plantea la reforestación de zonas degradadas dentro del SAR.
G017.- Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto no contempla ejecutar actividades relacionadas con la agricultura por lo que el criterio no es aplicable.
G018.- Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno. Sin embargo, al contemplar las acciones de revegetación propuestas, el proyecto contribuirá en el cumplimiento de este criterio.
G019.- Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G020.- Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno. Sin embargo, al contemplar las acciones de revegetación propuestas, el proyecto contribuirá en el cumplimiento de este criterio.
G021.- Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.



Descripción del criterio	Vinculación
G022.- Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G023.- Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno.
G024.- Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Como se ha mencionado el proyecto puede considerarse por sí mismo como una medida de mitigación para evitar la erosión en la zona marginal de un tramo del río Papaloapan, además dentro de las medidas de mitigación y compensación para el proyecto se promueven acciones asociadas para la conservación y restauración, entre las acciones contempladas se encuentran: abonos verdes, revegetación y reforestación.
G025.- Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Las acciones de revegetación y reforestación contempladas se ejecutarán con ejemplares provenientes de las actividades de rescate de flora que deberán ser de especies exclusivamente nativas de la región.
G026.- Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno. Sin embargo, como parte de las medidas de mitigación y compensación, el proyecto contempla identificar áreas estratégicas dentro del SAR que se encuentren con algún grado de perturbación para que sean sujetas a acciones de restauración y mejorar la conectividad ambiental.
G027.- Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G028.- Promover el uso de energías renovables.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G029.- Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G030.- Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G031.- Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.



Descripción del criterio	Vinculación
G032.- Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G033.- Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G034.- Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G035.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G036.- Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G037.- Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agroecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G038.- Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G039.- Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G040.- Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G041.- Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G042.- Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.



Descripción del criterio	Vinculación
G043.- LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentable.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G044.- Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G045.- Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G046.- Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	Si bien la aplicación para el cumplimiento de este criterio es las autoridades de los diversos órdenes de gobierno, el proyecto promueve obras de mantenimiento en la red actual de comunicaciones, lo que permitirá alargar la vida útil del cuerpo carretero actual y garantizará la continuidad del servicio de la carretera.
G047.- Impulsar la diversificación de actividades productivas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G048.- Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G049.- Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G050.- Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G051.- Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G052.- Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G053.- Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.



Descripción del criterio	Vinculación
G054.- Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G055.- La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto NO contempla el cambio de uso de suelo en terrenos forestales dado a que las obras de protección contra la erosión se localizaran sobre el margen del río donde se carece de vegetación forestal.
G056.- Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto. De cualquier forma, el proyecto contratará a un proveedor autorizado por las autoridades competentes para la disposición adecuada de los residuos generados en la obra.
G057.- Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G058.- La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El proyecto contempla ejecutar procedimientos y acciones específicas para la adecuada gestión de los residuos, entre las acciones contempladas se encuentran: <ul style="list-style-type: none">• Se dispondrá de una malla fina para la recolección de material y protección de la calidad de las aguas del cauce, a lo largo de toda obra o en sitios estratégicos, de forma permanente durante las etapas de preparación de sitio y construcción.• Identificar cada uno de los residuos peligrosos generados.• Construir un almacén que cumpla con las características indicadas en la NOM 052 SEMARNAT.• Almacenar los residuos bien identificados y en contenedores adecuados.• Contratar a un proveedor autorizado por SEMARNAT para la recolección y disposición adecuada de los residuos generados en la obra.• Mantener registros documentales del manejo y disposición de los residuos peligrosos.
G059.- El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no se localiza en la poligonal de alguna ANP, así también no se pretende desarrollar ni modernizar infraestructura, el objetivo de la Conservación Carretera es garantizar el tránsito, la seguridad y el confort de los usuarios del camino durante cualquier época del año, por lo que La



Descripción del criterio	Vinculación
	Dirección General de Conservación de Carreteras (DGCC) es la responsable solo de las actividades propias de este rubro.
G060.- Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El proyecto no se localiza en una zona costera por lo que el criterio resulta no aplicable.
G061.- La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto no se localiza en una zona costera por lo que el criterio resulta no aplicable.
G062.- Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto no pretende la ejecución o promoción de actividades agropecuarias, por lo que el criterio no resulta aplicable.
G063.- Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno y no aplica para el proyecto.
G064.- La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	No se construirán carreteras, caminos, puentes o vías férreas. Es una obra de mantenimiento carretero en la red federal existente, las obras de protección contra la erosión en el derecho de vía, esto ya que la corriente está ocasionando que el terraplén en la margen de un río se erosione aceleradamente, por lo que, con base en el diseño planteado y en los cálculos hidrológicos realizados se prevé que las obras no modifiquen el flujo del cauce, toda vez que no se modificará la sección total del cauce y el fin de las obras radica en evitar el contacto directo del escurrimiento con el material natural de la margen. En el capítulo II del presente documento se presenta una descripción detallada del proyecto técnico de las obras de protección y estabilización proyectadas.
G065.- La realización de obras y actividades en áreas Naturales Protegidas, deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	El proyecto no se localiza en la poligonal de alguna ANP en los términos de la LGEEPA.
A001.- Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto al referirse obras de protección contra la erosión en el terraplén de una carretera existente no contempla la ejecución de actividades agropecuarias ni uso de agroquímicos y pesticidas por lo que este criterio no es aplicable.



Descripción del criterio	Vinculación
A002.- Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto al referirse obras de protección contra la erosión en el terraplén de una carretera existente no contempla la ejecución de actividades agropecuarias ni uso de agroquímicos y pesticidas por lo que este criterio no es aplicable.
A003.- Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto al referirse obras de protección contra la erosión en el terraplén de una carretera existente no contempla la ejecución de actividades agropecuarias ni uso de agroquímicos y pesticidas por lo que este criterio no es aplicable.
A004.- Promover acciones para el mantenimiento del flujo hidrológico a nivel de cuencas y microcuencas, para evitar el azolve y las inundaciones en las partes bajas.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, sin embargo, el proyecto promueve el mantenimiento del flujo hidrológico de la zona toda vez que como resultado de cálculos hidráulicos se proponen las obras de protección y recubrimiento de la margen del cauce. En el capítulo II del presente documento se presenta una descripción detallada del proyecto técnico de las obras propuestas.
A005.- Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El proyecto al referirse obras de protección contra la erosión en el terraplén de una carretera existente no contempla la ejecución de actividades agropecuarias ni uso de agroquímicos y pesticidas por lo que este criterio no es aplicable.
A006.- Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A007.- Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno.
A011.- Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	Si bien la aplicación para el cumplimiento de este criterio es las autoridades de los diversos órdenes de gobierno, el proyecto promueve acciones de restauración que incluyen la recuperación de la vegetación en zonas degradadas del SAR, por lo anterior se considera que el proyecto podrá coadyuvar al cumplimiento de este criterio.
A014.- Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A016.- Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Sin embargo, el proyecto propone la rehabilitación de



Descripción del criterio	Vinculación
	zonas degradadas del SAR ubicadas de forma estratégica para mejorar la conectividad de ecosistemas circundantes.
A017.- Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	La ejecución de este criterio pertenece a las autoridades competentes de los diversos órdenes de gobierno. Sin embargo, como parte de las medidas de mitigación y compensación, el proyecto contempla identificar áreas estratégicas dentro del SAR que se encuentren con algún grado de degradación para que sean sujetas a acciones de restauración y mejorar la conectividad ambiental.
A018.- Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diversos órdenes de gobierno, sin embargo, dentro las medidas de mitigación propuestas, el proyecto contempla acciones de rescate y reubicación de fauna priorizando las especies listadas en la NOM 059 SEMARNAT 2010, los métodos propuestos para estas acciones se pueden consultar en el capítulo VI de la presente MIA R.
A019.- Los programas de remediación que se implementen, deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	El proyecto no contempla un programa de remediación ya que se contempla la ejecución de medidas preventivas para evitar la contaminación de agua, suelo y aire. Sin embargo, dentro de las acciones de mitigación y los programas de conservación se consideran acciones emergentes para remediar cualquier emergencia o situación atípica relacionada con el ambiente; es importante mencionar que todas las acciones propuestas siempre se proponen y desarrollan en cumplimiento con el marco legal aplicable.
A020.- Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto solo prevé la ejecución de obras de protección marginal de un cauce para evitar la erosión del terraplén de un tramo carretero y no contempla la ejecución de aprovechamiento o transformación de recursos o productos por lo cual el criterio no aplicable.
A021.- Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El proyecto solo prevé la ejecución de obras de protección marginal de un cauce para evitar la erosión del terraplén de un tramo carretero y no contempla la ejecución de actividades industriales por lo cual el criterio no aplicable.



Descripción del criterio	Vinculación
A023.- Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto contempla la ejecución de medidas preventivas y correctivas para prevenir y controlar la contaminación del suelo, además la supervisión de estas actividades también se contempla dentro del marco del programa de vigilancia ambiental. En el capítulo VI del presente documento se describen a detalle las medidas propuestas.
A024.- Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Todos los vehículos y equipos de combustión utilizados para las acciones relacionadas con el proyecto estarán sometidos a un programa de mantenimiento y verificación estricto para asegurarse de que cumplan con las normas aplicables en materia de emisiones a la atmosfera, con esto se garantizará la reducción de gases de efecto invernadero.
A025.- Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diversos órdenes de gobierno, sin embargo, dentro las medidas de mitigación propuestas, el proyecto contempla ejecutar acciones y procedimientos estandarizados y conforme a la NOM 052 SEMARNAT para gestionar adecuadamente los residuos peligrosos generados durante las diferentes etapas del proyecto.
A026.- Promover e impulsar el uso de tecnologías 'Limpias' y 'Ambientalmente amigables' en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no contempla actividades industriales, ya que se trata de obras de protección contra la erosión en una carretera existente, debido a lo anterior se considera que este criterio no es aplicable.
A033.- Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A037.- Promover la generación energética por medio de energía solar.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A038.- Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A039.- Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.



Descripción del criterio	Vinculación
A050.- Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A051.- Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para mejorar la comunicación.	Si bien la aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, dicho criterio se encuentra relacionado con el proyecto toda vez que el proyecto es promovido por la SCT y tiene como objetivo mantener y atender puntos de conflicto vial de las rutas de comunicación y el desarrollo económico local y regional, además el proyecto busca brindar mayor seguridad a los usuarios dentro del marco de la sostenibilidad.
A052.- Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A053.- Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A054.- Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A055.- Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A056.- Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A057.- Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto, aunque es importante mencionar que la obra es de protección del cuerpo de la carretera y busca evitar un deslave de esta al Río, siendo un riesgo potencial.



Descripción del criterio	Vinculación
A058.- Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A059.- Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A060.- Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A061.- Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A062.- Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A063.- Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A064.- Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A065.- Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A068.- Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	Si bien la aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, el proyecto prevé ejecutar acciones para el adecuado manejo y disposición de los residuos, entre estas acciones se encuentran: la separación, etiquetado, almacenamiento temporal y recolección por un proveedor autorizados para su posterior disposición final.



Descripción del criterio	Vinculación
A069.- Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Si bien la aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno, el proyecto prevé ejecutar acciones para el adecuado manejo y disposición de los residuos, entre estas acciones se encuentran: la separación, etiquetado, almacenamiento temporal y recolección por un proveedor autorizados para su posterior disposición final.
A071.- Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A072.- Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	La aplicación de este criterio corresponde a las autoridades de los diferentes órdenes de gobierno. Por lo anterior el criterio no aplica para el proyecto.
A073.- Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto no se relaciona con la construcción o modernización de infraestructura portuaria ya que solo contempla la ejecución de obras de protección en los márgenes de un río para evitar la erosión de la base de un cuerpo carretero, por lo anterior el criterio no es aplicable.
A075.- La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura carretera deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	No se construirán, modernizarán o ampliarán carreteras, caminos, puentes. Es una obra de conservación carretera en la red federal existente. El proyecto contempla la ejecución de una serie de medidas de mitigación que permitirán minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre las medidas propuestas se encuentran: <ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="1066 1149 1908 1214">• Acciones de reforestación para el repoblamiento forestal multi específico con especies nativas.<li data-bbox="1066 1219 1908 1312">• Acomodo de material vegetal muerto, mediante la formación de cordones de material resultante, el acomodo de estos materiales proporciona protección al suelo.<li data-bbox="1066 1317 1908 1372">• Incluir vegetación de gramíneas y especies locales en los taludes de los terraplenes, para estabilizar los materiales.



Descripción del criterio	Vinculación
	<ul style="list-style-type: none">• Permitir durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna.• Retirar todo el escombros y residuos de materiales de construcción del sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra.

Con base en la vinculación presentada se considera que el proyecto de la MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER. /OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., es congruente y se ajusta con los criterios aplicables establecidos en el POEMyRGMyMC.



III.3 VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRAS ZONIFICACIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA RELATIVAS A LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

III.3.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las áreas naturales protegidas son lugares que preservan los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como los ecosistemas frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos y la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y de los servicios ambientales, de los cuales dependemos y formamos parte los seres humanos. Estos incluyen, el abasto de agua, el control de la erosión, la reducción del riesgo de inundaciones y la captura del bióxido de carbono, entre muchos otros servicios que recibimos de la naturaleza pero que estamos perdiendo al alterarla.

Las ANPS son definidas por la legislación federal como zonas del territorio nacional en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen de protección de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 2007).

La conservación de la naturaleza en la entidad es un esfuerzo activo y constante que se refleja en la protección de nuevas áreas y en el cuidado y mejora de las existentes, con la convicción de que es nuestro deber el asegurar que las futuras generaciones reciban los mismos beneficios de la naturaleza de los que nos hemos beneficiado hasta ahora.

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.

III.3.1.1 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.

En la siguiente tabla se listan las áreas naturales decretadas en el estado de Veracruz.

Tabla III. 9. ANP's del estado de Veracruz

ANP
Reserva Forestal El Gavilán
Zona Protectora Forestal Bosques de La Región de Tocuila
Zona Protectora Forestal Cuenca Hidrográfica Superior del Río Blanco
Pico de Orizaba
Cofre de Perote
Cañón del Río Blanco
Sistema Arrecifal Veracruzano E
Zona Protectora Forestal Río La Carbonera
Zona Protectora Forestal de la Ciudad de Orizaba
Zona Protectora Forestal del Puerto y Ciudad de Veracruz
Reserva Nacional Forestal San José de los Molinos
Presa Chicayán
Zona de Protección Forestal y Faúnica Santa Gertrudis
Los Tuxtlas

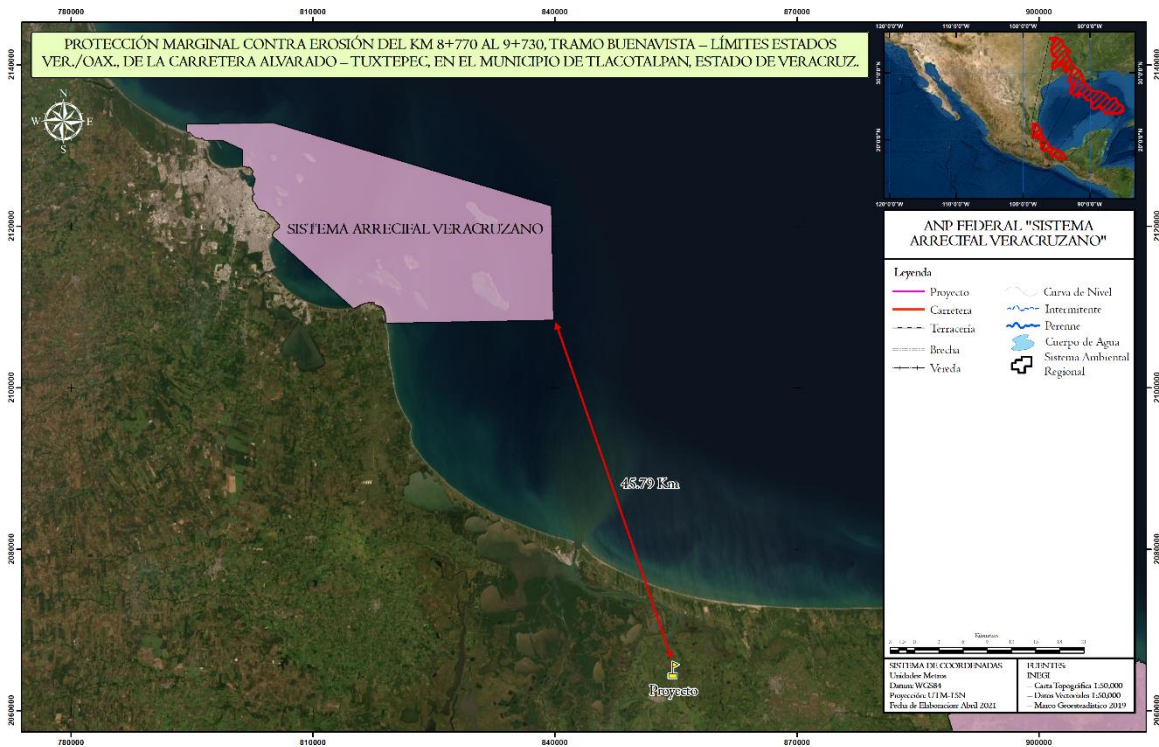


Imagen III. 7. Localización del proyecto con respecto a ANP's Federales



Una vez analizada la ubicación del proyecto respecto a las poligonales de las Áreas Naturales Protegidas, se establece que éste no se ubica en alguna ANP federal, estatal o municipal.

Es específico, respecto al **Parque Nacional la zona conocida como “Sistema Arrecifal Veracruzano”**, se tiene lo siguiente:

DOF: 24/08/1992. DECRETO por el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las Costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave, con superficie de 52,238-91-50 hectáreas.

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4683545&fecha=24/08/1992

DOF: 29/11/2012. DECRETO que modifica al diverso por el que se declara Area Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992.

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5280548&fecha=29/11/2012

DOF: 22/05/2017. ACUERDO por el que se da a conocer el resumen del Programa de Manejo del Área Natural Protegida con categoría de Parque Nacional la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5483733&fecha=22/05/2017

https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/135_libro_pm.pdf

El proyecto no se ubica dentro de esta ANP, la distancia con la poligonal decretada como ANP de carácter Federal es de 40.11 km en línea recta. Tal como se establece en el artículo primero del Decreto modificatorio DOF: 29/11/2012.

"ARTÍCULO PRIMERO. Se declara área natural protegida, con el carácter de Parque Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano localizada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, misma que está conformada por un polígono general con una superficie total de 65,516-47-08.05 hectáreas (SESENTA Y CINCO MIL QUINIENTAS DIECISÉIS HECTÁREAS, CUARENTA Y SIETE ÁREAS, OCHO PUNTO CERO CINCO CENTIÁREAS), dentro del cual se ubican dos zonas núcleo denominadas "Blanca" con una superficie de 401-36-97.63 hectáreas (CUATROCIENTAS UNA HECTÁREAS, TREINTA Y SEIS ÁREAS, NOVENTA Y SIETE PUNTO SESENTA Y TRES CENTIÁREAS) y "Santiaguillo" con una superficie de 712-64-46.16 hectáreas (SETECIENTAS DOCE HECTÁREAS, SESENTA Y CUATRO ÁREAS, CUARENTA Y SEIS PUNTO DIECISÉIS CENTIÁREAS), por lo que la superficie total de la zona núcleo es de 1,114-01-43.79 hectáreas (MIL

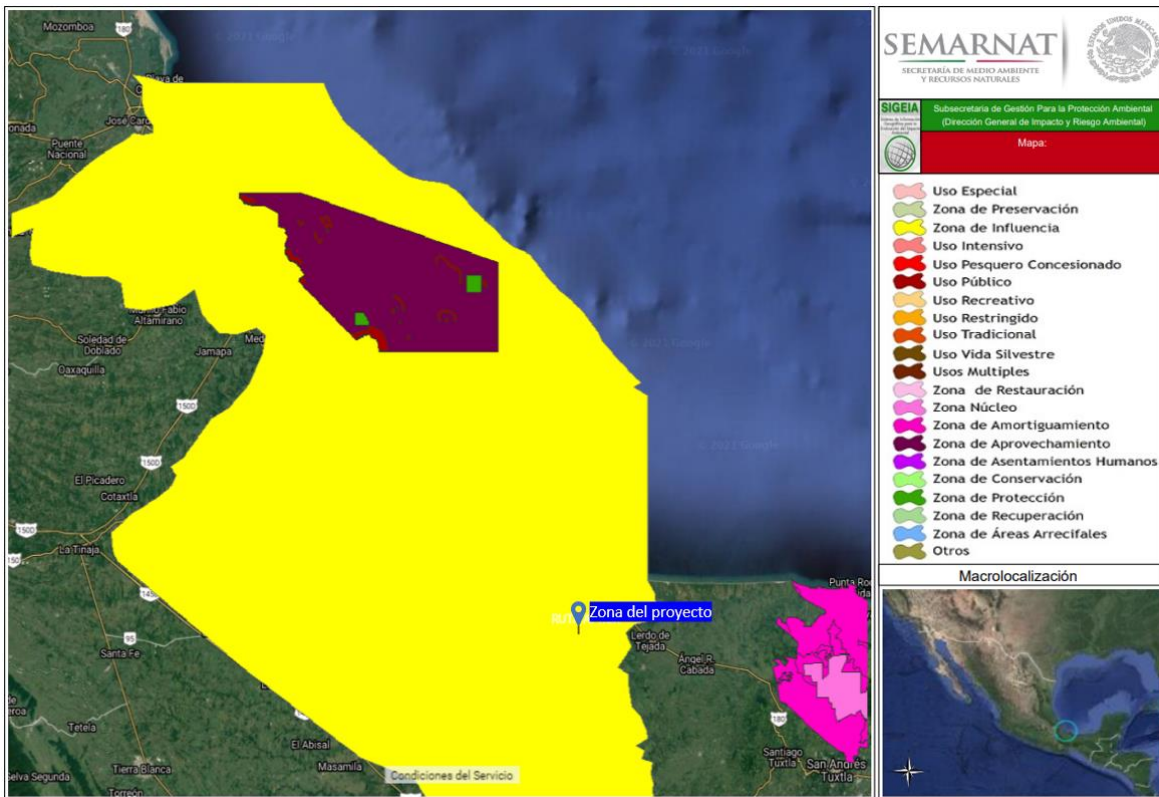


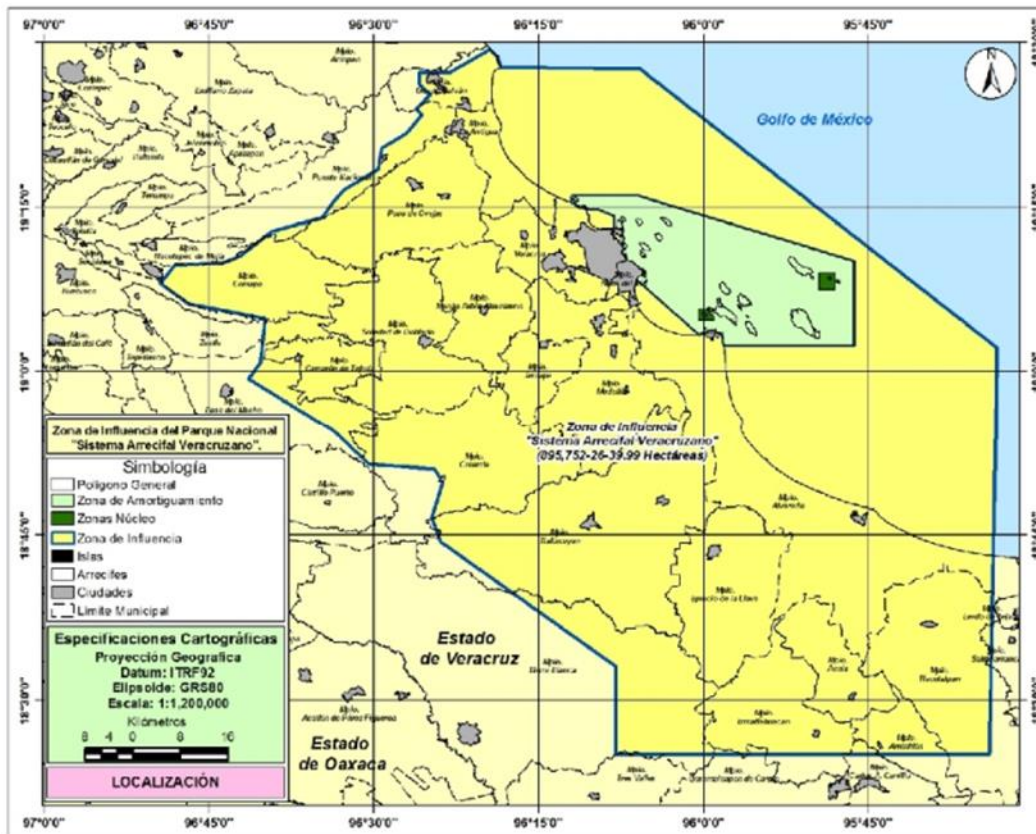
CIENTO CATORCE HECTÁREAS, UN ÁREA, CUARENTA Y TRES PUNTO SETENTA Y NUEVE CENTIÁREAS) y una zona de amortiguamiento con una superficie de 64,402-45-64.26 hectáreas (SESENTA Y CUATRO MIL CUATROCIENTAS DOS HECTÁREAS, CUARENTA Y CINCO ÁREAS, SESENTA Y CUATRO PUNTO VEINTISÉIS CENTIÁREAS). (DOF: 29/11/2012).

Sin embargo, en el análisis espacial realizado mediante las plataformas del SIGEIA y SIORE ambas habilitadas por la SEMARNAT, así como la sobreposición de capas disponibles de la CONANP, se obtuvo que la ANP de carácter federal denominada: Parque Nacional la zona conocida como “Sistema Arrecifal Veracruzano”, considera una extensa área denominada “zona de influencia”; en la cual se ubica el proyecto en su extremo sureste (Imagen III. 8.), y que en términos del decreto modificatorio son áreas fuera del área natural protegida, y únicamente tienen un carácter inductivo de no afectar los recursos naturales del Parque Nacional.

ARTÍCULO DÉCIMO QUINTO. Con el propósito de generar nuevos patrones de desarrollo regionales, acordes con la presente declaratoria y promover que las autoridades federales, estatales y municipales que regulen o autoricen el desarrollo de actividades en la zona de influencia, consideren la congruencia entre éstas y el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, así como inducir que las actividades que se lleven a cabo fuera del área natural protegida no afecten los recursos naturales del Parque Nacional, se establece como zona de influencia la siguiente:... (DOF: 29/11/2012).

Imagen III. 8. Localización del proyecto con respecto a la zonificación de la ANP “Sistema Arrecifal Veracruzano”





Fuente: DOF: 29/11/2012.

Programa de Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano

Zona de Influencia

El Decreto que Modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave, con una superficie de 52,238-91-50 hectáreas, publicado los días 24 y 25 de agosto de 1992, que fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 2012, establece una superficie de 65 mil 516-47-08.05 hectáreas para el Parque Nacional. Este Decreto modificatorio, define en el Artículo Décimo Quinto el Área de Influencia con una superficie de 895,752-26-39.99 hectáreas. En esta Zona de Influencia se incluyen superficies agrícolas, urbanas e industriales que se ubican en las cuencas que descargan en las inmediaciones del Parque Nacional, las cuales cobran importancia debido a que la calidad del agua que aportan a los arrecifes del Área Natural Protegida puede afectar el desarrollo biológico y ecológico de los mismos, toda vez que el aporte de sedimentos y sustancias tóxicas puede desencadenar en una reducción de las coberturas de tejido vivo de los corales.



En el área costera de la zona de influencia se ubican localidades donde los pescadores y prestadores de servicio realizan actividades económicas dentro del Parque Nacional, con la finalidad de obtener beneficios económicos, sin embargo, el desarrollo no planeado de las mismas puede impactar en las poblaciones de corales y de peces del Área Natural Protegida.

Vinculación

Con base en la definición de la zona de influencia presentada en el plan de manejo del ANP, se establece que esta zona no pertenece a la poligonal del ANP decretada por lo que no existen políticas, lineamientos o actividades prohibidas y permitidas establecidas para esta zonificación, sin embargo, considerando que la zona de influencia mantiene una estrecha interacción social, económica y ecológica con la superficie del ANP, se proponen diversas acciones para minimizar los impactos ambientales que pudiera llegar a generar el proyecto, así como para prevenir daños ambientales. Entre las acciones propuestas se encuentran:

- Se ejecutará un plan integral de manejo de residuos sólidos, el cual será llevado a cabo por una empresa especializada y autorizada por las autoridades.
- Capacitar al personal sobre la importancia y conservación de los recursos naturales.
- Se prohibirá la cacería, por parte del personal que trabaje en los frentes de trabajo.
- Llevar a cabo recorridos con el propósito de ahuyentar la fauna silvestre y evitar su afectación.
- No se permitirá la quema de vegetación ni el uso de herbicidas y/o productos químicos para esta actividad.
- Se deberán llevar a cabo actividades de revegetación del estrato herbáceo en zonas con disturbio en el entorno.
- Las instalaciones auxiliares no deberán colocarse en las inmediaciones de cauces hidrológicos o sus puntos de recarga, se deberá considerar una distancia mínima de 20 metros de los cuerpos de agua para su ubicación.
- Los almacenes temporales de residuos deberán contar con suelo impermeable (concreto o cemento), protegidos del sol y la lluvia, en una zona ventilada, alejados de la red de saneamiento, dispuesto sobre un elemento o dispositivo que garantice una retención del residuo, cubeta o bordillo para evitar derrames.
- En caso de no existir parque de maquinaria en la obra, los subcontratistas realizarán las operaciones de mantenimiento de la maquinaria en talleres autorizados.
- Se deberán realizar revisiones visuales diarias para la detección de fugas de aceites o combustibles en la maquinaria y vehículos.
- Se deberá llevar un programa estricto de mantenimiento preventivo de la maquinaria para mantenerla en estado de funcionamiento óptimo.
- En la zona del proyecto estos residuos deberán ser colocados en contenedores con tapas debidamente rotuladas y diferenciadas entre orgánicos e inorgánicos para una correcta separación. La colecta y disposición de estos estará a cargo de la contratista, la cual vigilará que se cumpla con la normatividad vigente.



- Retirar inmediatamente, al finalizar las actividades constructivas, todos los materiales sobrantes de la obra y residuos sólidos generados.

Es importante mencionar que las acciones se proponen en función de las actividades que desarrollará el proyecto, así como en las condiciones ambientales actuales del sitio y considerando que la distancia con la poligonal decretada como ANP de carácter Federal es de 40.11 km en línea recta.

Finalmente se concluye que en términos del DECRETO modificadorio (2012), así como lo establecido en la LGEEPA ARTÍCULO 46 y ARTÍCULO 47 BIS., el proyecto no se ubica en alguna zona o subzona dentro de esta ANP.

Y que la zona de influencia tiene un carácter inductivo, por tanto, el promovente está obligado a aplicar todas las medidas de mitigación y prevención que reduzcan los efectos del proyecto y evitar en todo momento que las actividades en esta área de influencia puedan afectar indirectamente a la ANP.

III.3.1.2 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.

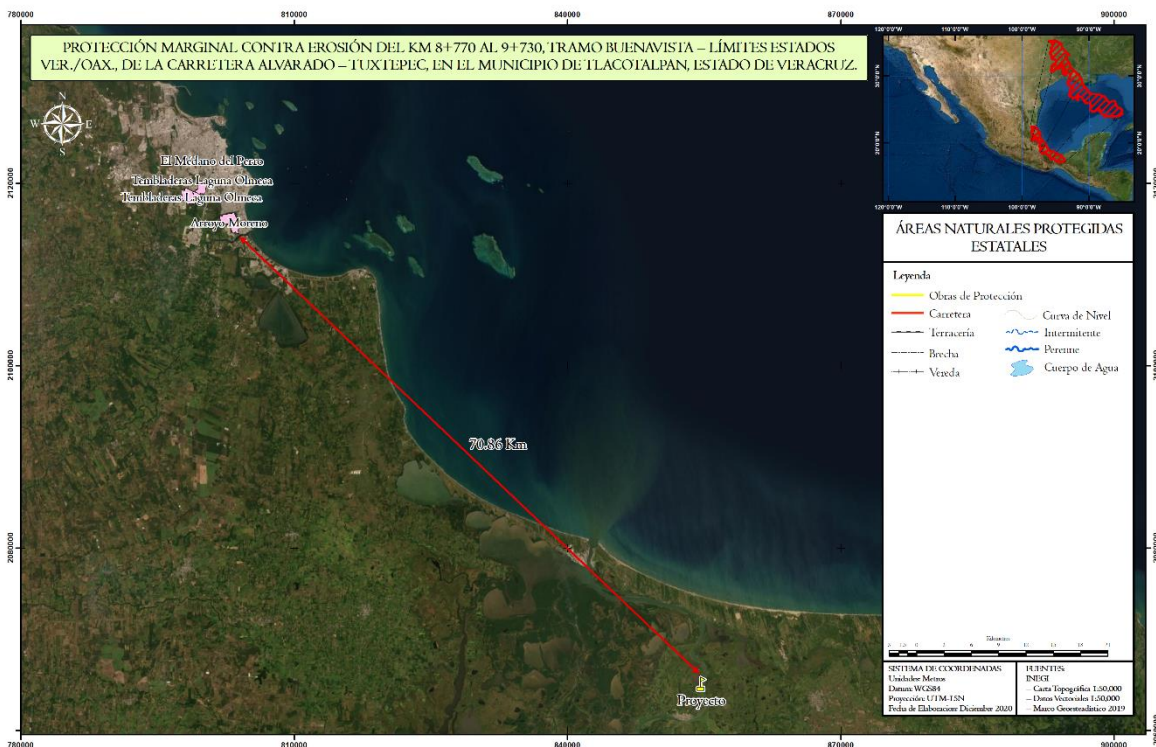


Imagen III. 9 Localización del proyecto con respecto a ANP's Estatales

Vinculación

De acuerdo con el análisis cartográfico realizado, el área del proyecto No se localiza inmersa inmersa dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter Estatal, la más cercana al sitio del proyecto es el área denominada "Arroyo Moreno" localizada al noroeste del sitio del proyecto a una distancia aproximada de 70.86 Km en línea recta.



III.3.2 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.

III.3.2.1 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.

Las AICA's 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 congregar 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.

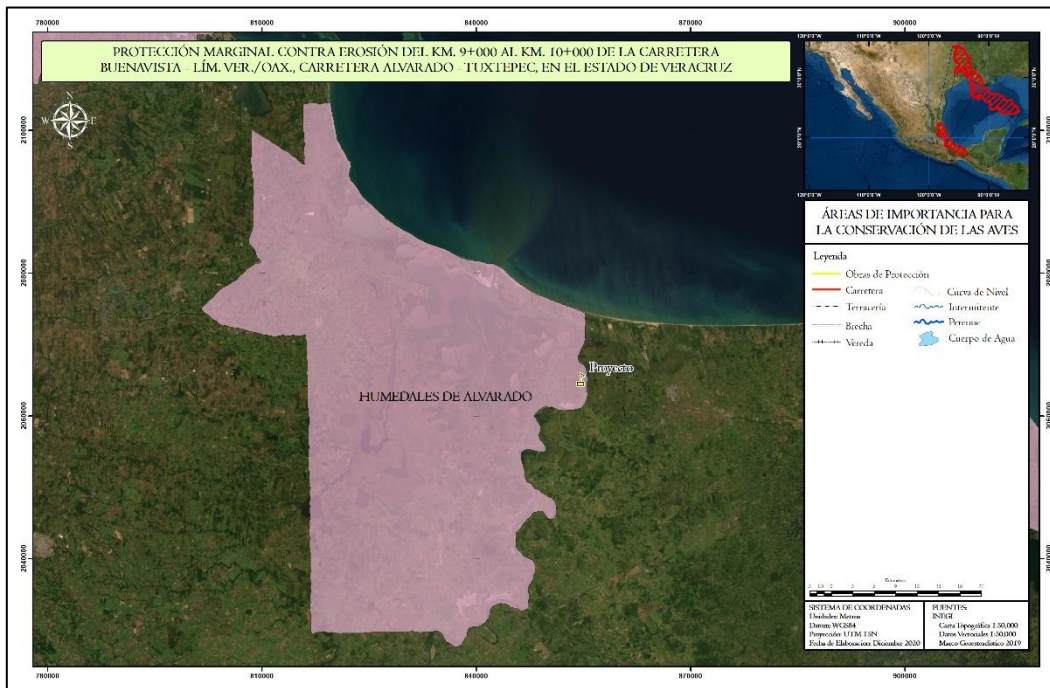


Imagen III. 10. Localización del proyecto con respecto a las AICA

Derivado del análisis espacial realizado se obtuvo que el área del proyecto se encuentra inmersa dentro de un área de importancia para la conservación de aves (AICA) denominada “Humedales de Alvarado” e identificada con el número 41, por lo que a continuación, se presenta la descripción de esta área.



Humedales de Alvarado

Superficie: 208815.938206

Categoría 1999: G-4-A

Categoría Birdlife 2007; A1, A4i

Descripción

Es un sistema de lagunas que presenta dunas con manchones de matorral espinoso, selva baja caducifolia y selva mediana subperennifolia. En las riberas lagunares se presentan manglares, tifales y popales, así como pastizales inundables.

Vegetación

Manglares, popales y tifales en las zonas ribereñas y estuarinas. Dunas, bosque tropical caducifolio y subcaducifolio y matorral espinoso hacia tierra adentro.

Justificación

La zona presenta una alta diversidad avifaunística con especies amenazadas a los diferentes niveles. Es además una zona de congregación de especies acuáticas. Zona de reproducción de rapaces como *Rosthramus sociabilis*, *Buteogallus anthracinus*, *B. urubitinga*, *Busarellus nigricollis*. De otros vertebrados es sitio de distribución de manatí, nutria, zona de reproducción de tortugas dulceacuícolas como *Dermatemys maweei*.

Vinculación

Como se mencionó el proyecto: **PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ**, se localiza sobre el área de importancia para la conservación de aves denominada "Humedales de Alvarado", por lo que ya presentadas sus características generales a través de la de la ficha informativa publicada por CONABIO es importante realizar la vinculación pertinente con dicha zonificación.

A manera de análisis y con base en la información presentada anteriormente, se establece que la regionalización establecida por la CONABIO correspondiente a las Áreas de Importancia para la conservación de aves (AICA), es una herramienta y apoyo para 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; por lo que en la actualidad solamente funcionan como un marco de referencia que puede ser utilizado en la toma de decisiones para definir programas que ejecutan los diferentes sectores del gobierno y no pueden definirse como ordenamientos territoriales o instrumentos de regulación ambiental. A pesar de esto, se resalta la importancia que tienen estas áreas por sus características ambientales como coadyuvantes para la



conservación de ecosistemas y preservación de sistemas ambientales por lo que, aunque se cuenta con poca información específica sobre esta zonificación el proyecto pretende enmarcarse en la legalidad y realizar medidas de mitigación orientadas a la conservación y rehabilitación de hábitats. El total de las medidas propuestas se puede consultar a detalle en el capítulo VI del presente documento, sin embargo, entre dichas medidas se encuentran:

- Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua que se encuentran el proyecto, ya que pudiera incrementar los sólidos suspendidos y alteraciones de la dinámica hidrológica.
- Utilizar el material despalmado como base de los terraplenes a recubrir.
- Dado que el patrón del movimiento de la fauna, se debe aplicar estrategias integrales de protección y conservación, como permitir y facilitar su movimiento a lo largo de todo el cauce, capacitando a todo el personal y comprometiéndose en la protección de la fauna.
- Mediante acciones de rescate y reubicación de fauna, asegurar la protección de especies de interés particular, por ser endémicas o raras, estar amenazadas o requerir protección especial, y evaluar su estatus, dinámica poblacional e identificar los medios o prácticas de manejo necesarios para su conservación.
- Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
- 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 la vegetación existente.
- Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.
- Realizar una campaña de revegetación con especies locales y asegurar su sobrevivencia mediante su respectivo mantenimiento.

Con la aplicación del total de las medidas propuestas se prevé minimizar al máximo los impactos que se puedan generar por la ejecución del proyecto, así como coadyuvar a disminuir las problemáticas ambientales de ecosistemas degradados dentro del SAR.

III.3.2.2 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.

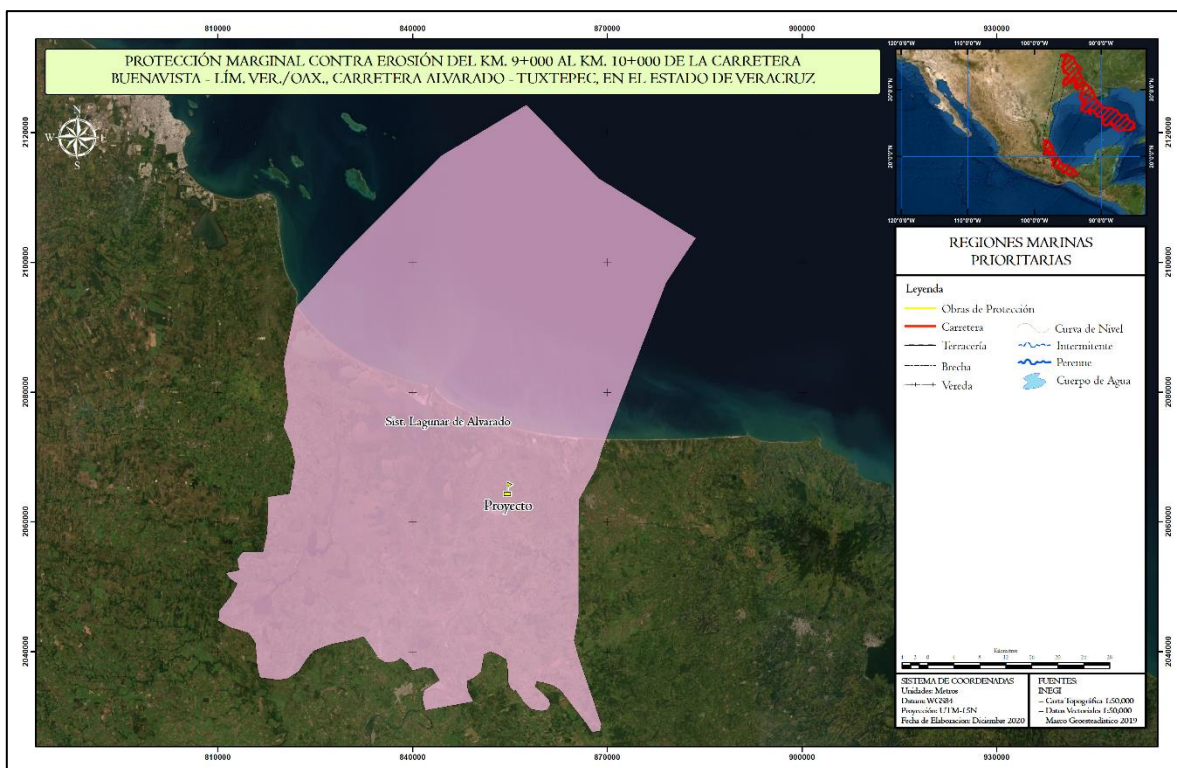


Imagen III. 11 Localización del proyecto con respecto a las RMP



Como se observa en la imagen anterior el proyecto se localiza sobre un área delimitada como RMP, denominada “Sistema Lagunar Alvarado” por lo que a continuación se presentan sus características.

50. SISTEMA LAGUNAR ALVARADO

Estado(s): Veracruz

Extensión: 3 984 km²

Polígono: Latitud. 19° 11'24" a 18° 17'24" Longitud. 96° 04'12" a 95° 22'12"

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en verano (de 286-320 mm). Temperatura media anual de 22-26 °C.

Geología: barrera física presente; forma y batimetría modificada por deltas lagunares y formación de sub-lagunas.

Descripción: lagunas, pantanos, ríos, zona oceánica, marismas, esteros, dunas costeras. Área de filtración por humedales. Alto drenaje de agua hacia el Golfo.

Oceanografía: flujo del río Papaloapan; salinidad usualmente con gradientes de oligo a mesohalinos; marea diurna, poco oleaje.

Biodiversidad: riqueza en equinodermos, moluscos, poliquetos, crustáceos, peces, tortugas, aves, mamíferos marinos, manglares, tulares, carrizales y popales. Endemismo de peces, crustáceos, moluscos y fanerógamas. Muchos peces usan las lagunas para reproducción, y existe migración de camarones. Procesos de eutroficación por *Typha domingensis* y conservación de humedales por *Sagitta* spp, ambos invertebrados.

Aspectos económicos: pesca cooperativa de camarón, robalo y jaiba. Poco turismo.

Problemática:

- Modificación del entorno: tala de manglar. Incremento de la erosión y acarreo de sedimentos. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras.
- Contaminación: por desechos sólidos, agroquímicos y fertilizantes, contaminantes industriales y de ingenios azucareros.
- Uso de recursos: presión del sector pesquero sobre el camarón y el robalo.
- Regulación: pesca intensiva no controlada; uso de artes de pesca prohibidos.
- Especies introducidas: tilapia.

Conservación: existen proyectos para canalizar agua y controlar inundaciones (hace falta un estudio cuidadoso). A pesar de haber sido alterado el ambiente hace muchos años, actualmente se considera "estable". El área de Alvarado debe ser protegida incluyendo las zonas pantanosas adyacentes (laguna Tlalixcoyán y río Papaloapan). Las filtraciones de agua son importantes (protección de la costa).

Grupos e instituciones: UAMI, CET-Mar, IdeE, A.C., Universidad Veracruzana, ENEP-I.

Vinculación

Con respecto a la ubicación del proyecto sobre las áreas de importancia para la conservación emitidas por la CONABIO, tenemos que el proyecto se localiza sobre la RMP 50 “Sistema Lagunar Alvarado”, por lo que una vez conocidas sus características generales a través de la presentación de la ficha informativa publicadas por CONABIO es importante realizar la vinculación pertinente con dicha zonificación.

Si bien estas áreas propuestas por la CONABIO, fungen como una herramienta de importancia para la toma de decisiones en las políticas públicas orientadas hacia la conservación de la biodiversidad, se ha mencionado que dichas zonificaciones, carecen de políticas de conservación y criterios de regulación, por lo que con el afán de conservar los sitios en donde se instalará el proyecto se propondrán medidas de prevención y mitigación para minimizar los impactos ambientales que pueda generar el proyecto, así como para evitar daños ambientales.

Por otra parte, es importante considerar las problemáticas ambientales actuales en la zonificación, para en la medida de lo posible orientar las medidas propuestas hacia la disminución de los efectos negativos que generan dichas problemáticas. Por lo anterior y tomando en cuenta las problemáticas señaladas para estas zonificaciones entre las que se encuentran: Modificación del entorno por tala de manglar, incremento de la erosión y acarreo de sedimentos. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, especies introducidas como la tilapia; se proponen medidas de prevención durante las etapas de construcción de las obras, esto con el objeto de evitar o en su caso minimizar los impactos ambientales que se puedan generar, *per se* el proyecto como tal se puede considerar como una medida de mitigación emergente para reducir la degradación que se ha provocado a causa de la erosión hídrica en la margen del río y la falta de vegetación sobre superficies marginales, lo anterior debido a que la instalación de obras propuestas como son el recubrimiento marginal, se consideran como obras para la protección y estabilización de cauces así como de conservación de suelos, mismas que son recomendadas para las obras orientadas a la restauración de cauces por diversos autores e instituciones.

Además de que el proyecto se considera una medida de mitigación para la reducción de riesgos e impactos, se considera que durante la ejecución de las obras se deben implementar diversas medidas adicionales para asegurar la conservación del área y contribuir a la reducción de las problemáticas que enfrenta esta RMP. Entre las medidas principales se encuentran:



- Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua que se encuentran el proyecto, ya que pudiera incrementar los sólidos suspendidos y alteraciones de la dinámica hidrológica.
- Utilizar barreras de contención tales como toldos, mallas o sacos de arena.
- Como medida emergente en caso de las zonas ribereñas donde existe cruce con el camino actual se vean afectadas por la remoción del estrato herbáceo se contemplan actividades de revegetación en los márgenes del cauce.
- Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.
- 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 la vegetación existente.
- Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.
- Realizar una campaña de revegetación con especies locales y asegurar su sobrevivencia mediante su respectivo mantenimiento.

III.3.2.3 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.

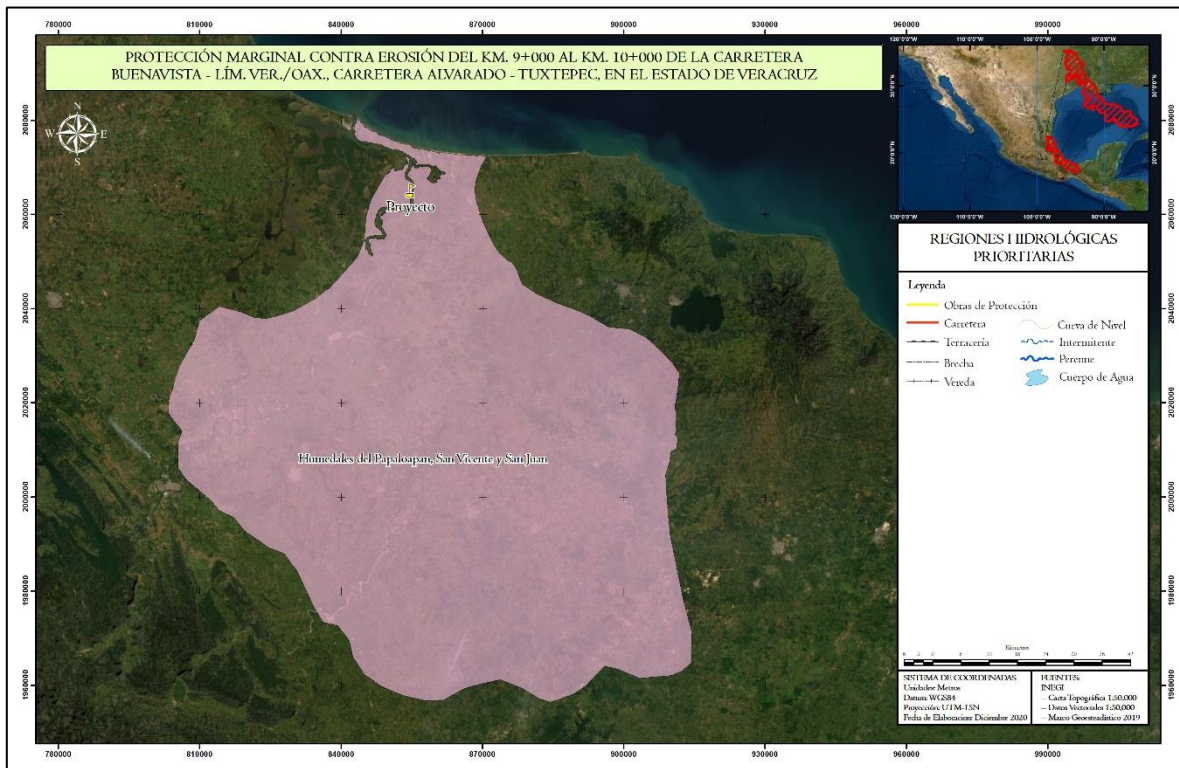


Imagen III. 12 Localización del proyecto con respecto a las RHP

Derivado del análisis realizado se obtuvo que el proyecto NO se localiza en una zona delimitada como región hidrológica prioritaria (RHP), sin embargo, queda envuelta por la poligonal propuesta para la RHP 79. Humedales del Papaloapan, San Vicente y San Juan, por lo que se considera importante presentar las características de esta RHP y vincularla con la ejecución del proyecto.

79. HUMEDALES DEL PAPALOAPAN, SAN VICENTE Y SAN JUAN

Estado(s): Veracruz

Extensión: 8 186.98 km²

Polígono: Latitud 18° 47'24" - 17° 40'12" N Longitud 96° 07'48" - 95° 05'24" W

Recursos hídricos principales

- lénticos: laguna de Alvarado, Buen País y Camaronera
- lóticos: Sistema Papaloapan: ríos Papaloapan, San Juan Evangelista, San Vicente, San Agustín y Blanco.

Limnología básica: gasto de 39 175 Mm³



Geología/Edafología: suelo profundo, rico en materia orgánica y muy fértil de tipo Vertisol y Feozem; en las áreas inundables un suelo alcalino Gleysol, Regosol y Cambisol.

Características varias: cálido húmedo con lluvias en verano y principios de otoño y cálido húmedo con lluvias todo el año. Temperatura media anual de 24-28 oC. Precipitación total anual de 1 200-2 500 mm.

Principales poblados: Tlacotalpan, Cosamaloapan, San Nicolás, Carlos A. Carrillo, Amatlán

Actividad económica principal: ganadería, agricultura y pesca

Indicadores de calidad de agua: ND

Biodiversidad: tipos de vegetación: sabana, manglar, popal, tular, palmar, selva baja perennifolia inundable, matorral espinoso inundable, vegetación acuática, pastizal cultivado y natural. Varias comunidades acuáticas de hidrófitas emergentes, palmares (palma de agua) y tasitales (palmar bajo inundable). Alta diversidad de hábitats acuáticos: ríos, meandros, humedales, lagunas y pantanos. Alta producción primaria y secundaria. Flora característica: manglares de *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, *Acacia farnesiana*, *A. sphaerocephala*, *Acoelorrhaphe wrightii*, *Acrocomia mexicana*, *Annona glabra*, *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Calophyllum antillanum*, *Calypttranthes millspaughii*, *C. perlaevigata*, *Cephalanthus occidentalis*, *Maclura tinctoria*, etc.

Aspectos económicos: pesquerías de langostinos *Macrobrachium acanthurus*, *M. carcinus*; industria azucarera y papelera, producción de miel y agropecuaria. Recursos energéticos: petróleo.

Problemática:

- Modificación del entorno: construcción de infraestructura, relleno de áreas inundables y modificación de la vegetación por actividades agrícolas (cultivo de caña).
- Contaminación: por actividad petrolera y desechos de la industria azucarera (ingenio San Cristóbal) y papelera, desechos industriales y urbanos.
- Uso de recursos: violación de vedas y tallas mínimas. Uso de suelo agrícola y ganadero.

Conservación: se requiere tratar los efluentes de ingenios, vigilar las actividades agrícolas, sobre todo con respecto a la desecación de áreas inundables. Falta conocimiento de la diversidad en el área de humedales y ambientes lóticos.

Vinculación

Si bien el proyecto no presenta una incidencia directa con la poligonal de esta RHP, se considera importante proponer acciones para evitar cualquier daño ambiental que pudiera generarse que pudiera tener injerencia dentro de la RHP, ya que la zona del proyecto está envuelta por dicha zonificación.

Entre las acciones propuestas para prevenir daños e impactos en la zonificación se encuentran:

- Todas las instalaciones de infraestructura auxiliar y temporal deberán ubicarse sobre superficies con suelo impermeable (concreto, cemento, membranas).
- Evitar la ubicación de parques de maquinaria, acopios de materiales o instalaciones auxiliares en las inmediaciones de cursos de agua o sus puntos de recarga.
- La recarga de combustibles por equipos de construcción móviles se realizará a un mínimo de 30 metros de distancia a cualquier cuerpo de agua
- Se deberán realizar revisiones visuales diarias para la detección de fugas de aceites o combustibles en la maquinaria y vehículos.
- Se deberá llevar un programa estricto de mantenimiento preventivo de la maquinaria para mantenerla en estado de funcionamiento óptimo.
- La disposición final de residuos peligrosos producto de las fugas o derrames (cartones, envases, estopas, suelo, etc.) será responsabilidad de la contratista.
- En las zonas de resguardo de suelo de rescate serán colocados señalamientos (letreros) que eviten que el sitio sea utilizado como vertedero de residuos, así como su acordonamiento mediante estacas y cinta preventiva o sogas amarilla gruesa, que evite el paso de personal y maquinaria ajenos.
- Colocación de obras longitudinales de protección para evitar contaminación de flujos superficiales tales como toldos, mallas o sacos de arena.

Con la aplicación de estas y demás medidas propuestas se busca que el proyecto garantice buenas prácticas ambientales y minimice los efectos adversos que pudieran provocarse durante su ejecución, ya que, si bien el proyecto *per se* puede concebirse como medida de mitigación, durante construcción debe prevenirse cualquier daño o mala práctica ambiental.

III.3.2.4 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.

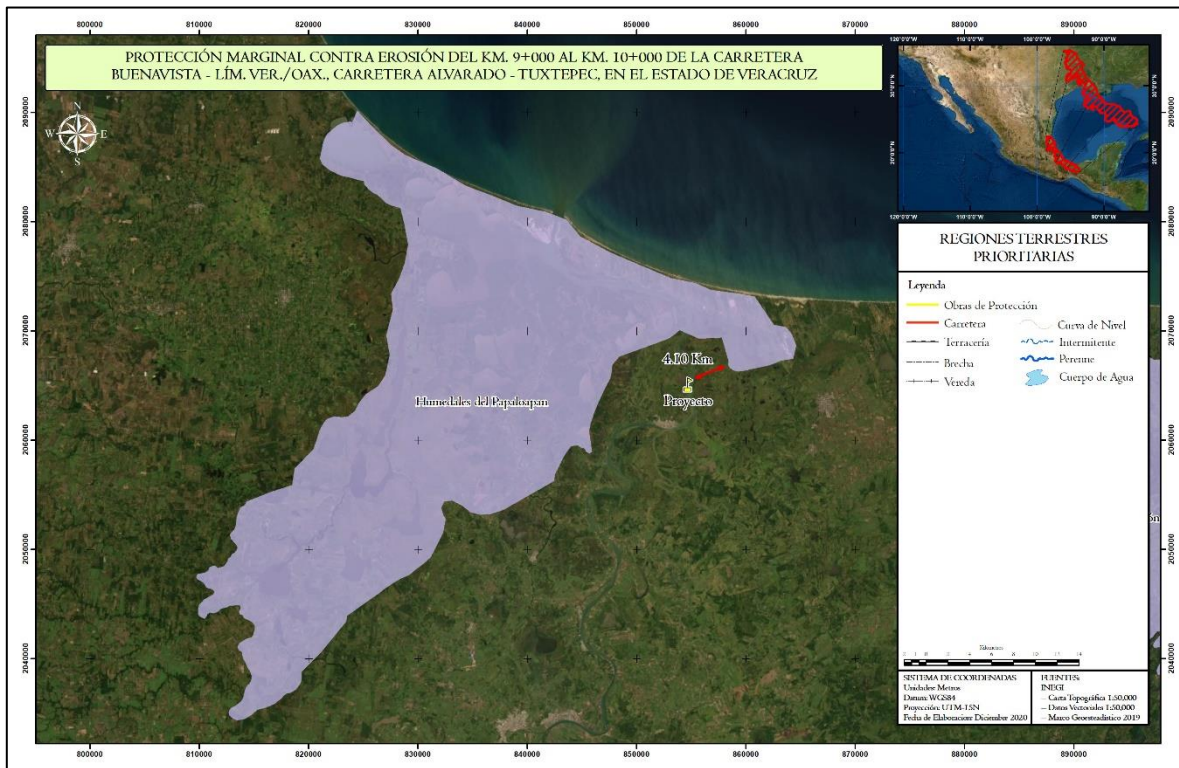


Imagen III. Localización del proyecto con respecto a las RTP

Vinculación

Derivado del análisis espacial realizado se determinó que el proyecto NO se localiza sobre ninguna Región Terrestre Prioritaria, la poligonal de este tipo más cercana al proyecto es la de la RTP denominada “Humedales del Papaloapan” y se localiza aproximadamente a 4.10 Km de distancia en línea recta.

III.3.2.4 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.

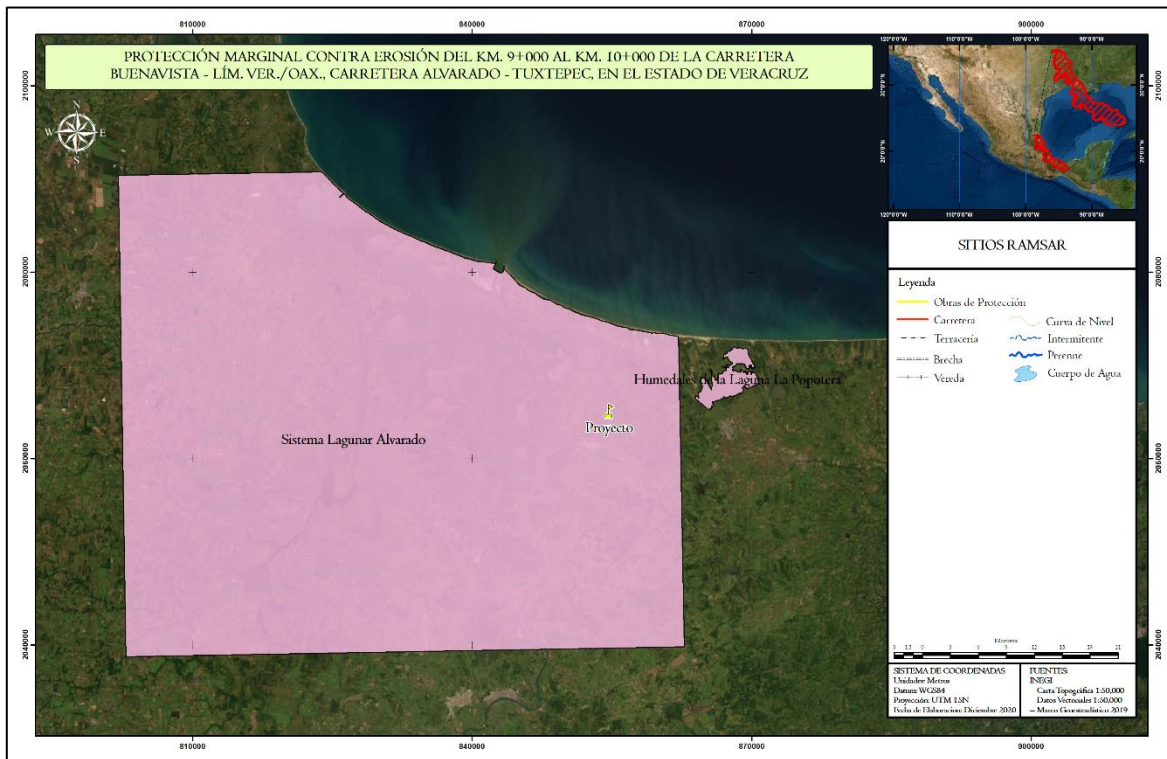


Imagen III. 13. Localización del proyecto con respecto a sitios RAMSAR

El proyecto se encuentra inmerso una superficie catalogada como sitio RAMSAR, denominada “Sistema Lagunar Alvarado” las características principales de esta área se presentan a continuación, mediante la presentación de los elementos más significativos descritos en la ficha RAMSAR.

Nombre del sitio Ramsar: Sistema Lagunar Alvarado

Coordenadas geográficas:

Coordenadas extremas del polígono:

18° 53' 00'' y 18° 25' 00'' de latitud Norte y 95°34' 00'' y 96° 08' 00'' de longitud Oeste.

Coordenadas del punto central:

18° 39' 00'' de latitud Norte, y 95° 51' de longitud oeste.

Ubicación general:



Esta gran planicie de inundación se localiza en la zona costera central del Estado de Veracruz, en los

municipios de Alvarado, Tlalixcoyan, Ignacio de la Llave, Acula, Tlacotalpan, Ixmatlahuacan Veracruz,

México (Portilla-Ochoa et al., 2003). La localidad importante más cercana es el Puerto de Veracruz a 70 Km.

Municipios	No. de habitantes
Alvarado	49499
Tlalixcoyan	36610
Ignacio de la Llave	17753
Acula	5011
Tlacotalpan	14946
Ixmatlahuacan	6047

Altitud: De 0 a 10 m.s.n.m. 9. Área: 267,010 hectáreas (Superficie Agua: 28,468, Superficie Tierra: 238,542) 10. Descripción general/resumida:

El complejo lagunar de Alvarado es un sistema lagunar-estuarino compuesto por lagunas costeras salobres, destacándose las lagunas de Alvarado, Buen País y Camaronera, más de 100 lagunas interiores, como Tlalixcoyan y las Pintas, y varios ríos, destacándose, los ríos Papaloapan, Acula, Blanco y Limón (Portilla-Ochoa et al., 2003). Los humedales de Alvarado contienen ecosistemas representativos de la planicie costera del Golfo de México, incluyendo la vegetación de dunas costeras, espadinal (*Cyperus* spp.), tular (*Typha* spp.), apompal (*Pachira acuática*), diferentes tipos de palmas (*Sabal mexicana*, *Scheelea liebmannii*, *Acrocomia mexicana*), encinar de *Quercus oleoides*, selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia, acahuals, pastizales (naturales, cultivados e inducidos) y vegetación acuática y subacuática. Se destacan los manglares, con unas 19,000 hectáreas de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* y que están sujetas a protección especial de acuerdo con la NOM-059-ECOL-2001 (Portilla-Ochoa et al., 2003). De acuerdo con la base de datos de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) se han registrado 346 especies de aves (Benítez et al., 1999). De dichas especies destacan algunas con poblaciones mayores a los 20,000 individuos, además de una especie, la *Cairina moschata* (pato real) que se encuentra en peligro de extinción, teniendo una de las últimas poblaciones viables de dicha especie. La diversidad faunística está representada por 45 géneros de fitoplancton, 9 especies de zooplancton, 38 especies de moluscos, 26 familias de crustáceos, 44 especies de peces, más de 5 especies de anfibios y 24 de reptiles y más de 15 especies de mamíferos (Montejo, 2003).



Justificación de la aplicación los criterios señalados en la sección 11:

El complejo lagunar de Alvarado es un sistema lagunar-estuarino compuesto por lagunas costeras salobres, destacándose las lagunas de Alvarado, Buen País y Camaronera, más de 100 lagunas interiores, como Tlalixcoyan y las Pintas, y varios ríos, destacándose, los ríos Papaloapan, Acula, Blanco y Limón (Portilla-Ochoa et al., 2003). Los humedales de Alvarado contienen ecosistemas representativos de la planicie costera del Golfo de México, incluyendo la vegetación de dunas costeras, espadinal (*Cyperus* spp.), tular (*Typha* spp.), apompal (*Pachira acuática*), diferentes tipos de palmas (*Sabal mexicana*, *Scheelea liebmannii*, *Acrocomia mexicana*), encinar de *Quercus oleoides*, selva mediana subperennifolia con vegetación secundaria, selva baja caducifolia, acahuals, pastizales (naturales, cultivados e inducidos) y vegetación acuática y subacuática. Se destacan los manglares, con unas 19,000 hectáreas de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* y que están sujetas a protección especial de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001 (Portilla-Ochoa et al., 2003). De acuerdo con la base de datos de las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) se han registrado 346 especies de aves (Benítez et al., 1999). De dichas especies destacan algunas con poblaciones mayores a los 20,000 individuos, además de una especie, la *Cairina moschata* (pato real) que se encuentra en peligro de extinción, teniendo una de las últimas poblaciones viables de dicha especie. La diversidad faunística está representada por 45 géneros de fitoplancton, 9 especies de zooplancton, 38 especies de moluscos, 26 familias de crustáceos, 44 especies de peces, más de 5 especies de anfibios y 24 de reptiles y más de 15 especies de mamíferos (Montejo, 2003).

El manatí *Trichechus manatus* es una de las especies de mamíferos que está considerado en peligro de extinción por la SEMARNAT (NOM-2001) a nivel internacional en la categoría de vulnerable en UICN y en el Apéndice I CITES. El Sistema Lagunar de Alvarado se ha identificado como la región más importante para la especie en Veracruz. Se encuentra amenazado debido a la continuidad de la actividad de caza ilegal y a la destrucción de sus hábitats. En lo referente a especies de aves presentes en el sitio catalogadas dentro de la NOM-059-ECOL-2001 están 4 especies en peligro (*Cairina moschata*, *Aratinga holochlora*, *Amazona oratrix* y *Doricha eliza*) y 7 especies amenazadas (*Geranospiza caerulescens*, *Falco femoralis*, *Botaurus lentiginosus*, *Campylorhynchus rufinucha*, *Oporornis tolmiei*, *Nomonyx dominicus* y *Amaurolimnas concolor*) además de 33 bajo protección especial.

La zona corresponde a aluvión, por su estructura presenta zonas tanto permeables como impermeables, predominando las zonas arenosas a lo largo de antiguos cauces orientados de noroeste a sureste y que están labrados sobre sedimentos de las unidades arenosas y arcillo-arenosas. El aluvión forma acuíferos que se comporta en conjunto, como unidad de permeabilidad media. Las zonas permeables corresponden a zonas de cauce y las impermeables se señalan en los pantanos. Así, la precipitación anual varía desde los 600 a 3,000 mm; las lluvias fluctúan desde menos de 400 mm hasta más de 2,000 mm anuales y llegan a alcanzar valores superiores a los 4,000 mm anuales. La longitud de la corriente principal es de 500 Km. aproximadamente; su volumen anual medio de descarga es de alrededor de 25,000 mm³; el volumen anual de escurrimiento es de 1,800 mm³ (FAO, 1995). Por lo anterior, la zona del sistema Lagunar de Alvarado es de captación media,



aunque no está sometida a muchos usos debido a la falta de empresas y a que los núcleos de población no son muy extensos.

El Complejo lagunar de Alvarado es uno de los humedales más representativos del estado de Veracruz, no únicamente por su riqueza biológica y su gran potencial productivo, sino también por su arraigada tradición cultural, cuyo eje central es la actividad pesquera. Sin embargo, la ausencia o la mala implementación de políticas de desarrollo hacia la zona han provocado serios problemas en el sostenimiento a largo plazo de sus recursos naturales. Tal es el caso de las pesquerías, que muestran una tendencia a la baja, debido a la sobreexplotación, el uso de artes de pesca prohibidas, el incremento de individuos dedicados a esta actividad sin una buena organización para el trabajo, e inclusive cambios en la hidrología de los cuerpos de agua que se manifiestan en el abatimiento de los niveles de salinidad y las modificaciones en el flujo y reflujos del agua (Portilla-Ochoa et al., 2003).

Medidas de conservación adoptadas: No hay medidas de conservación adoptadas.

Medidas de conservación propuestas pendientes de aplicación: Se proponen Áreas Privadas para la Conservación.

Actividades turísticas y recreativas: Existen actividades de ecoturismo no organizadas y a una escala muy baja.

Jurisdicción: Zona Federal Marítima (bajo jurisdicción de SEMARNAT)

Autoridad responsable del manejo: Tienen injerencia en cuanto a instancias federales la Comisión Nacional del Agua (CNA), la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación (SAGARPA) y la Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros (ZOFEMATAC). En cuanto a instancias estatales, está el Consejo de Desarrollo del Papaloapan (CODEPAP) y el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana

Vinculación

De acuerdo con el Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), la función de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) en el marco de la Convención Ramsar es coordinarse con las unidades administrativas competentes de dicha secretaría y otras dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para que cada institución, en función de sus atribuciones, impulse el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados en este tratado internacional.

Actualmente la CONANP impulsa el cumplimiento de la Convención en los Sitios Ramsar en México, dentro de las obligaciones que se deben cumplir como parte del tratado RAMSAR están las siguientes:



- Uso racional de todos los humedales
- Humedales de Importancia Internacional - designación y manejo de sitios Ramsar
- Cooperación internacional
- Velar por que NO se modifique el carácter ecológico del sitio
- Informar sobre cambios de origen antrópico en el humedal
- Señalización del sitio
- Restauración o mantenimiento
- Actualización periódica de la FIR
- Programas de manejo

Si bien actualmente este sitio RAMSAR no coincide con la presencia de áreas naturales protegidas decretadas, por lo que no existen mecanismos de regulación específica para su zonificación, se considera de vital importancia que durante la ejecución del proyecto se adopten medidas y se ejecuten prácticas que se alineen con las obligaciones y objetivos del tratado RAMSAR, en este sentido tenemos que el proyecto de la PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, no promueve el uso, aprovechamiento o explotación de ningún recurso natural ya que se trata de brindar mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección, para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río.

Por otra parte, se considera que el proyecto no modificará el carácter ecológico del sitio al buscar promover mediante la gestión de riesgos obras que coadyuvarán a la protección de suelos y reducirán la sedimentación del río en un tramo de 960 m., y que las obras propuestas son también promovidas por la CONAGUA y aplicadas en la zona, para la protección marginal de los cuerpos de agua.

Por lo anterior se considera que las obras propuestas son compatibles y coadyuvarán a la mejora y conservación del sitio RAMSAR.



III.4 VINCULACIÓN CON LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS DE LOS TRES NIVELES DE GOBIERNO

III.4.1 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, carboductos y poliductos;

VII: Cambio de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;

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

Considerando que el proyecto: **PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.**”, colocar obras de protección contra la erosión que está sufriendo el terraplén a causa de la corriente del cauce de un río y que pertenece al sector de vías generales de comunicación es sometido al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental mediante esta MIA R.



Es importante mencionar que el NO requerirá de cambio de uso de suelo en superficies forestales (CUSTF) ya que la superficie de afectación no se encuentra en superficies que ostenten vegetación forestal.

Con respecto al artículo 30, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto en cuestión, la cual contempla e integra 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 mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río, por lo que no pretende ninguna actividad de extracción aprovechamiento, además la superficie del proyecto no abarca ninguna zona decretada como Área Natural Protegida (ANP), por lo que no se contraviene el precepto, aun así, es importante resaltar que las actividades inherentes al 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 las acciones planteadas en el capítulo VI de la presente MIA-R.



De igual manera la promovente a través de la supervisión ambiental se compromete a dar cumplimiento de las condicionantes que la autoridad dictamine para el proyecto. Por consiguiente, el proyecto no contraviene el presente criterio.

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 oficiales aplicables.

III.4.2 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,

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

Vinculación

Derivado de que el proyecto se refiere a brindar mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica, el presente proyecto carretero 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.



Vinculación

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional debido a que el proyecto: **PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.**, se constituye un proyecto carretero que se localiza sobre la margen de cauce de carácter Federal de alta importancia ecológica.

III.4.3 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 del capítulo VI de la presente MIA, 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 diversas medidas para mitigar posibles afectaciones a la fauna silvestre como son:

- 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.
- Se llevarán a cabo capacitaciones integrales para el cuidado del ambiente incluyendo el respeto a la vida silvestre.

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.



III.4.4 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

El proyecto se inserta sobre el derecho de vía de una carretera existente, donde de un lado se localizan asentamientos humanos y terrenos de pastizal cultivado; del otro lado se encuentra la margen de un cauce de carácter federal, es decir que toda su trayectoria se ubica sobre superficies no forestales, por lo anterior NO se afectarán superficies forestales y NO se requerirá solicitar la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales CUSTF.



III.4.5 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 contempla afectación a superficies con vocación forestal, por lo que NO se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF); por tal motivo NO se requerirá solicitar la autorización correspondiente conforme a lo establecido en el presente artículo.

III.4.6 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 llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos 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. El proceso mínimo para la adecuada gestión de los residuos generados será:

1. Generación
2. Separación
3. Recolección y transporte interno
4. Almacenamiento temporal
5. Recolección y transporte externo
6. Disposición final
7. Evidencia documental del manejo

La recolección de estos residuos se llevará a cabo una empresa autorizada para este fin y así garantizar la adecuada disposición final 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 llevarán a cabo procedimientos integrales para el manejo, 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 (dichas medidas se desarrollan en el Capítulo VI, del presente documento).

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.

Las medidas básicas para el manejo de residuos serán:

- Construir un almacén sobre superficie impermeable fuera del área del proyecto, para resguardar de manera provisional algunas sustancias que por su naturaleza pueden ser catalogadas como peligrosas.
- 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 empresa registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar riesgo de degradación.
- 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.
- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.



III.4.7 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:

1.- 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.

Artículo 118. Los bienes nacionales a que se refiere el presente Título, podrán explotarse, usarse o aprovecharse por personas físicas o morales mediante concesión que otorgue "la Autoridad del Agua" para tal efecto. Para el caso de materiales pétreos se estará a lo dispuesto en el Artículo 113 BIS de esta Ley. Para el otorgamiento de las concesiones mencionadas en el párrafo anterior, se aplicará en lo conducente lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos para las concesiones de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, aun cuando existan dotaciones, restituciones o accesiones de tierras y aguas a los núcleos de población. Para el otorgamiento de las concesiones de la zona federal a que se refiere este Artículo, en igualdad de circunstancias, fuera de las zonas urbanas y para fines productivos, tendrá preferencia el propietario o poseedor colindante a dicha zona federal.



Vinculación

En caso, que se requiera utilizar el recurso hídrico, se realizará la solicitud correspondiente, 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 (que aplaca la misma CONAGUA) 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 afluente como son:

- Evitar la caída de materiales al cauce de los cuerpos de agua que se encuentran el proyecto, ya que pudiera incrementar los sólidos suspendidos y alteraciones de la dinámica hidrológica.
- Utilizar barreras de contención tales como toldos, mallas o sacos de arena.
- 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 la vegetación existente.
- Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo.

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 citada se considera que la totalidad de las obras (0.97 Ha), estarán ocupando la zona definida como federal perteneciente al cauce del río Papaloapan, esto ya que las obras proyectadas se localizan sobre la margen oeste de este cauce.

III.4.8 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 pretende brindar mantenimiento al terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica en el DDV, inmediato a la corriente de un río, encontrarse en una vía general de comunicación y ser promovido por la SCT, 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 al mantenimiento del terraplén de un tramo carretero mediante la instalación de obras de protección para evitar la erosión hídrica por el paso de la corriente de un río y la promotora es la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se da cumplimiento con este artículo.

III.4.9 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 colocación de obras para evitar la erosión del terraplén de una carretera existente, que permitirá gestionar todo el ciclo de vida de los activos físicos con el fin de maximizar su efectividad; asegurando prevenirlos, controlarlos y monitorearlos según las condiciones observadas para así mejorar su rendimiento, reducir sus costos y extender la vida útil del terraplén, además de garantizar 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) la cual es competente y se encuentra facultada para construir o establecer vías generales de comunicación.



III.4.10 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. 10 Vinculación con las NOM aplicables

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 las obras de protección marginal 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>El proyecto no contempla la generación de aguas residuales durante el proceso constructivo, para las aguas residuales domesticas que se puedan genera, se instalarán sanitarios móviles, los cuales habrá uno 1 por cada 15 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>El contratista mantendrá evidencia del manejo de los sanitarios portátiles para garantizar la adecuada disposición de los desechos generados.</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 de las obras de protección marginal, 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</p>



NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
		<p>la presente Norma Oficial Mexicana, deberá presentar a evaluación de sus emisiones 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 dicha NOM según corresponda, por lo que:</p> <p>La empresa constructora deberá contar con un programa calendarizado preventivo para el mantenimiento de los equipos. 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 calendario y con los</p>



NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<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>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>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. El monitoreo se realizará mediante mediciones de ruido con un sonómetro calibrado, dichas mediciones se realizarán conforme a lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none">I. El lugar de la medición a que se refieren los, deberá tener recubierta la superficie del piso con asfalto, cemento u otro material duro y no deberán existir superficies reflejantes dentro de los tres metros del contorno perimetral del vehículo a medir, ya sean éstos otros vehículos, paredes o techo.II. El vehículo debe contar con el sistema de escape en buen estado de operación y libre de fugas.III. El vehículo deberá encontrarse a la temperatura normal de operación.IV. Con el vehículo estacionado en el lugar de la medición y el motor funcionando en marcha lenta en vacío, colocar el micrófono a una distancia de 1 m de la salida final del escape, formando un ángulo de 45° con el eje longitudinal del mismo y



NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
		<p>por la parte exterior del vehículo a una altura no inferior de 0.5 m del piso o conforme a la posición de la salida del escape con respecto al nivel de piso</p> <p>Los vehículos que resulten con valores mayores a los establecidos en esta NOM no podrán operar hasta que se les realicen las adecuaciones necesarias y las mediciones salgan dentro de norma.</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.	Debido a que durante la etapa de preparación y construcción se usaran 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.	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).
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.	En el despalme y tras actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de alguna de las categorías de riesgo en el territorio nacional	Si bien el proyecto no contempla la remoción de ejemplares arbóreos, ni arbustivos, el contratista previo al inicio de los trabajos deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse, reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras; de igual manera es importante que a durante dichas actividades se encuentre personal especializado en flora y fauna para identificar si alguna de las especies vegetales o animales por rescatar se encuentra listada en la NOM 059. Invariablemente deberán ejecutarse un acciones de protección y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un Plan de Monitoreo Ambiental, que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afectación a la vida silvestre.



NORMA OFICIAL MEXICANA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO	MEDIDAS PARA EL CONTROL Y CUMPLIMIENTO
<p>NOM-052-SEMARNAT-2005.</p> <p>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 programa integral de manejo de Residuos Peligrosos, realizando la 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.</p> <p>La Secretaria 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>
<p>NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012</p> <p>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 de actuación en caso de derrames.</p>

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO
AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL
PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN
MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM
8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA -
LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA
CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN
EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN,
ESTADO DE VERACRUZ**

Capítulo IV
Modalidad Regional



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

IV.1. Delimitación y justificación del Sistema Ambiental Regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.....	3
IV.1.1. Delimitación Preliminar.	3
IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).	6
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.	13
IV.2.1.1. Medio Abiótico.	13
IV.2.1.1.1. Clima y fenómenos meteorológicos.....	13
IV.2.1.2. Medio Biótico.	79
IV.2.1.2.1. Flora.	79
IV.2.1.2.2. Fauna.....	108
IV.2.1.2.3. Composición de Poblaciones y Comunidades.	172
IV.2.1.2.4. Biodiversidad.	173
IV.2.1.2.6. Ecosistemas	174
IV.2.1.2.7. Ecosistemas Ambientalmente Sensibles	175
IV.2.1.3. Medio Socioeconómico.	176
IV.2.1.4. Paisaje.	181
IV.3. Diagnóstico Ambiental.....	189

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 regional 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.

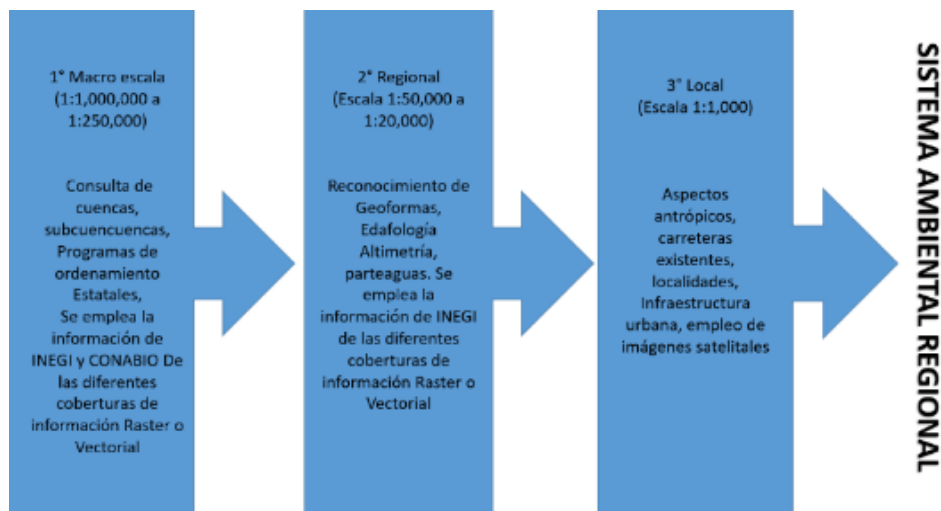


Imagen IV. 1- Esquema para delimitación del SAR

Niveles considerados para delimitar el SAR

La figura anterior muestra las escalas utilizadas o tomadas en cuenta para delimitar el SAR. 1er. Nivel Macroescala: 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: Geosistemas (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 geosistemas.

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.

Para entender el Contexto del Sistema Ambiental Regional, a continuación, se presentan las generalidades del Municipio Tlacotalpan en la que se encuentra el proyecto:

Tabla IV. 1 Generalidades del Municipio de Nejapa de Madero.

Localización	Se encuentra ubicado en la zona centro montañosa del estado en las coordenadas 18° 37' latitud norte y 95° 40' longitud oeste a una altura de 10 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Alvarado, al este con Lerdo de Tejada, al sur con Isla. Su distancia aproximada al sureste de la capital del Estado, por carretera es de 203 Km.
Extensión	Tiene una superficie de 577.59 Km ² , Cifra que representa un 0.80% del total del Estado.
Orografía	Se encuentra situado en la zona este del estado sobre las estribaciones del Sotavento.
Hidrografía	Se encuentra regado por los ríos San Juan y Tuxpan que son tributarios del río Papaloapan.
Clima	Su clima es cálido-regular, con una temperatura media anual de 25.1 °C, su precipitación pluvial media anual es de 18.3 mm
Principales Ecosistemas	Su vegetación es de tipo caducifolia y se encuentran árboles como el encino, el fresno, sauce y álamo
Recursos Naturales	Se cuenta con yacimientos de petróleo, agua en abundancia ya que se tiene tres ríos; El Teseochoacan, El San Juan y El Papaloapan, en cuanto al aspecto forestal se cuenta con manglares
Características y Uso de Suelo	Su suelo es de tipo cambiasol, gleysol y vertisol, se caracteriza por tener en el subsuelo una capa de rocas y tiene una moderada susceptibilidad a la erosión, el porcentaje en cuanto al uso del suelo es de 60% ganadero, 15% agrícola, el 5% es ocupado por viviendas y el 20% es agua donde se aprovechan los productos pesqueros.

IV.2. Caracterización y Análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Para delimitar el sistema ambiental regional del proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ”, se realizó la sobreposición temática de los diferentes componentes bióticos y abióticos para poder determinar un área representativa para determinar el SAR, en la siguiente imagen se muestra el proyecto en el programa ArcGis 10.

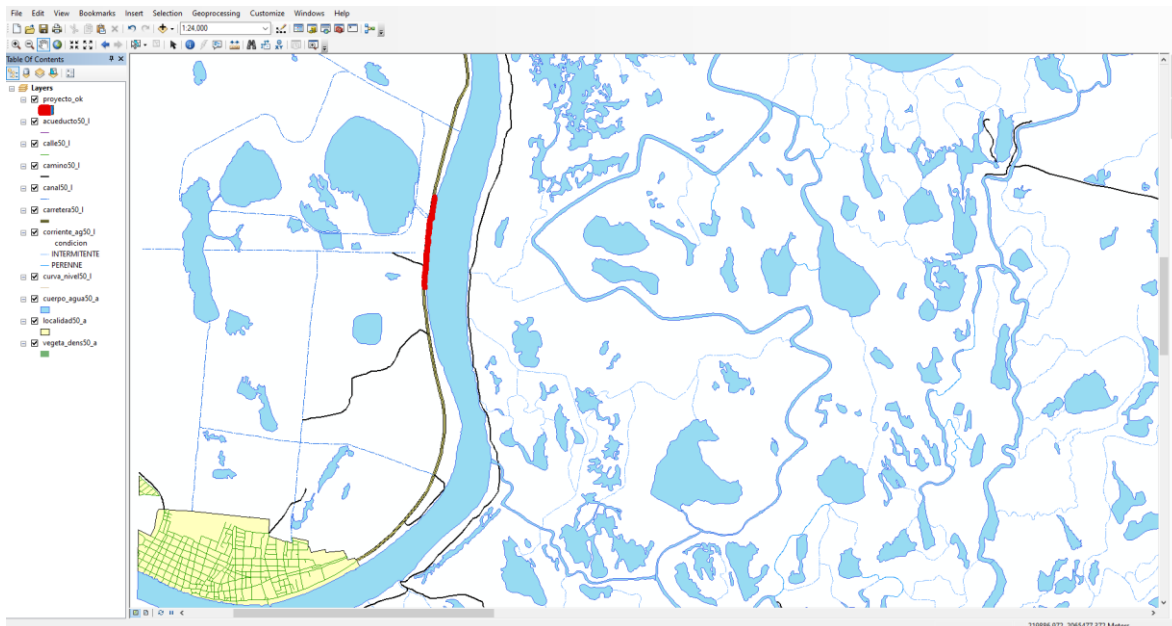


Imagen IV. 2. Zona del proyecto

Como se puede apreciar en la imagen se trata de una zona muy homogénea, topográficamente la zona, se trata de una llanura aluvial costera inundable de la provincia fisiográfica Llanura Costera del Golfo Sur, se puede apreciar que es una zona agropecuaria y ganadera, al estar colindantes al Río Papaloapan y derivado de la gran cantidad de agua de la región los cultivos son comunes en varias parcelas, así como el pastoreo. Dentro de los usos de suelo identificados en la región se identifica el pastizal cultivado, la zona urbana de Tlacotalpan y sitios de vegetación de Tular, en las zonas más inundables de la región como se muestra en la siguiente imagen.

Para delimitar el sistema ambiental regional del proyecto se emplearon los siguientes atributos ambientales:

- Uso de Suelo y vegetación
- Hidrología

Uso de Suelo y Vegetación: El proyecto se identifica dentro de una zona de compuesta de dos principales tipos que es el pastizal cultivado (donde se localiza el proyecto) y la Vegetación de Tular, ya que la obra implica actividades de desmonte y despalde exclusivamente en los sitios de trabajo, la vegetación de Tular no se afectará, por lo que será excluida del sistema ambiental regional.



Imagen IV. 3. Uso de suelo y Vegetación del área de estudio.

Hidrología: Como se aprecia en la imagen existen cuerpos de agua perennes en la cercanía de la obra, pero dichos cuerpos perennes no serán afectados por el desarrollo del proyecto y para el caso del Río Papaloapan, como se describe en el Capítulo II, no existirá afectación a la dinámica hidrológica actual producto de la obra

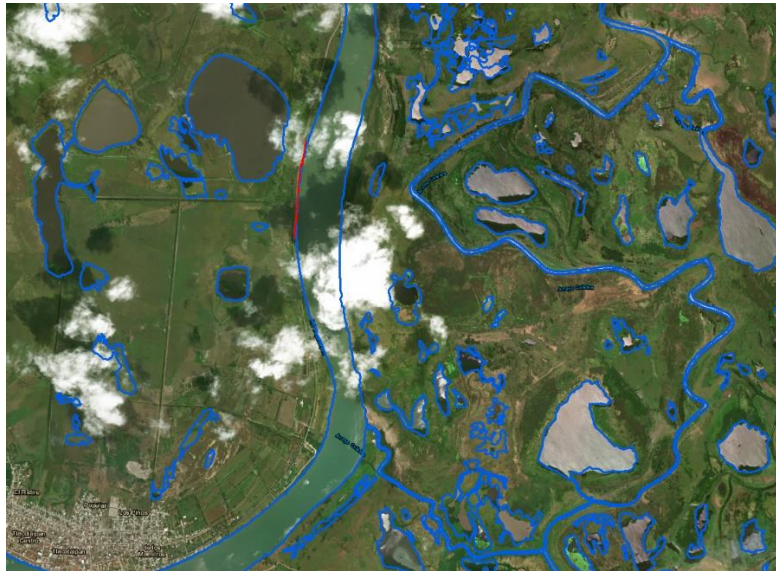


Imagen IV. 4. Cuerpos de Agua perennes en la zona de estudio.

Una vez identificados los atributos antes señalados se procedió a delimitar el Sistema Ambiental Regional, de la siguiente manera:

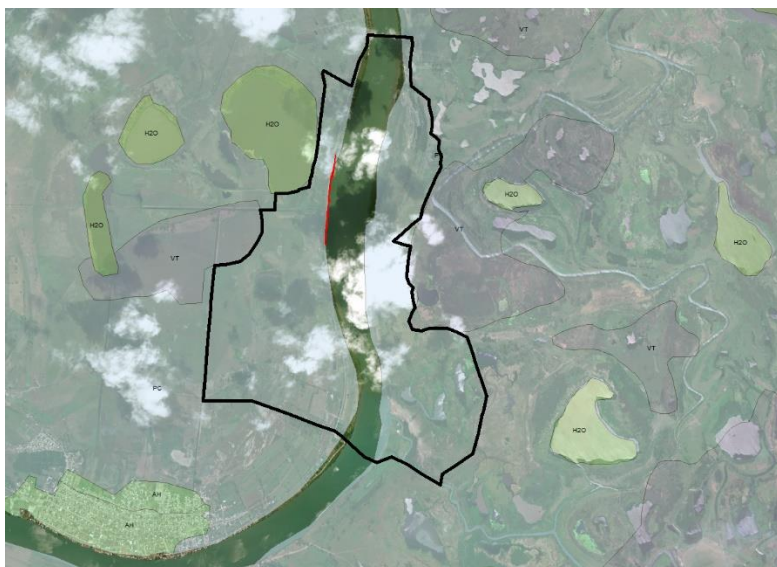


Imagen IV. 5. Sistema Ambiental Regional

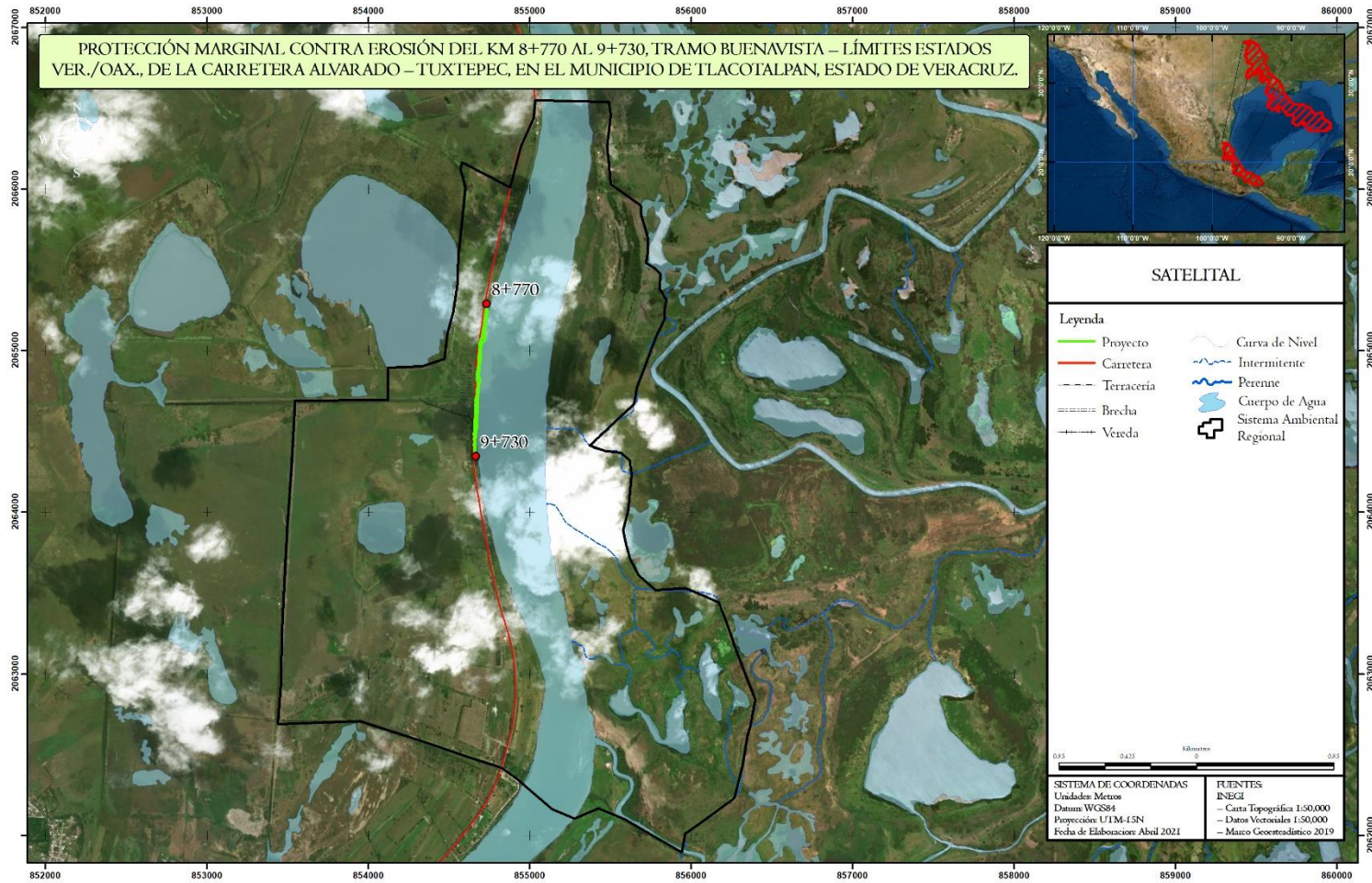


Imagen IV. 6. Sistema Ambiental Regional



El sistema ambiental regional del proyecto: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ”, es un polígono de forma irregular, con un área de 739.34 Ha, de dicho polígono el Río Papaloapan representa el 22% y la zona adyacente se trata de pastizal cultivado, en la siguiente tabla se muestran las coordenadas del SAR, calculadas con el Datum WGS84, de la zona 14N

Tabla IV. 2. Coordenadas del Sistema Ambiental

FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
1	222019	2065258	95° 37' 49.536" W	18° 37' 10.834" N
2	222007	2065147	95° 38' 0.898" W	18° 37' 11.558" N
3	221921	2064977	95° 37' 31.685" W	18° 37' 12.023" N
4	221848	2064725	95° 38' 5.597" W	18° 37' 13.556" N
5	221555	2064889	95° 37' 55.783" W	18° 37' 13.561" N
6	221544	2064850	95° 37' 27.073" W	18° 37' 15.111" N
7	221571	2064734	95° 38' 9.656" W	18° 37' 17.016" N
8	221514	2064326	95° 37' 25.122" W	18° 37' 21.976" N
9	221500	2064126	95° 38' 16.174" W	18° 37' 22.109" N
10	221469	2063963	95° 38' 24.529" W	18° 37' 24.827" N
11	221430	2063788	95° 37' 24.044" W	18° 37' 27.591" N
12	221404	2063678	95° 38' 36.345" W	18° 37' 28.859" N
13	221248	2063628	95° 39' 3.100" W	18° 37' 31.685" N
14	221055	2063613	95° 38' 54.863" W	18° 37' 31.796" N
15	221048	2063437	95° 38' 45.785" W	18° 37' 31.918" N
16	220894	2063440	95° 37' 22.232" W	18° 37' 34.712" N
17	220916	2063204	95° 39' 2.411" W	18° 37' 39.164" N
18	220681	2062905	95° 37' 38.348" W	18° 37' 4.396" N
19	220410	2062796	95° 37' 25.742" W	18° 37' 43.769" N
20	220372	2062372	95° 39' 1.925" W	18° 37' 48.857" N
21	220341	2061982	95° 37' 29.573" W	18° 37' 54.479" N
22	220323	2061684	95° 37' 48.981" W	18° 37' 56.853" N
23	220299	2061455	95° 37' 42.905" W	18° 37' 57.183" N
24	220541	2061455	95° 37' 36.649" W	18° 37' 57.453" N
25	220807	2061454	95° 37' 44.232" W	18° 37' 7.681" N
26	221082	2061356	95° 37' 37.657" W	18° 37' 8.099" N
27	221427	2061227	95° 39' 1.069" W	18° 38' 1.538" N
28	221671	2061140	95° 37' 50.723" W	18° 38' 12.531" N
29	221860	2060980	95° 37' 51.399" W	18° 38' 14.602" N
30	221977	2060872	95° 38' 59.983" W	18° 38' 15.322" N



FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
31	222114	2060809	95° 38' 50.814" W	18° 38' 19.002" N
32	222265	2060868	95° 37' 50.827" W	18° 38' 21.209" N
33	222447	2060782	95° 37' 50.046" W	18° 38' 24.957" N
34	222601	2060682	95° 37' 53.065" W	18° 38' 25.418" N
35	222772	2060579	95° 37' 56.216" W	18° 38' 26.524" N
36	222794	2060692	95° 38' 42.945" W	18° 38' 28.833" N
37	222971	2060810	95° 37' 50.171" W	18° 38' 31.719" N
38	223107	2060903	95° 37' 46.630" W	18° 38' 34.710" N
39	223168	2061114	95° 38' 38.573" W	18° 38' 36.458" N
40	223202	2061286	95° 38' 43.795" W	18° 38' 36.505" N
41	223258	2061504	95° 37' 46.093" W	18° 38' 37.840" N
42	223159	2061784	95° 37' 48.279" W	18° 38' 4.003" N
43	223052	2062115	95° 38' 38.403" W	18° 38' 42.193" N
44	222846	2062210	95° 38' 31.852" W	18° 38' 42.777" N
45	222662	2062204	95° 38' 26.549" W	18° 38' 44.472" N
46	222484	2062197	95° 37' 43.007" W	18° 38' 45.183" N
47	222508	2062417	95° 38' 25.711" W	18° 38' 48.061" N
48	222476	2062581	95° 37' 39.828" W	18° 38' 51.807" N
49	222440	2062680	95° 38' 24.462" W	18° 38' 53.781" N
50	222421	2062744	95° 37' 39.521" W	18° 38' 55.448" N
51	222441	2062947	95° 37' 40.806" W	18° 38' 57.779" N
52	222465	2063062	95° 38' 23.508" W	18° 38' 59.087" N
53	222377	2063077	95° 37' 49.457" W	18° 38' 9.344" N
54	222285	2063113	95° 37' 40.621" W	18° 39' 0.685" N
55	222465	2063270	95° 37' 44.448" W	18° 39' 14.553" N
56	222570	2063360	95° 38' 11.929" W	18° 39' 18.719" N
57	222587	2063456	95° 38' 21.393" W	18° 39' 18.874" N
58	222681	2063681	95° 37' 50.695" W	18° 39' 19.000" N
59	222777	2063883	95° 38' 22.360" W	18° 39' 22.651" N
60	222788	2063995	95° 38' 21.987" W	18° 39' 23.919" N
61	222751	2064067	95° 37' 51.373" W	18° 39' 26.583" N
62	222758	2064157	95° 38' 9.566" W	18° 39' 26.945" N
63	222671	2064229	95° 37' 43.621" W	18° 39' 3.004" N
64	222688	2064341	95° 38' 6.719" W	18° 39' 32.512" N
65	222652	2064585	95° 37' 50.453" W	18° 39' 32.848" N
66	222471	2064724	95° 37' 50.827" W	18° 39' 35.493" N
67	222454	2064958	95° 37' 58.393" W	18° 39' 35.801" N



FID	UTM		GEOGRÁFICAS	
	ESTE	NORTE	LONGITUD	LATITUD
68	222484	2065150	95° 38' 6.366" W	18° 39' 36.125" N
69	222474	2065232	95° 38' 23.129" W	18° 39' 5.605" N
70	222253	2065245	95° 37' 43.106" W	18° 39' 6.656" N

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). De acuerdo con los lineamientos de la obra anteriormente citada, 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.

Por extenderse desde regiones tropicales hasta latitudes medias, y debido a lo complejo de su topografía, en México se tienen una gran variedad de climas, que van desde los cálidos, con temperaturas medias anuales mayores a 32°C, hasta los fríos, con temperaturas menores a 10°C.

El estado de Veracruz presenta una gran diversidad climática que se debe a la conjunción de varias causas. Su posición geográfica intertropical pero cerca (a un grado) del límite del Trópico de Cáncer, lo cual repercute en las temperaturas que se alcanzan y en las oscilaciones de la misma.

También es notable el hecho de que, de los cinco factores que se reconocen como modificadores de los elementos del clima, todos dejan sentir su influencia. Los que mayormente imperan son la altitud y el relieve. En relación al primero, la mayor parte del Estado (72%) presenta altitudes que van de 0 a 200, en el 19% de 200 a 1 000, en el 7% de 1 000 a 2 000 msnm y en el resto 2% se encuentran las altitudes que no solo sobrepasan



los 3 000 msnm, sino que en esta zona se encuentra el Pico de Orizaba que es la mayor elevación del país (5 740 msnm)

En la planicie del Estado, es húmedo-templado y húmedo tropical a excepción de las Llanuras de Sotavento y Perote, donde la altitud sobre el nivel del mar es menor a los 800 metros y tiene un clima tropical.

En las regiones de 800 a 1 500 metros de altura sobre el nivel del mar, el clima es templado registrándose temperaturas de 18°C., durante el verano y el invierno hasta 0°C.

Los climas fríos se registran en la región montañosa a partir de los 2 000 metros sobre el nivel del mar.

El clima del Estado es húmedo tropical y de lluvias escasas en el invierno, y subhúmedo tropical y de lluvia en todas las estaciones.

El clima predominante en la Huasteca Veracruzana es cálido y subhúmeda, con temperatura mínima de 10°C., durante el invierno la temperatura media en general es de 30°C., registrándose heladas Únicamente en Huayacocotla, donde la precipitación pluvial media es de 1 200 a 1 500 mm

La zona central del Estado, respecto a su temperatura se divide en tres subzonas: Fría, en la altiplanicie y en la región montañosa, templada en las partes de 600 a 1 500 metros de altura sobre el nivel del mar, y, cálida en los 600 metros de altitud, descendiendo hacia el litoral.

En la subzona templada, se encuentra el Valle Fértil de Orizaba, en la subzona caliente, la precipitación pluvial es irregular, la temperatura media anual es de 25°C .Por la proximidad de la zona ecuatorial, el régimen de lluvia es abundante en otoño, y escaso en invierno; registrando la máxima precipitación de 2 000 mm, en Huatusco y de 1 600 mm, en el Puerto de Veracruz. Las depresiones y altura que cruzan el Estado permiten distribuir los diferentes climas, pudiendo registrar los siguientes:

Clima cálido, con temperatura media entre los 15 a 20 °C., en las regiones de Ozuluama, Tuxpan, - Tantoyuca, Misantla, Veracruz, lo mismo que la región oriental de Chicontepec, Córdoba, Huatusco, Jalapa, Coatepec, Zongolica y la región central de Papantla.

Clima templado, con temperatura de 15 a 20 °C .. En las zonas de Chicontepec, Altotonga, Xalapa, - Coatepec, Huatusco, Córdoba, Orizaba y Zongolica, además la parte occidental de Papantla.

Clima frío, con temperaturas medias de menos de 15°C, en las zonas de Chicontepec, Perote, Jalacingo en la parte occidental de Xalapa, Coatepec, Córdoba, Orizaba y Zongolica, así como en las zonas limítrofes de la zona central.

El municipio de Tlacotalpan está localizado en la Subprovincia Llanura Costera Veracruzana, que a su vez, está dentro de la amplia Llanura Costera del Golfo Sur, una

llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos más caudalosos del país, como el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. La altitud que predomina en el municipio es de 0 a 10 msnm y presenta dos tipos de climas: el cálido subhúmedo con distinto tipo de régimen de lluvias.

En general, todos los climas cálidos se extienden por la vertiente del Pacífico desde el paralelo 24° norte hacia el sur y del Golfo de México desde el paralelo 23° norte hacia el sur. También se encuentran en la mayor parte de la Península de Yucatán y al norte del estado de Chiapas. Aproximadamente 27,23% de la superficie del país está cubierta por este grupo.

Las clasificaciones climáticas constituyen una forma de establecer un “lenguaje” convencional que permite describir las condiciones medias que presenta la atmósfera en un lugar determinado, en el caso del territorio tlacotalpeño, predomina el clima cálido subhúmedo que se extiende de norte a sur de la municipalidad, iniciando en la localidad de El Estero avanzando hacia el sur por La Palma, El Espinal, Tlacotalpan, La Guadalupe, El Sacrificio, Buen País, San Joaquín hasta San Agustín y Chinalco al sur del municipio. Este clima mantiene su temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura del mes más frío mayor a 18°C, este clima contiene precipitaciones en el mes más seco entre 0 y 60 mm; en cuanto a sus lluvias de verano, se conserva con un índice estimador de precipitación/temperatura mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

El clima diferencia en una pequeña porción del suroeste donde se ubican las localidades El Vergel y Los Jobos Altos y continúa siendo cálido subhúmedo con la diferencia de que su precipitación del mes más seco es menor de 60 mm; sus lluvias de verano con índice estimador de precipitación/temperatura entre 43.2 y 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2 del total anual.

Con respecto a la precipitación para el municipio de Tlacotalpan, las isoyetas muestran registros de precipitaciones acumuladas mensuales por arriba de los 150 mm, de este a oeste.

El gradiente térmico en el municipio de Tlacotalpan muestra un aumento espacial en el promedio diario de este a oeste desde valores por debajo de los 22 °C hasta observarse un valor por arriba de los 24 °C tal como lo muestra el análisis en las isotermas.

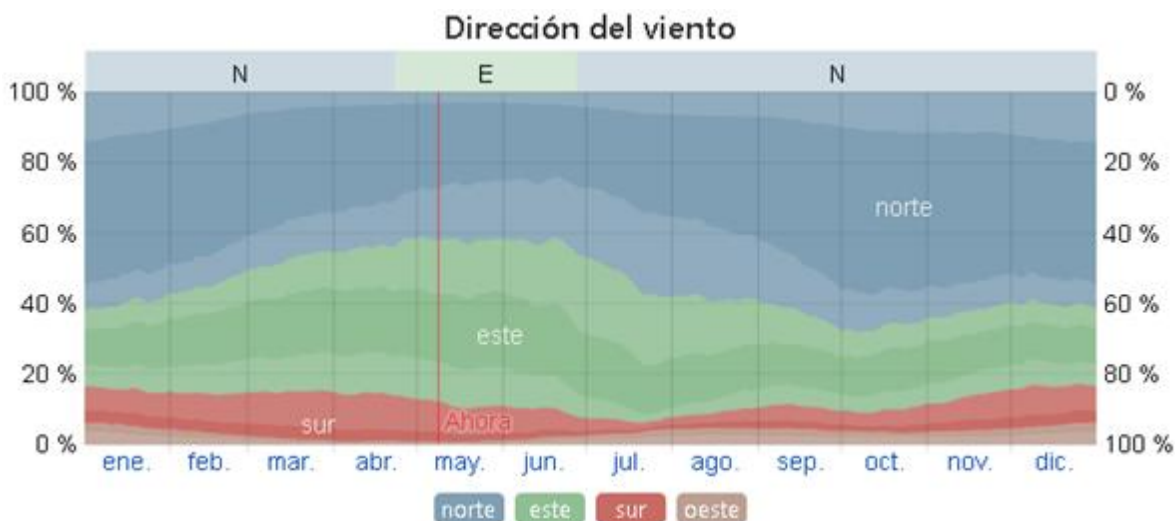
**Tabla IV. 3. Tipos de Climas del Municipio de Tlacotalpan, Veracruz.**

Rango de temperatura	24° - 28° C
Rango de precipitación	1400 - 2100 mm
Clima tipo	
Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	74%
Cálido húmedo con abundantes lluvias en verano	13%
Cálido subhúmedo con lluvias en verano	13%
Total	100%

Fuente: INEGI, 2009.

VIENTOS

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 Tlacotalpan tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 8.5 meses, del 20 de septiembre al 5 de junio, con velocidades promedio del viento de más de 12.3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 7 de noviembre, con una velocidad promedio del viento de 14.8 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 3.5 meses, del 5 de junio al 20 de septiembre. El día más calmado del año es el 5 de agosto, con una velocidad promedio del viento de 9.9 kilómetros por hora.



Gráfica IV. 1. Dirección del viento.

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 (noroeste, suroeste, sureste y noreste).

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 Tlacotalpan la humedad percibida varía considerablemente. El período más húmedo del año dura 10 meses, del 21 de febrero al 21 de diciembre, y durante ese tiempo el nivel de comodidad es bochornoso, opresivo o insoportable por lo menos durante el 67 % del tiempo. El día más húmedo del año es el 25 de julio, con humedad el 100 % del tiempo. El día menos húmedo del año es el 18 de enero, con condiciones húmedas el 56 % del tiempo.

En lo concerniente al Sistema Ambiental Regional y al trazo del Proyecto se asientan sobre el clima designado como cálido subhúmedo más húmedo Aw2. Sobre este clima se desarrollaron los gleysoles, en altitudes que oscilan entre el nivel del mar y los 5 metros sobre el nivel del mar sobre la llanura aluvial que a su vez permitieron que el tular prevaleciera, aunque actualmente presenta una gran presión antropogénica con cambio de uso de suelo hacia el agropecuario. A continuación, se presenta una descripción más detallada de este tipo de clima:

Aw2, A, Cálido, N/A, subhúmedo, 2, más 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.

2. Corresponde al más húmedo.

Más húmedo. Con cociente mayor de 55.0.

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.

Tabla IV. 4. Climas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Clima tipo	Temperatura	Precipitación	Área (has)	Porcentaje (%)
Aw2	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 mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.	739.34	100.00%
	Total		739.34	100.00%

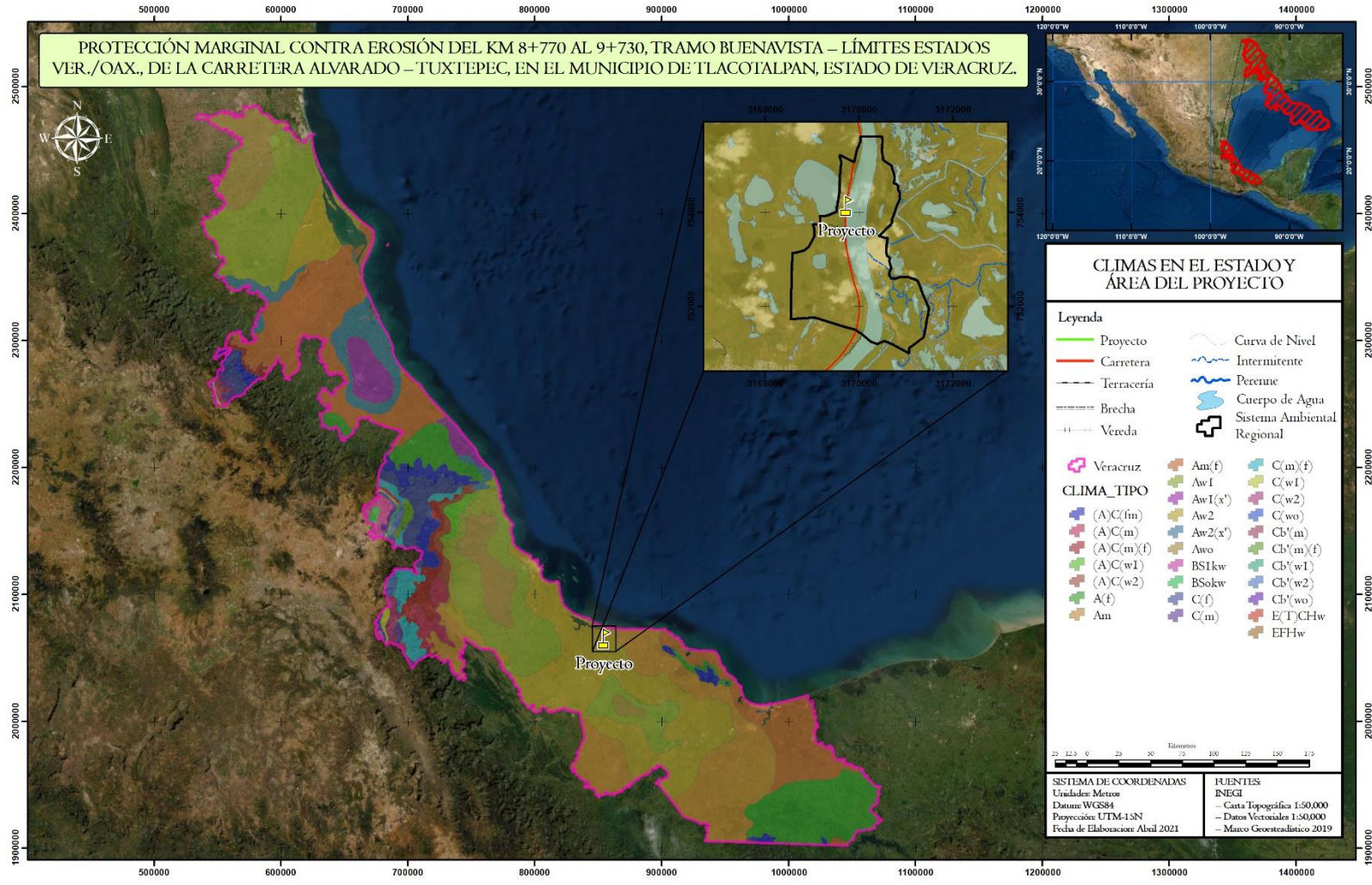


Imagen IV. 7. Climas de Veracruz

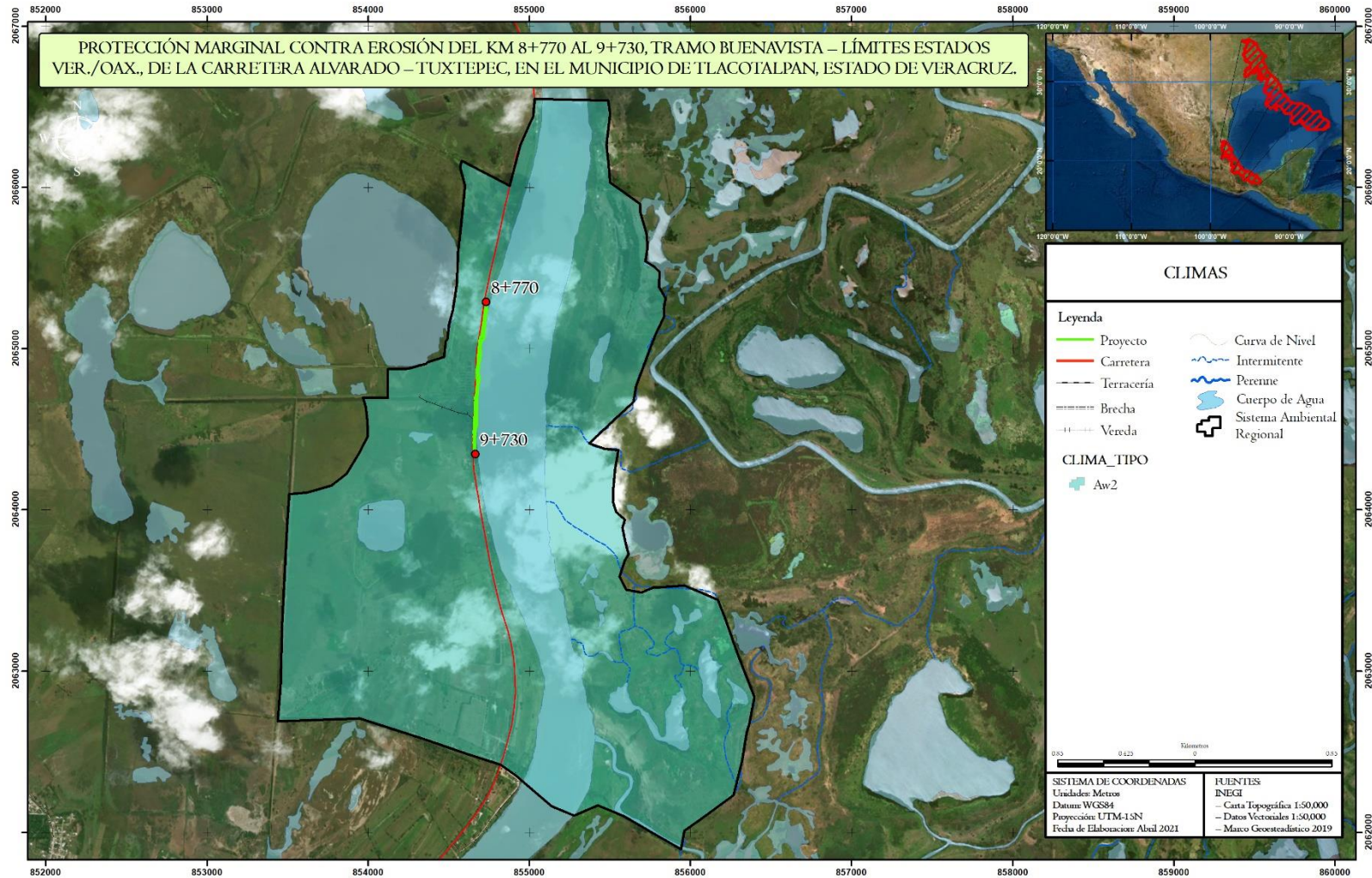


Imagen IV. 8. Clima del Sistema Ambiental Regional

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 Alvarado (30201), la cual cuenta 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 en los meses de junio a octubre. Se ha tomado como referencia la Estación meteorológica Alvarado 30201, cuyas coordenadas geográficas son: 18°46'15'' Latitud Norte y los 099°45'20'' de Longitud Oeste; por su relación en cuanto distancia del proyecto es decir a **23.10** kilómetros en línea recta al noroeste (esto se puede confirmar en la siguiente imagen), lo cual indica datos más precisos del clima del área del proyecto, por su cercanía, ya que es la estación más cercana. Amén de que tanto en el trazo del proyecto como en la estación climatológica se presenta el mismo tipo de clima **Aw2, Cálido subhúmedo**.

Temperatura

En las siguientes tablas se pueden apreciar, primero las temperaturas máximas mensual. En ella se puede notar que los meses más fríos del año son enero con 26.2 °C y diciembre con 27.1 °C, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los meses más cálidos corresponden a junio y mayo con 32.9 °C y 33.4 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura máxima promedio anual, ésta alcanza los 30.04 °C. En este caso la oscilación térmica es de 7.2 °C. En lo que respecta a la temperatura media se puede observar que los meses más fríos del año son enero y diciembre con 22.5 °C y 23.5 °C respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a junio y mayo, con 28.8 °C y 28.9 °C. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 26.4 °C. Para la temperatura media la oscilación térmica es de 6.4 °C. En tanto que en lo que se refiere a la temperatura mínima se tiene que los meses más fríos del año son enero y febrero con 18.9 °C y 19.0 °C; respectivamente, los cuales corresponden con la temporada invernal, mientras que los más cálidos corresponden a agosto y junio, con 24.5 °C y 24.6 °C, respectivamente. En lo que se refiere a la temperatura media anual, ésta alcanza los 22.4 °C. Mientras que la oscilación térmica es de 5.7 °C.

Precipitación

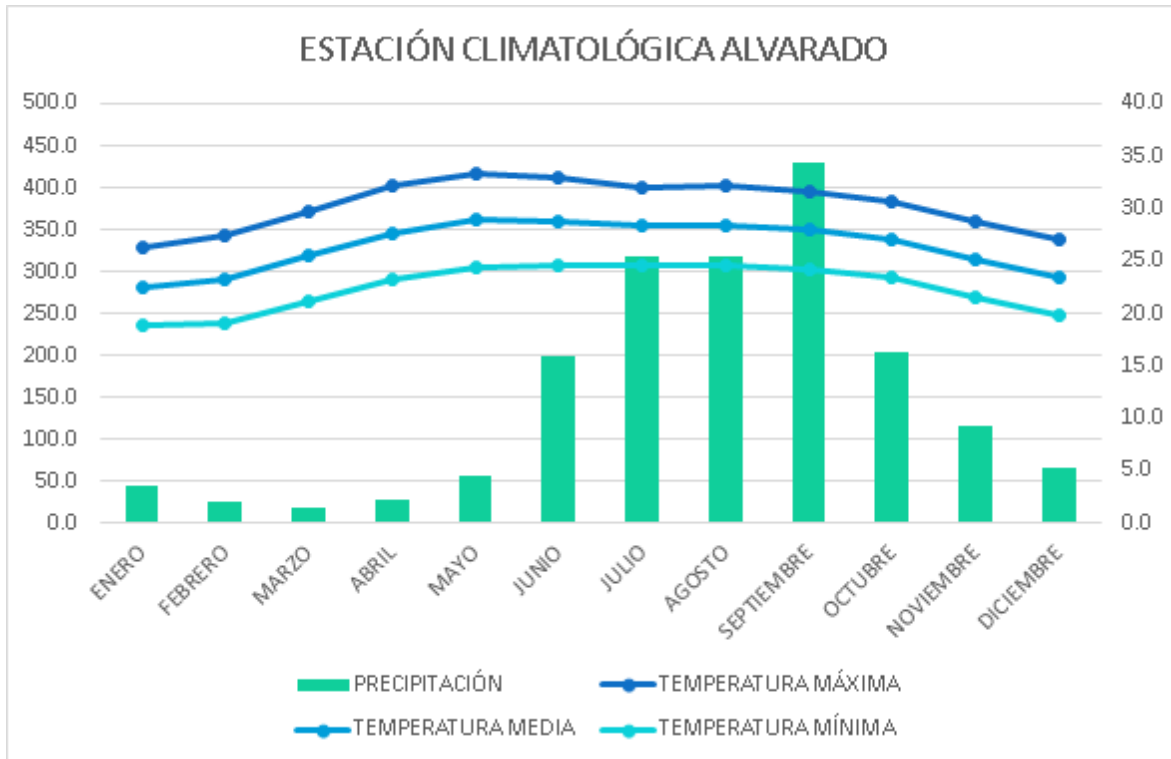
El promedio de precipitación anual para los años de observación realizados en la Estación Meteorológica de Alvarado indica que en la zona se tiene una media anual de 1,819.0 mm. Como puede observarse en la gráfica y en la tabla siguientes, las lluvias se registran durante todo el año, no obstante, existe un ciclo anual con una temporada de secas y lluvias. La temporada seca abarca los meses de noviembre a mayo, en los que se registra una precipitación media global de 350.9 mm, equivalentes al 19.29% de la precipitación anual. En tanto que, del mes de junio a octubre se presenta la temporada de lluvias, con una precipitación media, en conjunto, de 1,468.1 mm, equivalente al 80.71% de la precipitación anual. Los meses con mayor precipitación son julio con 318.7 mm y septiembre con 430.5 mm, mientras los meses con menores precipitaciones son marzo y

febrero con 18.9 mm y 24.3 mm, respectivamente. Los datos anteriores muestran claramente lo abundantes que son las lluvias en la zona.

Vientos

El Estado recibe vientos del norte y del este en Xalapa; en Córdoba del sureste en Orizaba del este; en Coahuila del noreste y en Veracruz del norte y del este, cabe mencionar que estos son los más importantes que predominan. Durante la estación invernal, los nortes del Golfo modifican considerablemente las condiciones de estabilidad de los vientos dominantes en las distintas regiones.

Todo esto se puede corroborar en la siguiente gráfica y tabla:



Gráfica IV. 2. Climograma de la Estación Meteorológica Alvarado 30201.



Tabla IV. 5. Normales Climatológicas de la estación meteorológica Alvarado.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE:	VERACRUZ DE IGNACIO DE LA LLAVE											PERIODO:	1951-2010
ESTACIÓN:	30201 ALVARADO (DGE)												
				LATITU D:	21°06'57'' N.	LONGITU D:	104°15'39'' W.				ALTITU D:	908.0 MSNM	
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MÁXIMA													
NORMAL	26.2	27.4	29.8	32.2	33.4	32.9	32.0	32.1	31.7	30.6	28.8	27.1	30.4
MÁXIMA MENSUAL	31.4	30.8	33.8	36.9	37.1	37.1	34.0	34.4	33.4	34.5	31.7	32.0	
AÑO DE MÁXIMA	1982	1982	1977	1977	1977	1962	1972	1960	1998	1962	1961	1981	
MÁXIMA DIARIA	36.0	39.0	41.0	42.0	43.0	41.0	38.5	37.5	38.0	39.5	37.0	36.5	
FECHA MÁXIMA DIARIA	05/1965	23/1977	11/1977	11/1965	30/1967	25/1969	02/2009	01/1960	24/1998	16/1965	06/2000	18/1967	
AÑOS CON DATOS	30	31	34	32	33	34	30	32	33	33	31	33	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	22.5	23.2	25.5	27.7	28.9	28.8	28.3	28.3	28.0	27.0	25.2	23.5	26.4
AÑOS CON DATOS	30	31	34	31	33	34	30	32	33	33	31	33	
TEMPERATURA MÍNIMA													
NORMAL	18.9	19.0	21.2	23.2	24.4	24.6	24.5	24.5	24.2	23.4	21.5	19.9	22.4
MÍNIMA MENSUAL	16.2	13.9	18.3	19.2	19.5	19.0	22.8	22.5	20.7	21.5	19.2	17.5	
AÑO DE MÍNIMA	1963	1970	1978	1985	1985	1985	1978	2000	1982	2010	1975	1976	
MÍNIMA DIARIA	9.0	9.0	12.0	15.5	16.0	15.0	20.0	19.0	12.5	17.0	11.0	12.0	
FECHA MÍNIMA DIARIA	12/1981	03/2007	01/1982	18/2001	28/2009	12/1972	25/1973	13/1984	16/1981	15/2008	05/2002	07/1973	
AÑOS CON DATOS	30	31	34	31	33	34	30	32	33	33	32	33	
PRECIPITACIÓN													



NORMAL	44.6	24.3	18.9	26.5	55.9	198.2	318.7	317.0	430.5	203.7	116.2	64.5	1819.0
MÁXIMA MENSUAL	142.5	102.7	53.0	224.0	203.0	423.7	633.6	810.1	975.0	438.7	286.5	224.5	
AÑO DE MÁXIMA	1981	2007	1972	2001	1964	1981	1972	2010	1984	1974	2002	1984	
MÁXIMA DIARIA	64.0	62.9	40.1	83.5	77.0	145.0	164.2	276.0	261.0	140.4	190.0	102.0	
FECHA MÁXIMA DIARIA	12/1981	03/2007	01/1982	18/2001	28/2009	12/1972	25/1973	13/1984	16/1981	15/2008	05/2002	07/1973	
AÑOS CON DATOS	31	32	34	32	33	33	29	32	33	34	33	34	
EVAPORACIÓN TOTAL													
NORMAL	91.1	104.7	148.9	168.9	181.7	166.9	162.4	147	133.9	128.7	100.5	90.6	1,625.3
AÑOS CON DATOS	21	22	24	21	24	24	18	21	21	21	22	22	
NUMERO DE DÍAS CON LLUVIA	5.7	3.7	3.0	2.4	3.9	10.6	14.1	14.8	15.7	12.3	8.5	7.1	101.8
AÑOS CON DATOS	31	32	33	32	33	33	29	32	33	34	33	34	



Imagen IV. 9. Estación meteorológica Alvarado



Isotermas

Las isotermas son líneas que unen puntos en un mapa, que presentan las mismas temperaturas en cierta unidad de tiempo considerada. Para el caso del estado de Veracruz, se presenta principalmente la isoterma que va de los 24 a 26 °C, con casi $\frac{3}{4}$ partes del total de la entidad (72%), lo cual indica una continuidad de temperatura en la entidad, seguido de la isoterma de 22 a 24°C con un 9.88%. Mientras las menores temperaturas coinciden con el Pico de Orizaba con temperaturas menores de -2°C. Finalmente, el Sistema Ambiental Regional se localiza precisamente en la zona que predomina en el estado, es decir en la isoterma de los 24 a 26 °C. Esto se puede comprobar en la imagen adelante mostrada.

Isoyetas

La precipitación en el estado de Veracruz presenta una gran cantidad de isoyetas con precipitaciones que van desde los 200 a los 300 mm hasta los 4,000 a los 4,500 mm. Sin embargo la isoyeta con mayor presencia con más de $\frac{1}{4}$ del total de la entidad (26%) se trata de la isoyeta que va de los 1,200 a los 1,500 mm, seguido de la isoyeta que va de los 1,500 a los 1,800 mm. ocurre de manera regular en la entidad; los registros pluviométricos promedian anualmente valores menores al noreste y al suroeste de la entidad. En lo que se refiere al Sistema Ambiental Regional la isoyeta que prevalece es la que oscila entre los 1,800 a 2,000 mm anuales, en el centro norte, mientras en el sur se presentan oscilaciones que van de los 1,500 a los 1,800 mm anuales, lo cual se puede verificar en la siguiente imagen.

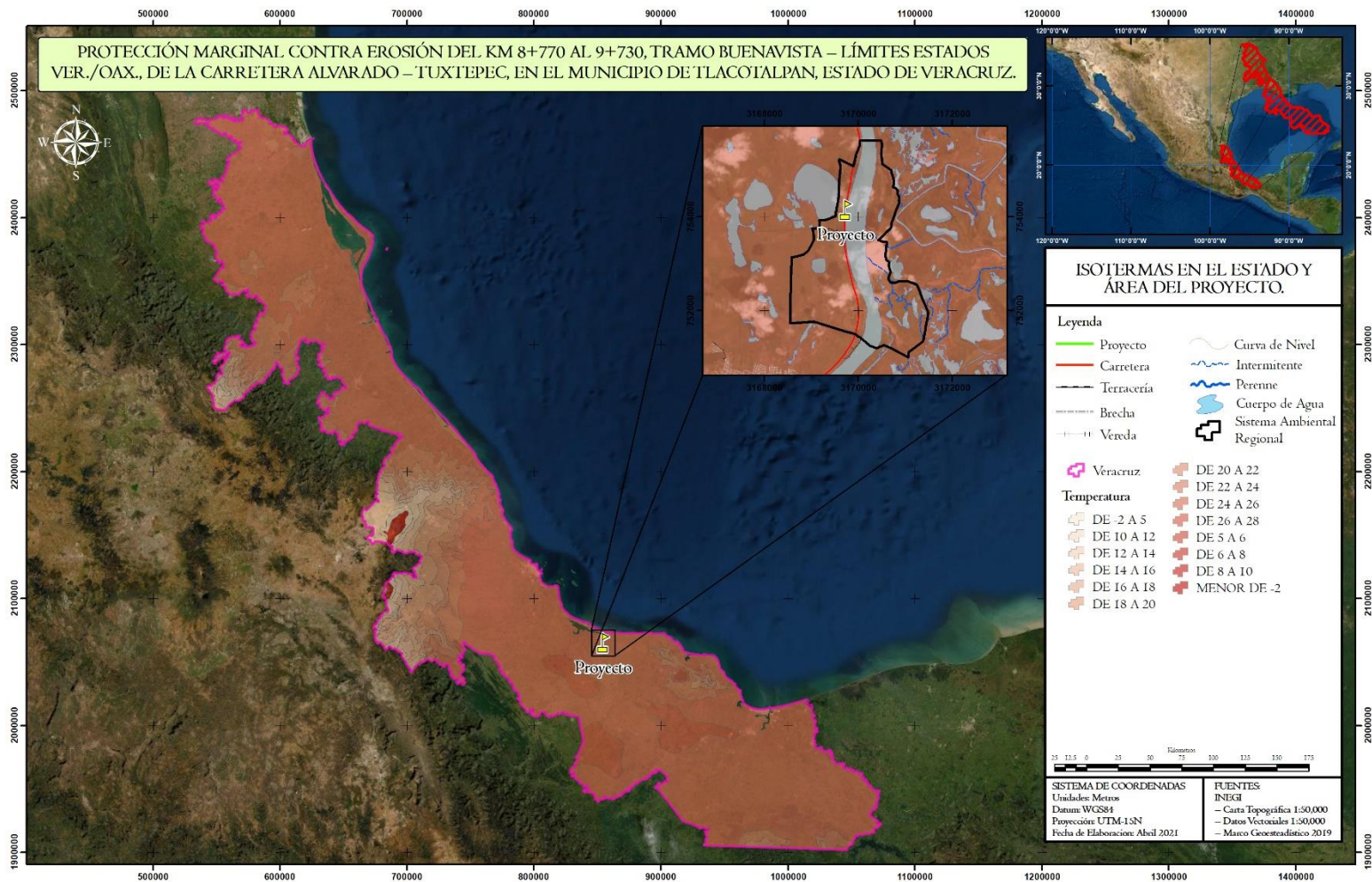


Imagen IV. 10. Isothermas de Veracruz

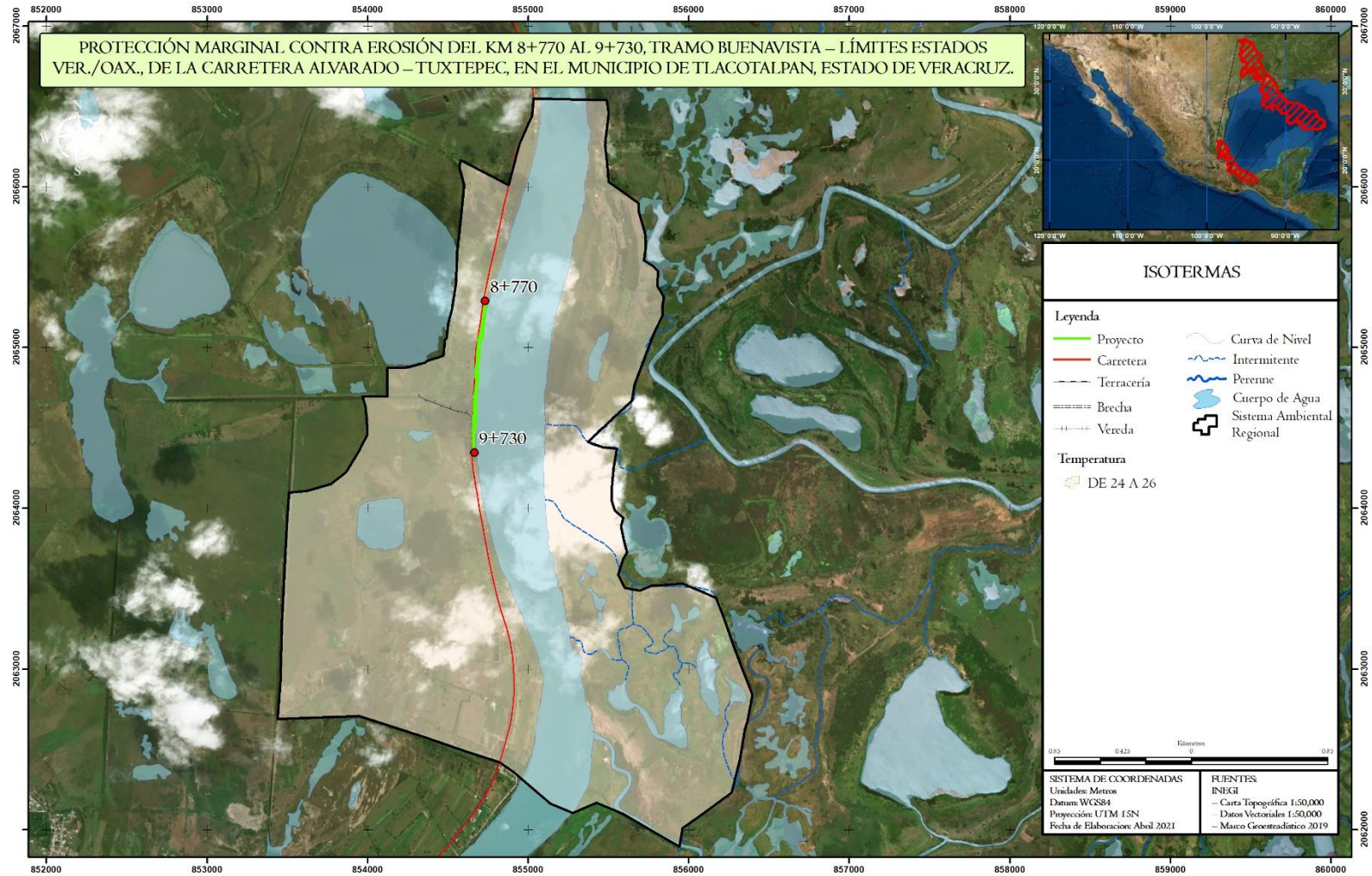


Imagen IV. 11. Isothermas del Sistema Ambiental

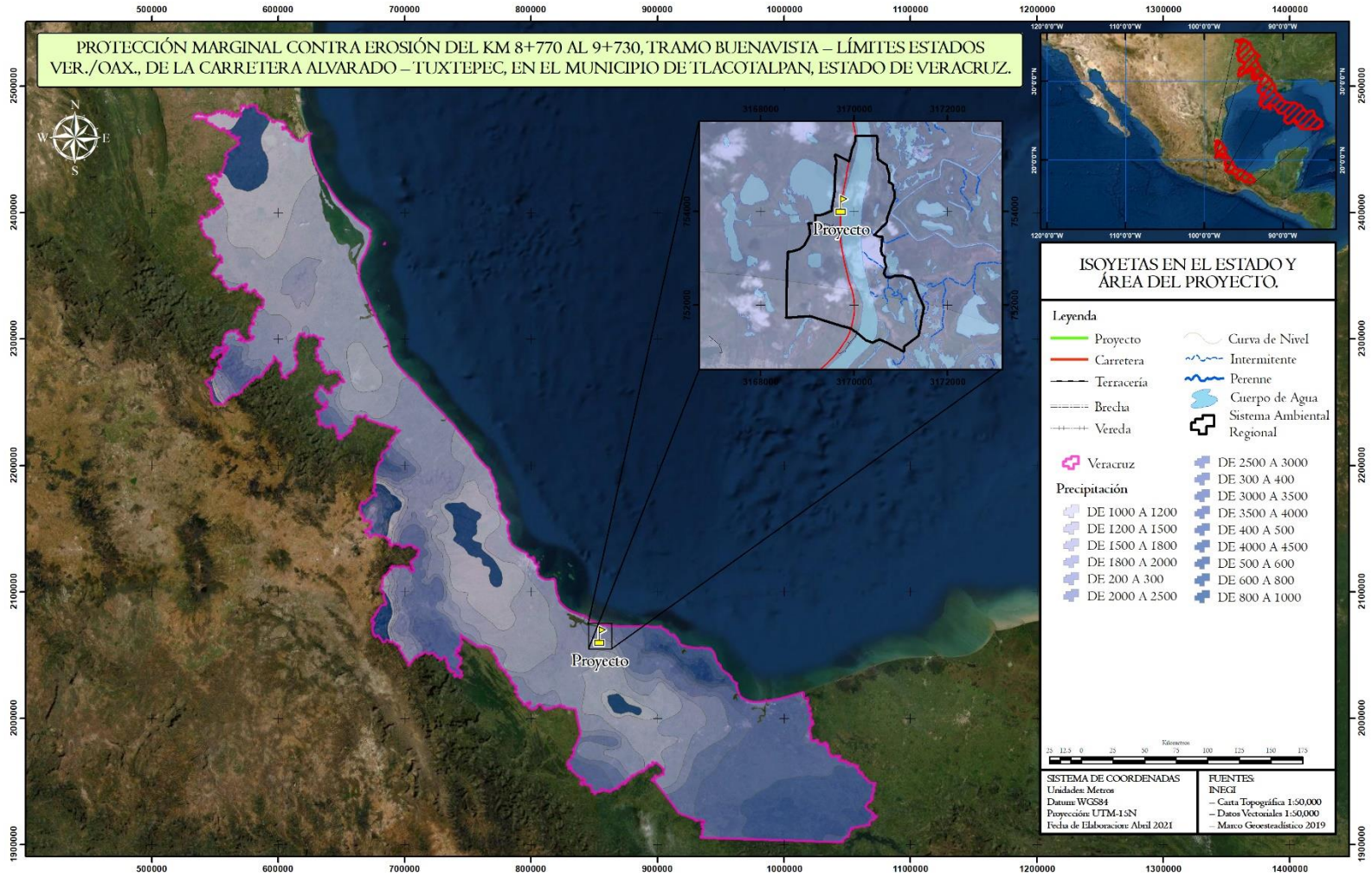


Imagen IV. 12. Isoyetas de Veracruz

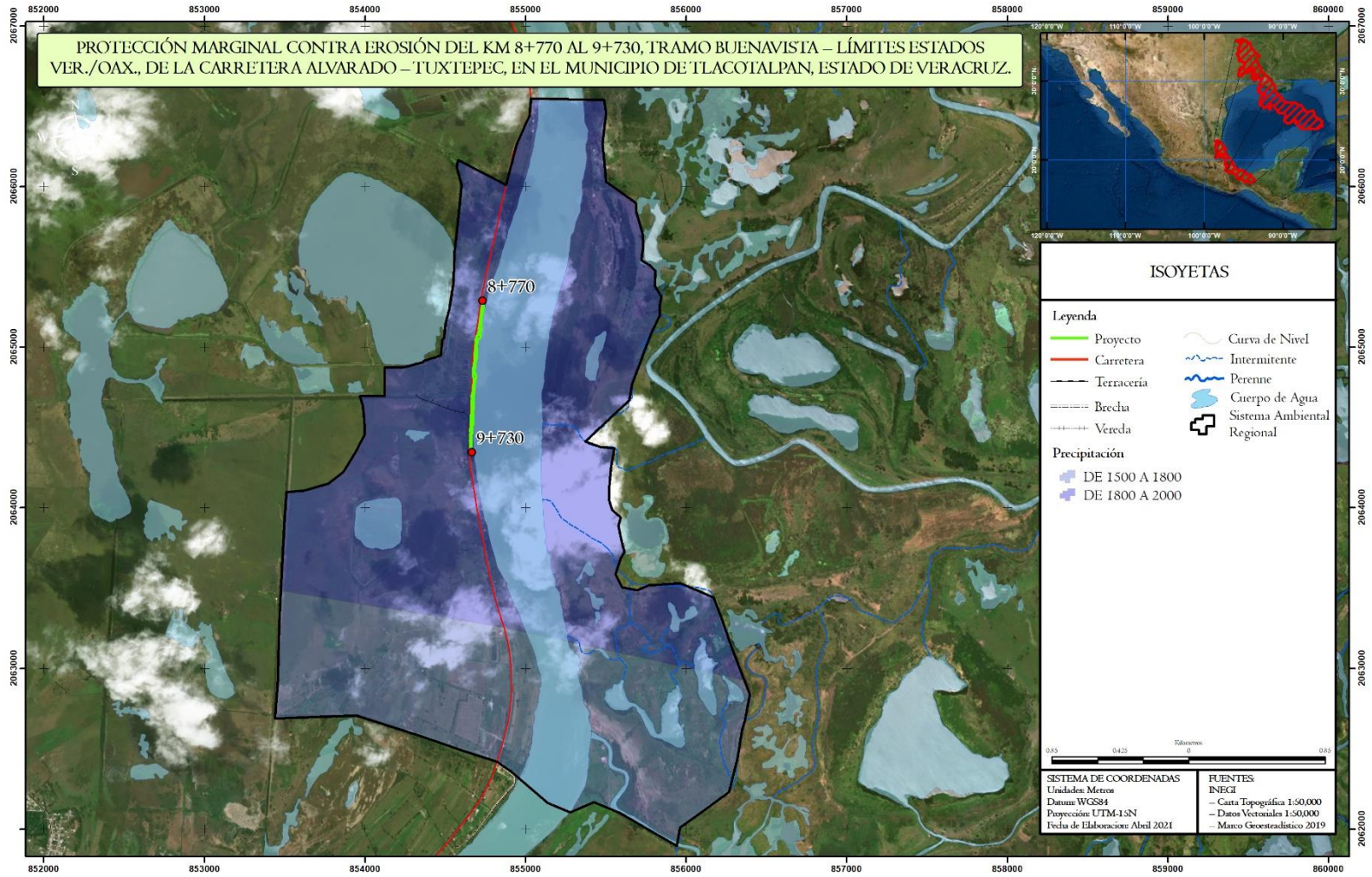


Imagen IV. 13. Isoyetas del Sistema Ambiental Regional

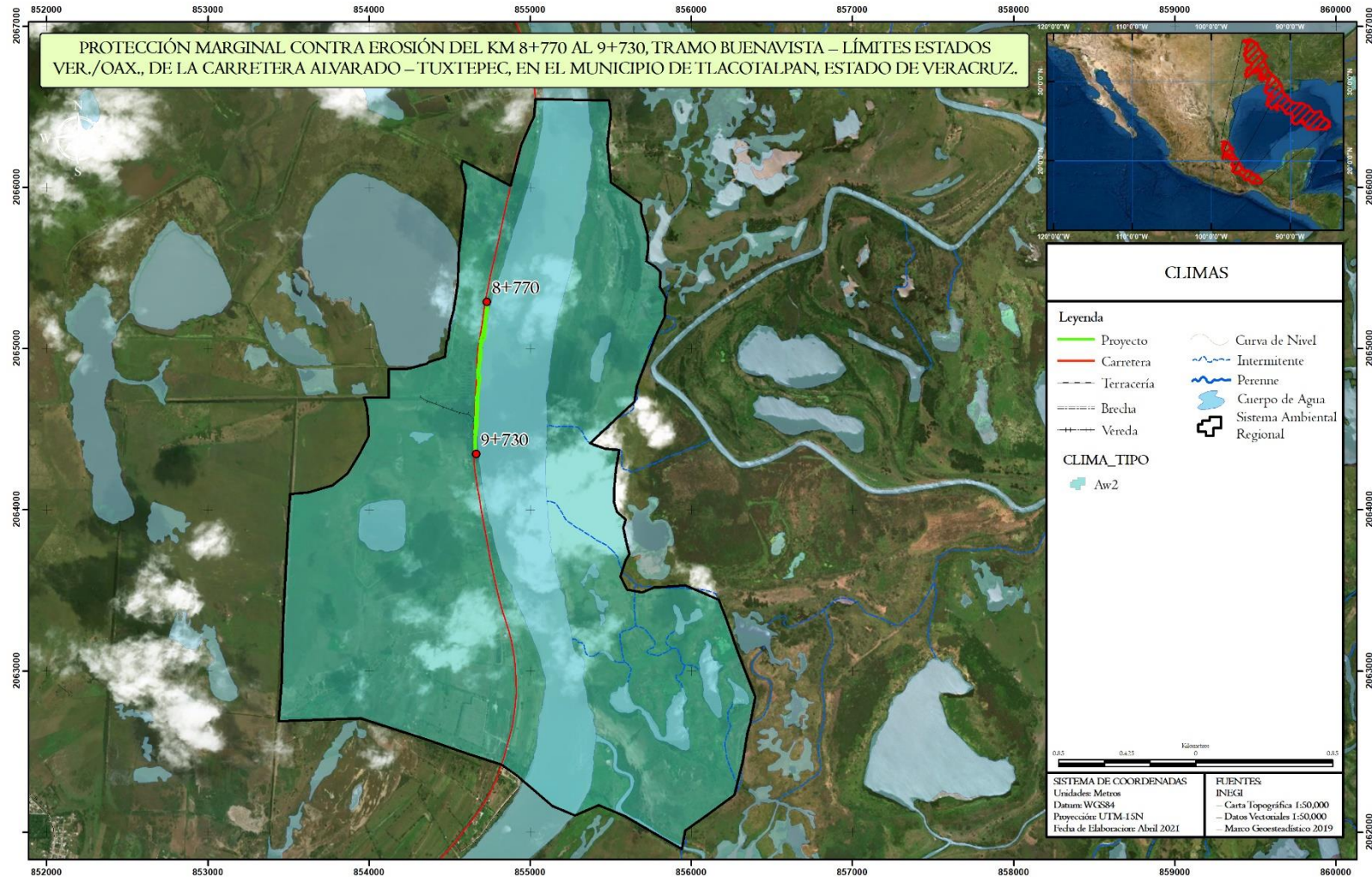


Imagen IV. 14. Climas del Sistema Ambiental Regional

IV.2.1.1.2. Geología y geomorfología.

El estado de Veracruz se ubica a lo largo de la costa del Golfo de México en la región centro-oriental de la República Mexicana. Su territorio abarca un área de 72,420 km², tiene una forma alargada muy irregular cuya longitud máxima es de 745 km. Colinda al norte con el estado de Tamaulipas, al poniente con los estados de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla, al sur con los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco y al oriente con el Golfo de México. Veracruz es la única entidad que cuenta con 7 de las 15 Provincias Fisiográficas, lo cual obedece a la forma y extensión alargada que caracteriza al estado. Es decir, el estado presenta grandes contrastes. Hacia la parte Este y tanto al Norte como al Sur del Estado se presenta una gran planicie cuya denominación refleja su posición geográfica Llanura Costera del Golfo de México, Norte o Sur. Ambas planicies se ven interrumpidas por la presencia de accidentes orográficos. En la del norte, se encuentra la Sierra de Tantima y Otontepec, en la región conocida como la Huasteca. Se ubica en las inmediaciones del paralelo 21° N y el meridiano 98° W y llega a tener altitudes hasta de 1,200 m. En la llanura sur al norte del paralelo 18° N, se localiza la Sierra de Los Tuxtlas, cuya orientación es noroeste-sureste, sus partes más altas llegan alcanzar altitudes de 1 750 aproximadamente.

La porción oeste del Estado es la más accidentada orográficamente. En esta se aloja la Sierra Madre Oriental, la cual entre los paralelos 16° a 18° N se extiende en dirección SE a NO. Posteriormente su dirección se torna de S a N y en las proximidades del paralelo 20° N forma una saliente que se extiende prácticamente hasta la costa que constituye una importante barrera climática.

En la parte central oeste del Estado, a la altura del paralelo 19 N se localiza el Pico de Orizaba o Citlaltépetl, el cual corresponde a la última parte del Eje Neovolcánico. En esta porción coincide dicho sistema montañoso con la Sierra Madre Oriental.

Las 7 Provincias a las que pertenece el estado son las siguientes: Cordillera Centroamericana, Eje Neovolcánico, Llanura Costera del Golfo Norte, Llanura Costera del Golfo Sur, Sierra Madre del Sur, Sierra Madre Oriental y Sierras de Chiapas y Guatemala.

Cordillera Centroamericana. Ubicada en su mayor parte en América Central, esta provincia se distingue por tener rocas ígneas intrusivas y depósitos aluviales en la llanura costera.

Eje Neovolcánico. Conocido también como Sierra Volcánica Transversal; junto con la Sierra Madre del Sur es una de las provincias con mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se extiende desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 km. Inicia en la Costa Occidental en la desembocadura del río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continua hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° N, hasta llegar al pico de Orizaba y al Cofre de Perote, alcanzando 880 km. de longitud. Esta cordillera es la más alta del país, puesto que algunas cimas se encuentran coronadas de nieve permanentemente. Limita a la Sierra Madre, Oriental y Occidental y del Sur. Esta

importante estructura determina el límite físico entre el Norte del continente y Centroamérica, así como el límite Altimétrico, orográfico y climatológico.

Llanura Costera del Golfo Norte. Esta provincia comparte territorio con Estados Unidos de América. Se extiende por las costas de Texas hasta Lousiana. En México abarca parte de los estados de Tamaulipas, Nuevo León, San Luís Potosí y Veracruz. La llanura Costera del Golfo Norte emergió en la era Cenozoica, sus llanuras están formadas por materiales marinos cubiertos por un delgado aluvión.

Llanura Costera del Golfo Sur. Esta provincia comprende las regiones costeras del sur de Veracruz y abarca prácticamente todo el estado de Tabasco; cubre algunas zonas del norte de Oaxaca, Chiapas y sureste de Campeche.

Sierra Madre del Sur. 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 2000 m 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. Es la provincia de mayor complejidad geológica. 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.

Sierra Madre Occidental. Está formada en su mayor parte por rocas ígneas extrusivas. Originalmente era una gran meseta, pero millones de años de erosión crearon un paisaje con picos, mesetas, grandes cañones y barrancas. Se extiende cerca de la costa occidental de nuestro país, con una dirección Noreste-Sureste; se inicia 50 km, al sur del límite Internacional con los Estados Unidos para terminar en el río Santiago en Nayarit y el Eje Neovolcánico. En su porción norte está más separada de la costa (300 km.); en cambio en el sur reduce su anchura y se aproxima más al mar. Su altura media es de 2 250 m. por su continuidad, sirve de barrera occidental a la Mesa del Centro.

Sierras de Chiapas y Guatemala. Situada en su mayor parte dentro del estado de Chiapas y una pequeña porción en el estado de Oaxaca, se extiende desde el límite de la Sierra Madre del Sur en Oaxaca, hasta la frontera con Guatemala, ocupa la parte sur del estado y se extiende en las proximidades del Océano Pacífico, constituyendo una divisoria de Aguas Continentales que deja al Sur sobre la vertiente del Pacífico y al Norte los Valles Centrales de Chiapas. Las cimas más sobresalientes son: Cerro de la Cruz de Piedra con 2 500 m, Cerro de San Miguel 2 800 m, Pico de Niquivil 2 700 m y Volcán de Tacaná con 4 026 m. La cima de este último es vértice del límite Internacional con Guatemala, esta provincia tiene rocas predominantemente de origen sedimentario, en especial rocas calizas, semejantes a las de la Sierra Madre Oriental.

Para la elaboración del Mapa fisiográfico del municipio de Tlacotalpan del Atlas Municipal de Riesgos del municipio en cuestión, se usó la información sobre climatología, geomorfología, edafología y uso de suelo y vegetación previamente generada. A partir de lo anterior, se definió a la morfología como el principal rasgo identificador y se delimitaron las unidades en base a las características dominantes de cada una de las variables. Como

resultado se obtuvieron cuatro unidades fisiográficas para el municipio, las cuales se describen a continuación.

Planicie detrítica inundable con uso agrícola

Es una de las principales unidades fisiográficas del municipio de Tlacotalpan. Abarca un área de 408.75 km², lo que representa el 70.89% del área municipal. Esta unidad presenta un clima cálido subhúmedo, con un paisaje caracterizado por planicies formadas por el depósito de sedimentos de origen tanto fluvial como lacustre.

A partir de esto se han desarrollado suelos arcillosos inundables de tipo Gleysol en asociación con Fluvisoles principalmente. Sin embargo, estas zonas han sido ocupadas por las actividades agropecuarias como los cultivos y los pastizales inducidos.

Planicie detrítica inundable con vegetación acuática y subacuática

Esta unidad ocupa un área dentro del municipio de 33.13 km², que representa el 5.74% del total del territorio municipal. El clima es de tipo cálido subhúmedo, con un relieve de planicies formadas por el depósito de detritos principalmente lacustres, sobre los que se forman suelos de tipo Gleysol. El tipo de vegetación en esta unidad está representado principalmente por manglares y popales.

Planicie detrítica inundable con vegetación de sabana

Se localiza hacia el noreste del municipio, en donde se encuentran las lagunas de Cañas, laguna el Reloj y laguna Fresada, cerca de la localidad de California. Abarca un área de 29.71 km², que representa el 5.15% del total de territorio municipal.

Esta unidad presenta un clima de cálido húmedo a subhúmedo, y está conformada por planicies de depósitos detríticos, principalmente de origen lacustre y en menor medida de origen fluvial. Los suelos que se desarrollan sobre esta unidad son de tipo Gleysol muy arcillosos, con vegetación de sabana.

Planicie detrítica inundable con vegetación de selva baja perennifolia

Esta unidad se encuentra de manera dispersa a lo largo del municipio debido a que corresponde con los remanentes de selva baja perennifolia que persisten al cambio de uso de suelo. En conjunto ocupan un área de 50.89 km², que representa el 8.82% del territorio del municipio de Tlacotalpan.

Se caracteriza por un clima de tipo cálido subhúmedo principalmente, con planicies formadas en mayor proporción por depósitos fluviales y en menor medida por depósitos lacustres. Los suelos que se forman en esta unidad son principalmente de tipo Gleysol, con texturas arcillosas. La vegetación que predomina es de selva baja perennifolia, la cual se caracteriza por desarrollarse en suelos sujetos a inundación.



El municipio de Tlacotalpan se encuentra en la zona baja o de emisión de la cuenca del Papaloapan, en donde el proceso erosivo dominante es la sedimentación del material transportado por los escurrimientos desde la zona media y alta de la cuenca. Debido a su red hidrográfica, en definitiva, el proceso geomorfológico dominante en el municipio es el fluvial, el cual debe su presencia a flujos de agua encauzados y semiencauzados.

En Tlacotalpan pueden encontrarse cinco unidades geomorfológicas diferenciadas por su génesis y morfología. De estas, las más extendidas son las planicies de las cuales se pueden diferenciar las planicies fluviales y las palustres, y que corresponden al relieve exógeno acumulativo. Cabe precisar que la morfogénesis de cada una responde a factores diferenciados, la planicie fluvial está relacionada con la dinámica de crecida y estiaje de las corrientes fluviales mientras que la palustre se encuentra determinada por zonas de inundación temporal o permanente, las cuales han favorecido el desarrollo de vegetación hidrófila (Mapa de vegetación y uso del suelo). Esta diferenciación otorga a las dos planicies características granulométricas diferentes y una morfoevolución particular.

Las planicies palustres se desarrollan de forma dominante en la zona cercana a la línea de costa, debido a la amplitud de los canales o cauces y en donde las dunas actúan como un dique natural, favoreciendo la inundación periódica o permanente. Por otro lado las planicies fluviales están asociadas a las corrientes hídricas, principalmente al río Papaloapan, ya que es la corriente de mayor caudal.

Perteneciente también al relieve exógeno acumulativo, se encuentran los bancos de material formados por derrubios fluviopalustres. Estos corresponden a formas positivas del relieve con poca profundidad o sobresaliendo del cauce, formados por el depósito de la carga de la corriente, a lo que sigue un crecimiento por acumulación a los lados y aguas abajo. En el municipio de Tlacotalpan se observan algunos bancos de material en los lagos cercanos a la zona de dunas, algunos de estos forman islas de material más consolidado, probablemente recrecidos alrededor de un núcleo rocoso.

Sobre el cauce del río Papaloapan, se observan igualmente varios bancos de material, debido a la abundante carga de sólidos que arrastra consigo. Algunos de estos bancos poseen grandes dimensiones, el más extenso de ellos, ubicado a la altura de la localidad La Guadalupe, posee más de 3 km². Este banco de material originó un meandro que ahora ha sido parcialmente abandonado por la corriente. Otros cauces abandonados se encuentran al sureste, cerca del cauce del río San Juan (Mapa geomorfológico), los cuales se han formado en su mayoría por estrangulamiento; estos constituyen la única geoforma denudativa del municipio.

La magnitud del caudal de algunos de los escurrimientos que recorren el municipio, sobre todo el río Papaloapan, ha originado que en mediante desbordamientos periódicos sobre la llanura formen flujos secundarios, y hagan recrecer las márgenes del cauce generando diques naturales o levées, los cuales en ocasiones pueden ser fijados posteriormente por la vegetación.

El municipio de Tlacotalpan se encuentra principalmente en un rango altitudinal de 0 a 20 metros sobre el nivel del mar, formando una extensa planicie originada por la dinámica

hidrológica. Sin embargo, fuera del territorio municipal se pueden distinguir otros rangos altimétricos, como en la región de dunas costeras, en donde se observan dunas con alturas de hasta 100 metros.

El municipio de Tlacotalpan presenta pendientes de 0 a 0.5 grados de inclinación, lo que indica que está caracterizado por un relieve principalmente plano. Las zonas con mayor pendiente se localizan fuera del municipio, en la región de las dunas costeras, en donde llegan a alcanzar un máximo de 20 grados de inclinación.

En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur y a la Subprovincia de Llanura Costera Veracruzana, La Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Sus principales ríos son el Papaloapan, río motivo del presente proyecto el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Dentro de la parte correspondiente al estado de Veracruz dominan los climas cálidos subhúmedos, sin embargo, en la región de Los Tuxtlas prevalece el cálido húmedo con lluvias todo el año. La vegetación se ajusta a estos regímenes con selva mediana subperennifolia en las zonas menos húmedas y selva alta perennifolia en las más húmedas. En la entidad esta provincia está representada por áreas que forman parte de dos subprovincias y una discontinuidad.

Subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana

Casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001 .1 7 km², que representan el 37.29% de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos, algunos de los cuales son Veracruz, Alvarado, Cosamaloapan, Tlacotalpan, Acula, Isla, Ignacio de la Llave, Juan Rodríguez Clara, Boca del Río y Otatitlán; además abarca parte de otros 26, entre los que se encuentran: Actopan, Jalcomulco, Omealca, Tezonapa, Santiago Tuxtla, Hueyapan de Ocampo, Acayucan, Sotepan, Las Choapas, Minatitlán y Coatzacoalcos. En ella están ubicadas: la cuenca baja del río Papaloapan, situada en la porción central y noroeste; y la cuenca del río Coatzacoalcos, en el sureste. Estos ríos son permanentes pero erráticos, con fuertes inundaciones en los meses veraniegos. Los escurrimientos medios anuales de sus cuencas son de 39 1 75 y 22 395 millones de m³, respectivamente, cifras que equivalen al 1 2.1 0 y 6.86% de los recursos hidrológicos del país.

De manera general esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste.

Los sistemas de topofomas del oeste inician desde la Sierra de Chiconquiaco y constan de lomeríos tendidos con cañadas. Tales cañadas tienen una disposición radial y se aproximan



a la costa, a la altura del puerto de Veracruz. Más o menos a partir de Tierra Blanca los lomeríos son muy suaves, a veces simplemente ondulados, asociados con llanuras relativamente amplias.

La llanura aluvial es angosta en el norte, con una importante área alargada de dunas costeras cerca del puerto de Veracruz. Se ensancha en forma considerable a la altura de Boca del Río, donde desemboca el Atoyac. La llanura del Papaloapan y sus afluentes es también amplia, sufre inundaciones frecuentes en el sur, en tanto que, en el norte, en la confluencia de los ríos Tesechoacan y San Juan con el Papaloapan, hay áreas de inundación permanente.

El segundo sistema de lomeríos queda al sur de la discontinuidad de la sierra de Los Tuxtlas. Son lomeríos suaves de materiales aluviales, casi todos menores de 1 00 m.s.n.m.

Existen tres llanuras entre los lomeríos, dos inundables. La del río Coatzacoalcos, con inundación permanente cerca de la desembocadura, es la de mayor extensión.

Finalmente, el Sistema Ambiental Regional se asienta sobre la topografía de la llanura aluvial costera inundable en elevaciones que oscilan entre el nivel del mar y los 5 msnm. Esto se puede verificar en las siguientes tablas e imágenes.

Tabla IV. 6. Fisiografía del Sistema Ambiental Regional.

PROVINCIA FISIAGRÁFICA	SUBPROVINCIA FISIAGRÁFICA	TOPOFORMAS	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Llanura Costera del Golfo Sur	Llanura Costera Veracruzana	Llanura aluvial costera inundable	739.34	100.00%
Total			739.34	100.00%

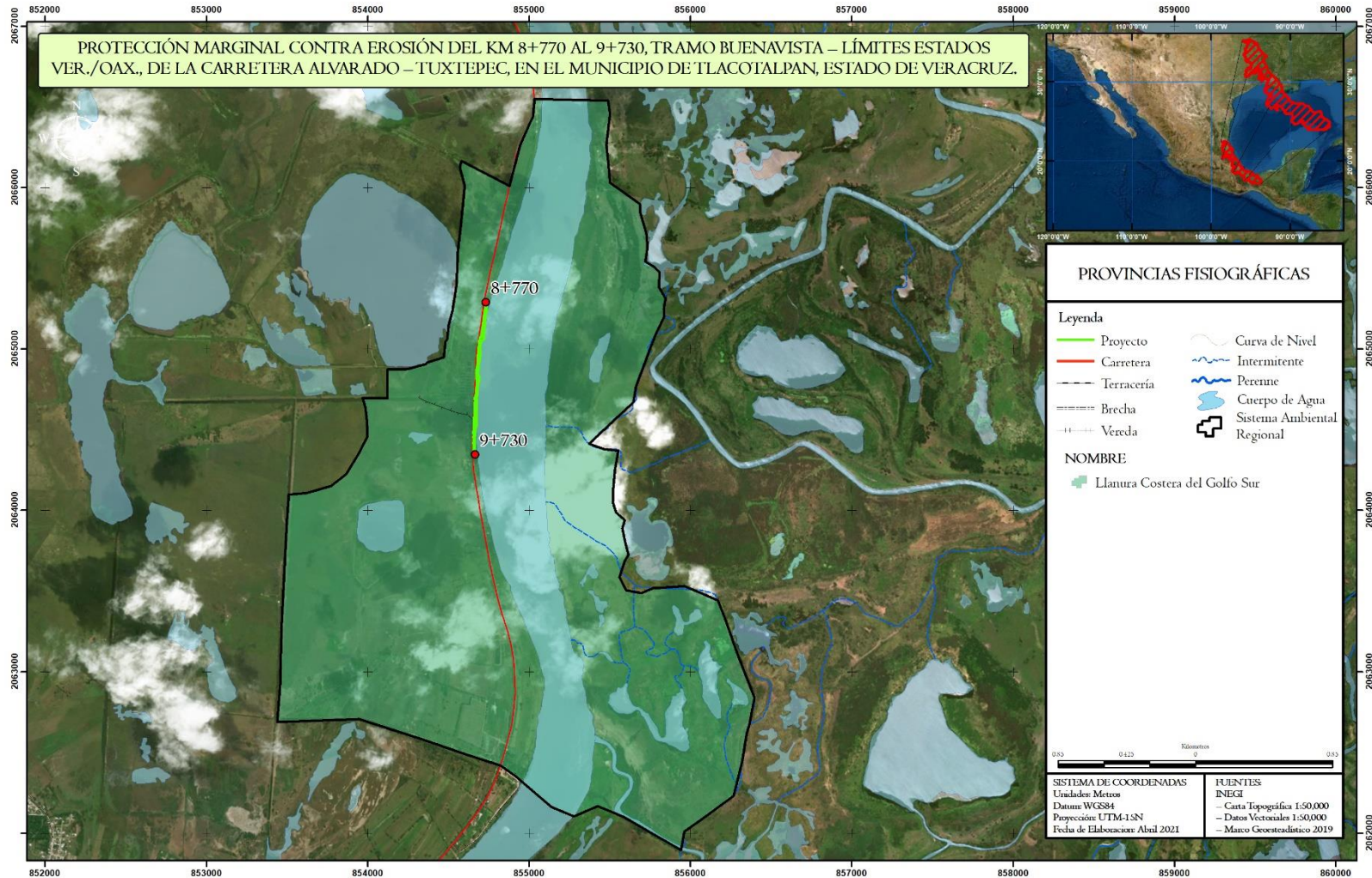


Imagen IV. 15. Provincias Fisiográficas del Proyecto



En la imagen capturada desde dron se puede observar la topoforma designada como llanura aluvial costera inundable.

Llanura



En la imagen capturada desde dron se puede observar la topoforma designada como llanura aluvial costera inundable.

Llanura

Imagen IV. 16. En las Fotografías se puede observar la complejidad de topoformas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

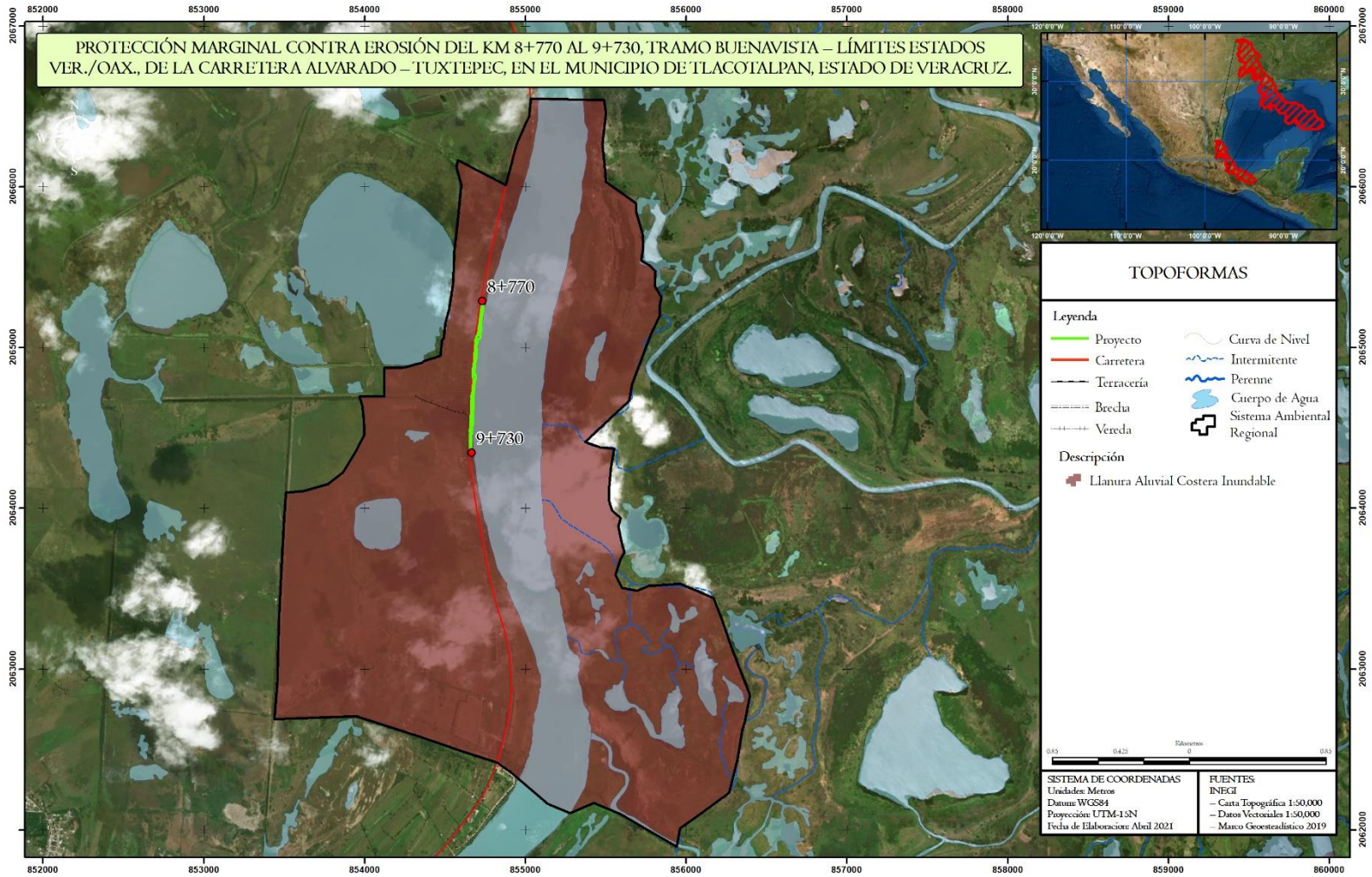


Imagen IV. 17. Topografías presentes en el área del Proyecto

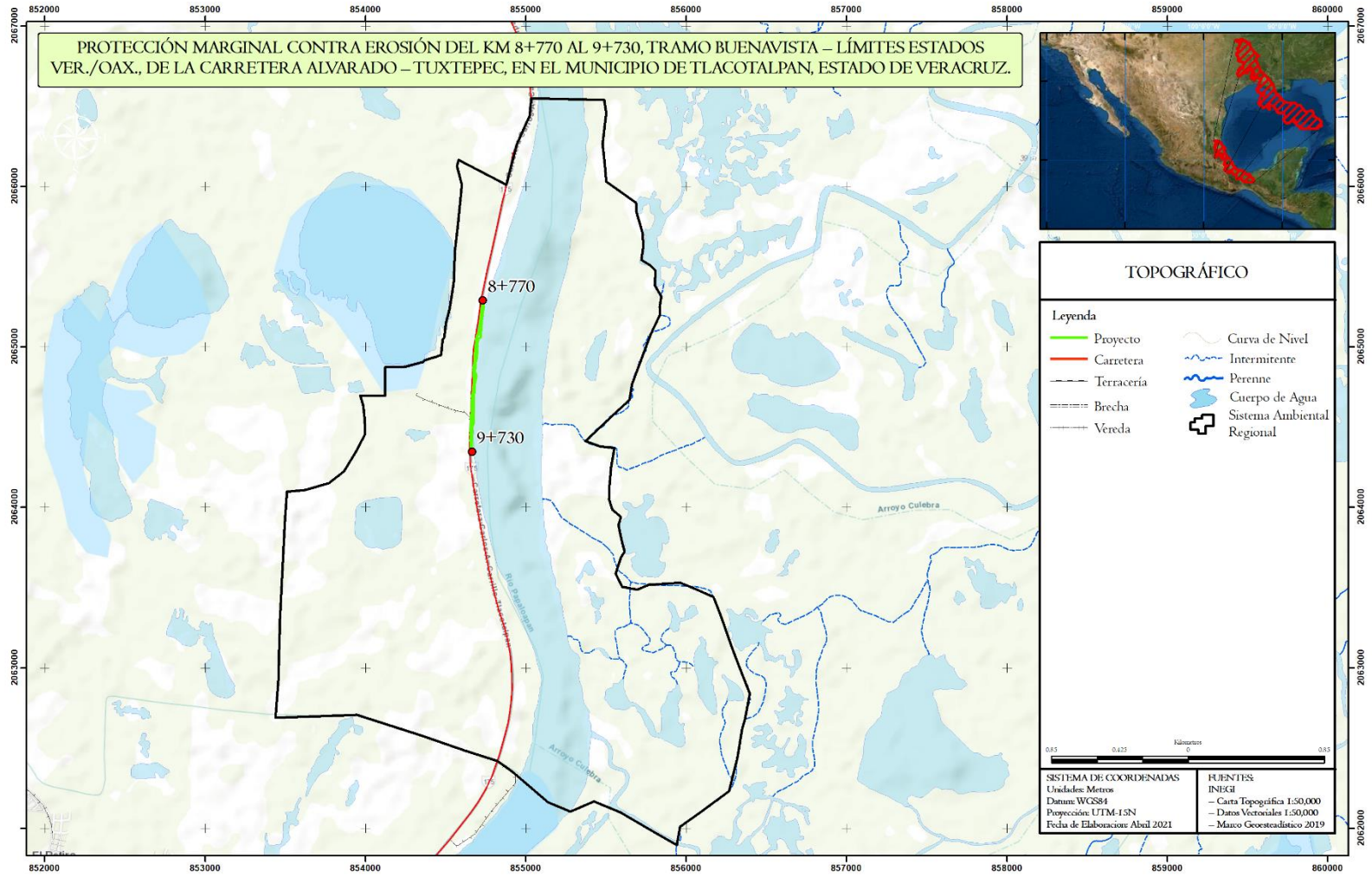


Imagen IV. 18. Topografía presente en el área del proyecto

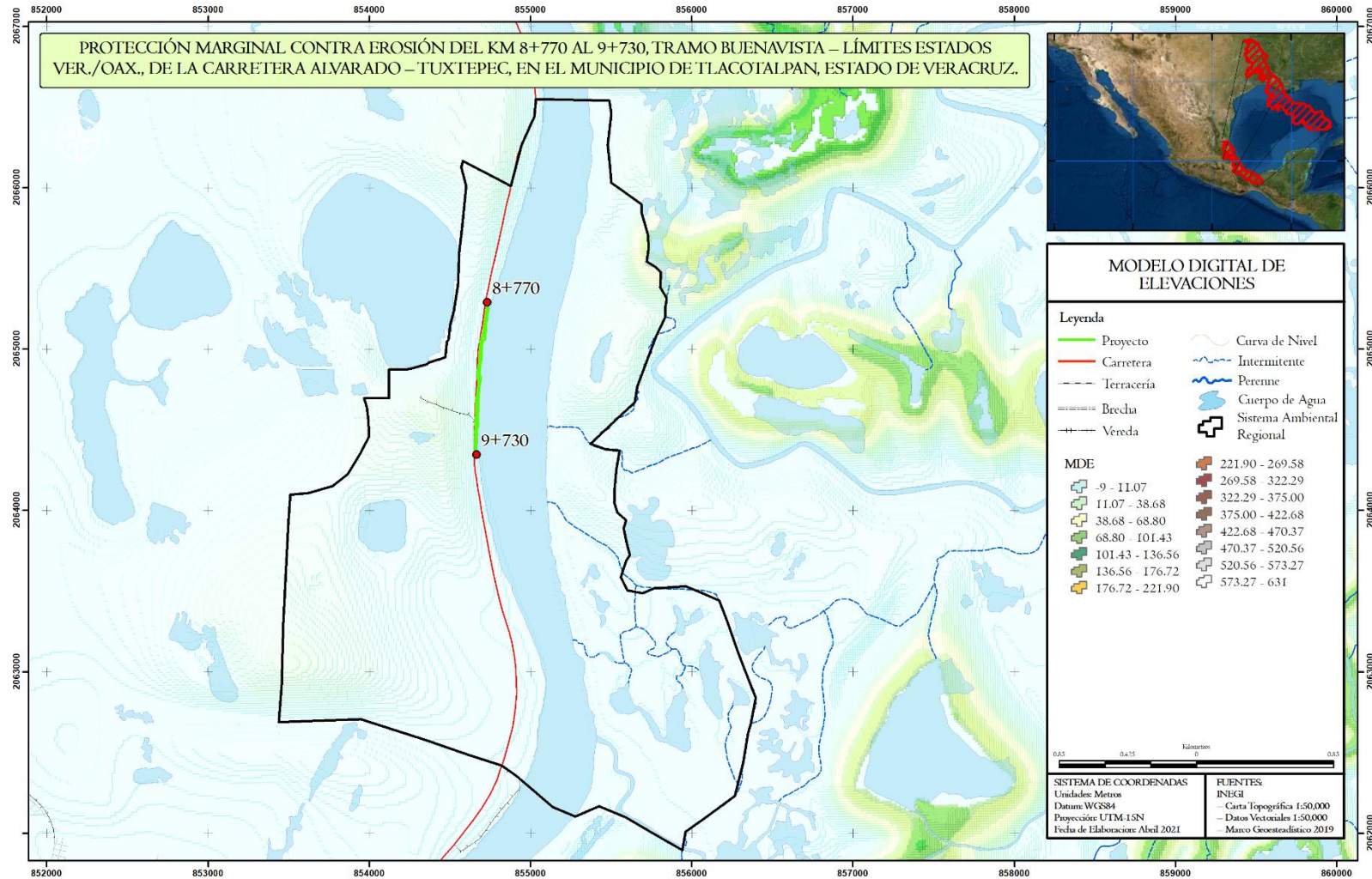


Imagen IV. 19. Modelo Digital de Elevaciones del área del proyecto

Geología

La historia geológica de las rocas más antiguas que afloran en el estado de Veracruz comenzó desde la era Paleozoica y ellas son producto de un acontecimiento de dimensiones globales, resultante del choque de las masas continentales que posteriormente formarían el supercontinente llamado *Pangea*. Esta colisión provocó la construcción de la cordillera *Marathon-Ouachita* en el límite de los períodos Pérmico-Triásico, la cual se extiende a lo largo de la región oriental de los Estados Unidos hasta el Norte de México.

Durante el Triásico comienza a imperar un ambiente de distensión provocado por la apertura del Golfo de México, como consecuencia del inicio de la separación de *Pangea*. Esta etapa inicia con la formación de un *rift* continental en la parte sur de la placa norteamericana, que culminó con la separación de las placas africana y sudamericana, dando lugar al nacimiento del océano Atlántico.

En México, esta ruptura continental provocó desplazamientos que desarrollaron una morfología de fosas y pilares. En un principio, los bajos topográficos (fosas) fueron rellenados por depósitos continentales formados por abanicos aluviales y depósitos de pie de monte.

Durante el Jurásico medio comenzó una transgresión proveniente del este, del llamado mar de *Tethys*. Las depresiones que se formaron durante la apertura del Golfo de México permitieron esta incursión marina con el sucesivo depósito de potentes secuencias evaporíticas en los bordes. Mientras que los altos topográficos (pilares) fueron las fuentes de aporte de material sedimentario. Para este momento, el ambiente continental que prevaleció de otras épocas comenzaba a ser un ambiente marino.

A medida que avanzó la transgresión, las aguas oceánicas inundaron las islas remanentes, conformando zonas de profundidades someras, lo cual facilitó el desarrollo de plataformas marinas que en la actualidad constituyen grandes volúmenes de rocas almacenadoras de hidrocarburos. En términos geológicos, estas estructuras se conocen como las plataformas de Tuxpan, Córdoba, Tampico-Misantla y San Luis-Valles (Ortuño-Arzate *et al.*, 2003; Carrillo-Bravo, 1971).

En la medida en que el nivel del mar ascendía, las aguas someras se volvían más profundas. Este avance paulatino culminó en el Cretácico Superior, cuando todos los altos topográficos quedaron totalmente sumergidos.

En el límite de los periodos Cretácico Superior y Terciario, el choque entre las placas de Farallón y de Norteamérica originó la Orogenia Laramide. Como consecuencia de esto, en la parte occidental del país se emplazó un arco volcánico que formó las grandes provincias ignimbríticas de la Sierra Madre Occidental. Mientras que, en la porción oriental del territorio, los efectos de dicha orogenia deformaron los sedimentos marinos y provocaron su levantamiento, formando así lo que actualmente es la Sierra Madre Oriental, la cual constituye un cinturón plegado y fallado con orientación noroeste-sureste. Este evento tuvo como consecuencia el cambio de ambiente marino a continental.

En el Paleoceno, la región continental estuvo sometida a esfuerzos corticales y a una intensa erosión de la Sierra Madre Oriental, los sedimentos originados se distribuyeron en forma de abanicos submarinos que rellenaron las cuencas terciarias, formando así la planicie costera del Golfo de México, la cual fue cubierta por la última trasgresión marina.

Durante el Mioceno Medio aparecen los primeros signos del vulcanismo originado por la subducción de la placa del Pacífico por debajo de la placa Norteamericana, lo cual dio origen a la formación de la Faja Volcánica Transmexicana (FVTM). Esta provincia geológica atraviesa al país en su parte central con una orientación este-oeste (Demant y Robin, 1975). En el sector oriental de la FVTM, este vulcanismo quedó de manifiesto con la construcción de la Sierra de Chiconquiaco, Palma Sola, los estratovolcanes Pico de Orizaba, Cofre de Perote, Las Cumbres y La Gloria, así como los campos monogenéticos de los Tuxtlas y Xalapa y las calderas de los Humeros y Chiconquiaco.

Por último, la cordillera formada por los grandes estratovolcanes Cofre de Perote-Pico de Orizaba, aporta una gran cantidad de sedimentos volcanoclásticos, los cuales se encauzan a lo largo de los ríos que desembocan en el Golfo.

El municipio de Tlacotalpan, Veracruz, se ubica en la provincia Llanura Costera Veracruzana, y se encuentra embebido en la cuenca del río Papaloapan. Su geología está intrínsecamente relacionada con la evolución tectónica del Golfo de México que ocurre desde el Triásico Superior con la ruptura del supercontinente Pangea y que continúa con la sedimentación de diversas Formaciones sobre las cuales sobreyacen las unidades litológicas que se encuentran en el municipio.

En Tlacotalpan se diferencian dos unidades litológicas, ambas del Holoceno, los sedimentos palustres y los aluviales, cuyo origen ha sido favorecido por la planicie que domina el municipio y la constante aportación de agua que ha originado zonas de inundación periódica.

Los primeros están relacionados con zonas inundadas permanente o intermitentemente, las cuales han permitido el desarrollo de la vegetación y la constante aportación de materia orgánica; en Tlacotalpan los sedimentos palustres se componen principalmente de granos de limo y arcilla de color oscuro y de olor fétido debido a la eutrofización de la materia orgánica y están relacionados a zonas cubiertas por manglares o popales (Mapa de vegetación y uso del suelo).

Las zonas cubiertas por sedimentos aluviales corresponden a áreas de aportación de material detrítico, arenas y limos principalmente, depositado por la dinámica de la red de drenaje detrítica, que alimenta al río Papaloapan, alrededor del cual se extiende la mayor parte de la planicie aluvial, debido a las dimensiones de su caudal.

La región de la Provincia Llanura Costera del Golfo Sur en la que se asienta el Sistema Ambiental Regional se encuentra ubicada en rocas del Jurásico Superior, el cual está representado por calizas de color gris oscuro depositadas en ambiente de cuenca; pertenecen a la Formación Chinameca y afloran al este de la localidad del mismo nombre. Del Cretácico Inferior se encuentran las calizas de plataforma de la Formación San



Ricardo, que presentan una morfología de sierras bajas, sobreyacen de manera concordante a las rocas del Jurásico Superior y afloran en las márgenes del río Uspanapa. Sobre las calizas de la Formación anterior descansan concordantemente las rocas calcáreas del Cretácico Superior, depositadas en un ambiente de plataforma de aguas relativamente profundas. Estas se correlacionan con la Formación Caliza Sierra Madre, su morfología es de montañas con desarrollo cársico, afloran también en las márgenes del río Uspanapa. El Eoceno está representado por una secuencia en la cual predominan las lutitas, que en ocasiones son arenosas, intercaladas con areniscas de grano fino, depositadas en mares profundos. Su coloración es gris azulosa, verde y parda. Está incluida dentro de las Formaciones Aragón, Guayabal, Chapopote y Lutitas Nanchitai. Su contacto inferior es discordante con las calizas del Cretácico Inferior y Superior. Su morfología es de lomeríos de pendientes suaves. Aflora al sureste de Peña Blanca y de Estación Jesús Carranza. Del Oligoceno aflora la unidad de lutitas y areniscas que se depositaron en aguas profundas. Las lutitas son homogéneas, compactas, de coloración oscura (gris, azul, verde y negro). Se encuentran intercaladas con areniscas calcáreas y arenas no consolidadas; también existen algunas intercalaciones de tobas y conglomerados. Corresponde a las Formaciones Horcones y La Laja; sus contactos litológicos inferior y superior se encuentran en aparente concordancia con las unidades del Eoceno y Mioceno, respectivamente. Su expresión morfológica es de lomeríos bajos de pendientes suaves. Aflora en la localidad de Estación Almagres, al sur de Cahuapa y al sureste de Estación Jesús Carranza. Los depósitos del Mioceno sobreyacen en aparente concordancia a las rocas del Oligoceno y están representados por las unidades de lutita-arenisca-conglomerado, arenisca-conglomerado y arenisca, las cuales pertenecen a las Formaciones Depósito, Encanto, Concepción, Filisola y Paraje Solo. Las lutitas son arenosas, bien consolidadas y en ocasiones mal estratificadas, de colores gris y gris azulado. Las areniscas son calcáreas, de grano fino, en estratos cuyo espesor varía de 10 a 30 centímetros, de color gris y gris amarillento. Los conglomerados están formados por gravas provenientes de material volcánico, su matriz es calcárea, son de color gris con tonos amarillentos. También existen algunas intercalaciones de tobas y arenas no consolidadas. En esta provincia los depósitos están ampliamente distribuidos, su expresión morfológica es de pequeños montículos y de planicies. Se localizan en las localidades de Acayucan, Minatitlán, Xochiapa y Estación Jesús Carranza. La unidad de conglomerados del Terciario que se distribuye al oeste de la ciudad de Veracruz es de origen continental y está constituida por clásticos de rocas preexistentes. Cubre discordantemente a rocas sedimentarias marinas del Terciario, su expresión morfológica es de lomeríos de pendientes suaves. Las manifestaciones volcánicas se iniciaron en el Terciario Superior y culminaron en el Cuaternario. Están representadas por derrames de basaltos de olivino y basaltos andesíticos, así como por brechas y cenizas volcánicas de composición básica. Los afloramientos de rocas volcánicas se distribuyen en el área de Los Tuxtlas, donde su expresión morfológica de volcanes y prominencias topográficas contrastan con la llanura costera. Los suelos son los que ocupan la mayor extensión de esta provincia, están formados por material erosionado de las rocas preexistentes, el cual se deposita en las partes bajas como relleno de valle y en los deltas de los ríos. Su granulometría es variada, va desde gravas y arenas hasta arcillas y limos. Los hay lacustres, palustres, eólicos, litorales, aluviales. Estos suelos forman los depósitos



más recientes (Cuaternario) y se distribuyen en las localidades de Veracruz, Cosamaloapan, Villa Azueta y Coatzacoalcos, entre otras.

El Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto subyace en suelos aluviales del Cenozoico del Cuaternario. Esto se puede verificar en el mapa de geología correspondiente.

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.

Tabla IV. 7. Geología presente en el Sistema Ambiental Regional

CLAVE	CLASE	TIPO	ERA	SISTEMA	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
Q(s)	Suelo	No aplica	Cenozoico	Cuaternario	739.34	100.00
Total					739.34	100.00

La geología del área del proyecto se asienta completamente sobre suelo aluvial. Esto se puede verificar en los siguientes mapas:

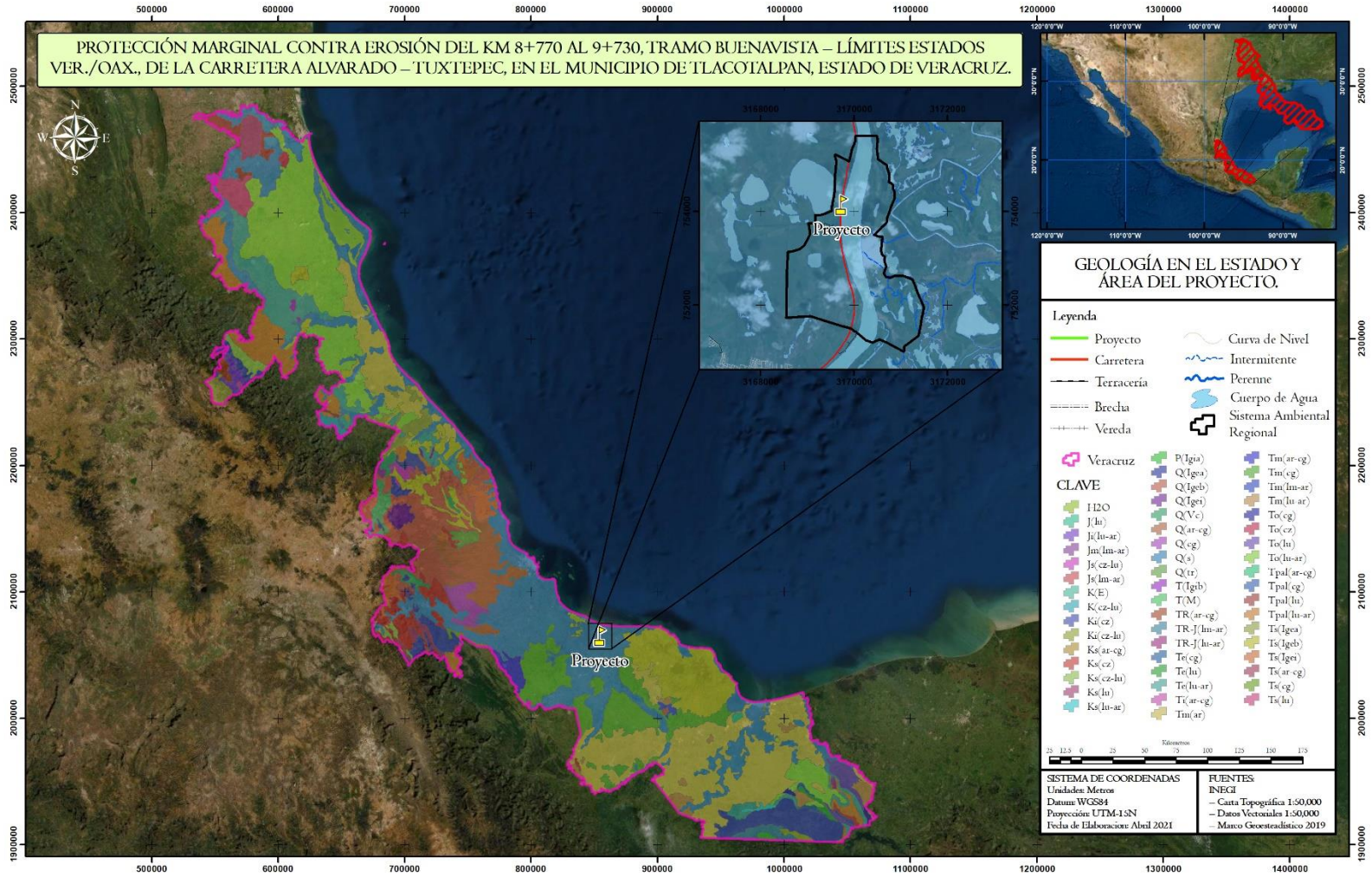


Imagen IV. 20. Geología de Veracruz

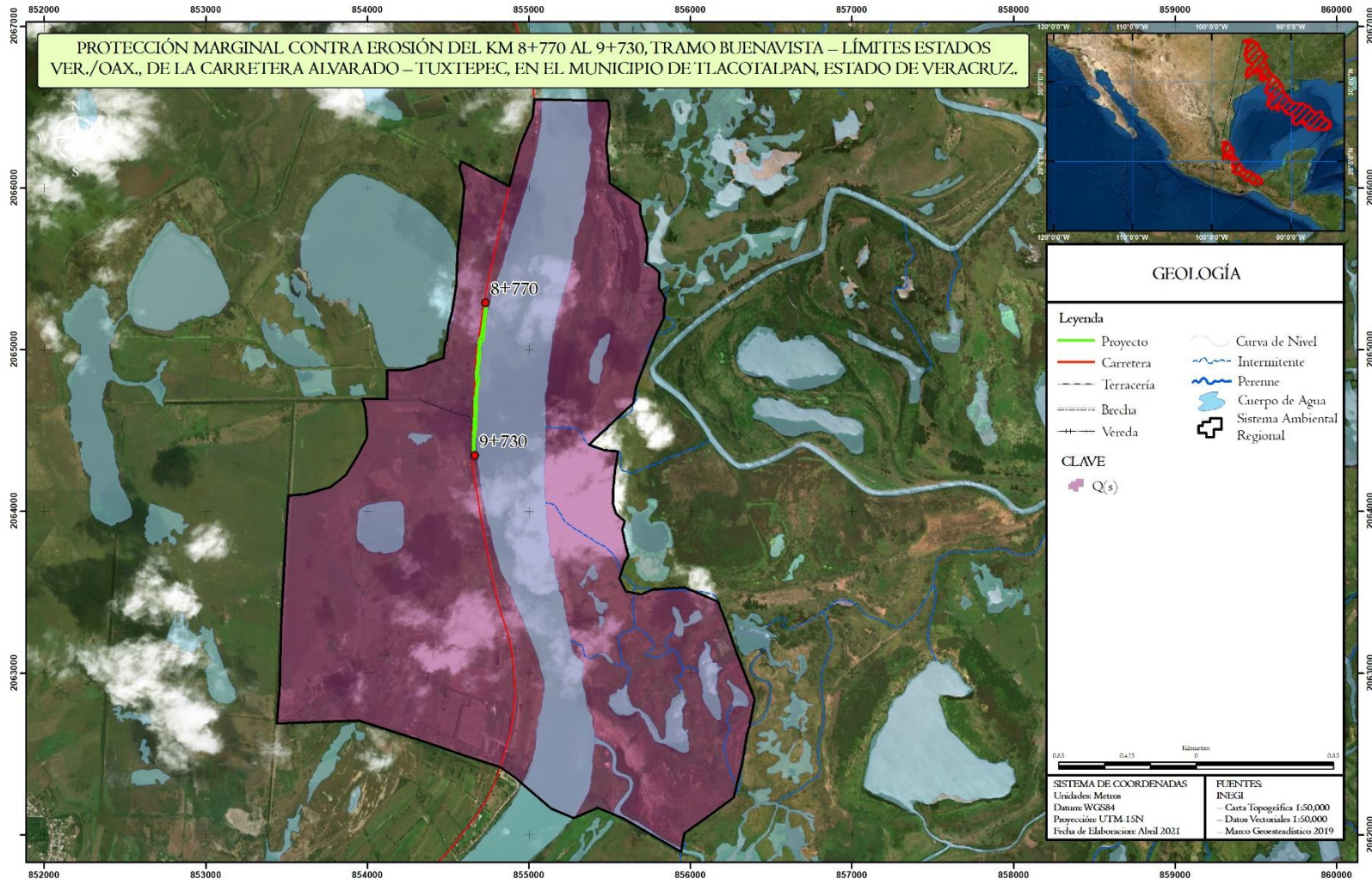


Imagen IV. 21. Geología presente en el área del proyecto

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.

En el Estado de Veracruz se tienen tres de las cuatro zonas sísmicas de la República Mexicana Zonas A, B, y C, en éstas los sismos generalmente son de baja frecuencia y magnitud, en términos de la actividad sísmica nacional registrada. Por otra parte, la ocurrencia de un evento sísmico de magnitud importante, ya sea regional o distante, principalmente proveniente de los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas o Puebla, incluso del Golfo de México pueden llegar a provocar afectaciones menores a moderadas, con base en las escalas de medición de Mercalli (intensidad). Con lo anterior es posible reconocer que la zona de mayor probabilidad de afectación por un sismo de magnitud importante es la región Sur del Estado, por lo que las medidas preventivas deberán considerarse particularmente en esa zona. Aunque históricamente el centro de la Entidad es el que ha sido la mayormente afectado como se explica más adelante. Los sismos tienen asociados a sus efectos un sinnúmero de fenómenos sobre el entorno físico (deslizamientos de taludes, avalanchas de lodo, desvío de cauces de ríos, etc.), económico (pérdidas materiales y humanas a causa de derrumbes de estructuras, líneas vitales, etc.) y social (impacto social y psicológico en general y en especial a los núcleos más vulnerables de la población) de las áreas urbanas.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen la zona sobre la que se asienta el Sistema Ambiental Regional del Proyecto se trata de la zona B, la cual es considerada como una zona intermedia, donde no tan frecuentemente, se registran sismos; o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

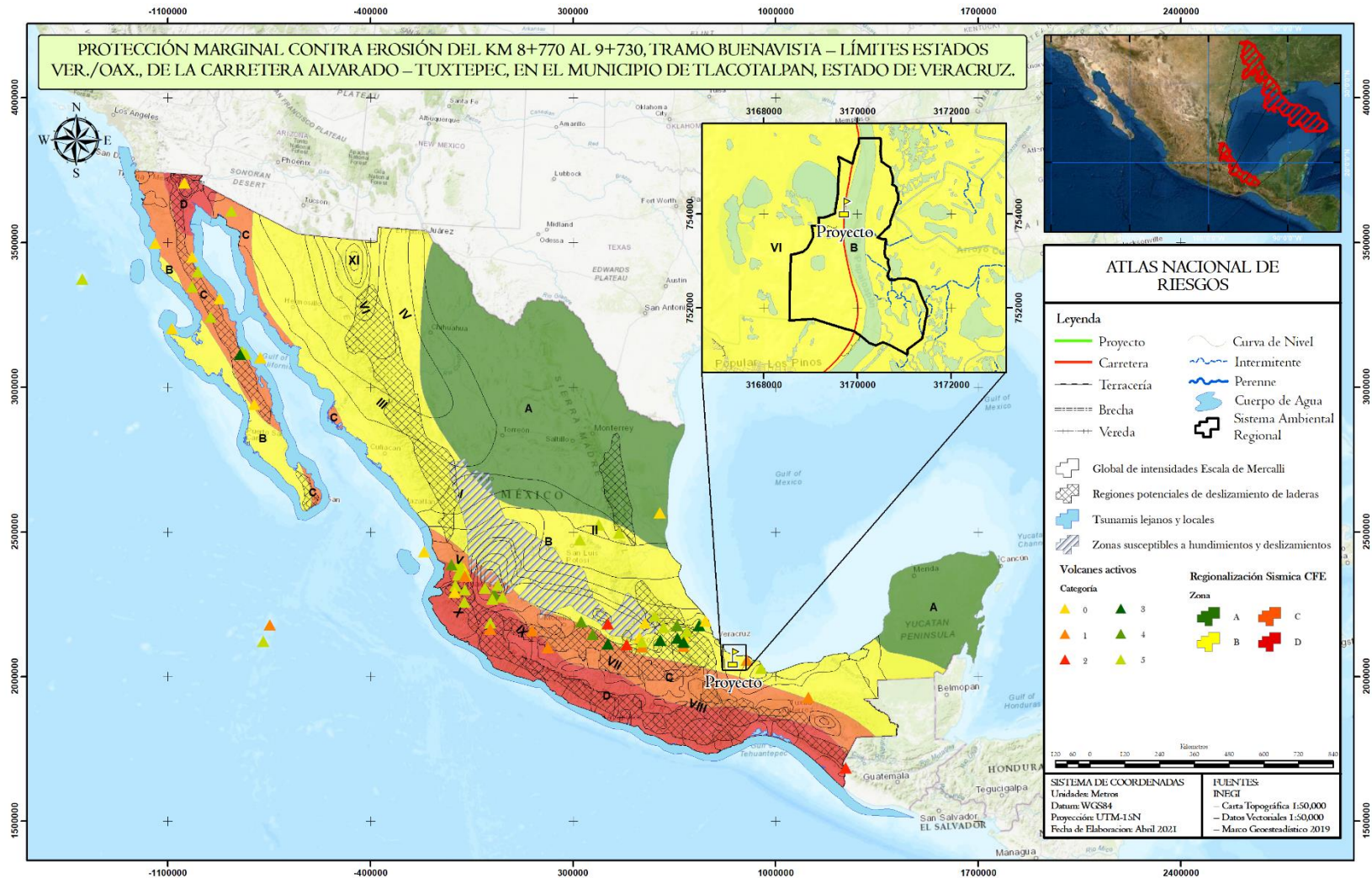


Imagen IV. 22. Regionalización sísmica presente en el área del proyecto

IV.2.1.1.3. Suelo.

En Veracruz las condiciones de temperatura y precipitación han ocasionado un fuerte intemperismo en las rocas sedimentarias, relativamente suaves, y aun en las ígneas, de tal manera que dominan los suelos profundos sobre los limitados por rocas a menos de un metro de profundidad. Por otra parte, el relieve predominantemente llano ha dado lugar a que los procesos de evolución de los suelos sean lentos, por lo que el 70% de los mismos son jóvenes (en su mayoría arcillosos), pues no han perdido gran cantidad de sus nutrientes naturales. Estos se distribuyen por todo el estado, en tanto que los suelos maduros, en los cuales la pérdida de elementos esenciales para la nutrición de las plantas ha sido considerable, se concentran en el sureste y representan el 30% restante. Entre las características principales de los suelos jóvenes está el contar con un horizonte A que sobreyace directamente a la roca, o bien al horizonte B cámbico, que es una capa ya diferenciada del material de origen. Además, en ocasiones tienen un horizonte C o capa mineral que se supone dio origen a los suelos existentes sobre él

A partir de la información elaborada y presentada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el Conjunto Nacional de Datos Vectoriales de Edafología escala 1:250000 serie II, de la carta Coatzacoalcos, clave E1504 lo anterior se identificaron tres tipos de suelos dominantes en el municipio que son el **Gleysol**, **Vertisol** y **Phaeozem**.

Gleysol

Los Gleysoles son el suelo con mayor extensión tanto en el municipio como en la zona colindante. Ocupa el 88.75% del área total del municipio de Tlacotalpan y se caracteriza por presentar una textura de tipo fina o arcillosa. De manera general, los Gleysoles se forman sobre materiales no consolidados recientes, principalmente en los de origen fluvial, marino y lacustre, en relieves planos y depresiones. Estos suelos se asocian principalmente a zonas de inundación, debido a que se caracterizan por un estado de saturación durante largos periodos por la presencia de aguas freáticas.

Uno de los principales problemas para el manejo de este tipo de suelos es la necesidad de instalar un sistema de drenaje de canales profundos para disminuir la saturación hídrica. Los Gleysoles drenados adecuadamente pueden usarse para cultivos arables e incluso horticultura. Sin embargo, no es recomendable laborearlos cuando están bajo condiciones de alta saturación o en zonas de depresión, debido a que eventualmente volverán a inundarse, por lo que es mejor conservarlos con su cubierta forestal.

Cabe mencionar que los Gleysoles en el municipio de Tlacotalpan presentan también características de suelos de tipo Vertisol y Fluvisol principalmente, cuya característica es que han estado fuertemente influenciados por el agua. Este tipo de suelos se forman también sobre terrenos deprimidos o planos, a partir de material no consolidado, lo cual determina que la textura dominante sea de fina o arcillosa.

Finalmente, de acuerdo a lo registrado por el INEGI en el Conjunto Nacional de Datos Vectoriales de Edafología, dentro del municipio existen Gleysoles con altas concentraciones de sales solubles, condiciones sobre la cual es común encontrar

vegetación de manglar (Mapa de vegetación y uso del suelo). Los Gleysoles con estas características tienen poco valor agrícola, por lo que generalmente son usados para pastoreo extensivo, sin embargo, es recomendable conservar la vegetación nativa, especialmente tratándose de manglares.

Vertisol

Los Vertisoles son el segundo suelo dominante dentro del municipio, aunque tan sólo ocupan el 1.74% del total del área municipal. Se localizan en la zona oriental, hacia la localidad de La Esperanza, cerca de la Laguna Michapite. Presentan una textura fina y elementos de suelos de tipo Gleysol y Phaeozem.

De manera general, los Vertisoles se desarrollan en depresiones y zonas llanas a onduladas, y se caracterizan por contener una alta proporción de arcillas expandibles, lo cual los hace susceptibles a las inundaciones y de difícil manejo, debido a que cuando se secan forman grietas profundas desde la superficie hacia abajo. Debido a esto, uno de los principales peligros asociados a este tipo de suelos, además de las inundaciones, son los agrietamientos en construcciones y obras por la capacidad expansiva de las arcillas (IUSS Grupo de Trabajo WRB, 2007).

No obstante, los Vertisoles tienen un considerable potencial agrícola, si se manejan adecuadamente. Por ejemplo, el cultivo de algodón tiene un buen desempeño sobre este tipo de suelos, debido a que su sistema radicular vertical no se daña severamente por los agrietamientos, a diferencia de por ejemplo sistemas forestales. Sin embargo, las prácticas de manejo deben enfocarse principalmente al control del agua, en combinación con la conservación o mejora de la fertilidad.

Phaeozem

Los Phaeozems son suelos oscuros ricos en materia orgánica que se desarrollan sobre material no consolidado, sobre tierras llanas a onduladas. Son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas, sin embargo, la erosión tanto eólica e hídrica son peligros serios. Estos suelos ocupan una mínima porción dentro del territorio municipal, con menos del 1% del total del área total, pero son más representativos en la zona colindante del municipio, localizándose hacia el noreste y suroeste de la región.

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 las 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)
 1. y/o aluminio (Al) juega un rol principal en su formación: *Andosoles*, *Podzoles*, *Plintosoles*, *Nitisoles* y *Ferralsoles*.
 2. Luego sigue un conjunto de suelos con agua “colgada”: *Planosoles* y *Stagnosoles*.
 3. 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*.
 4. El conjunto siguiente comprende suelos de regiones secas con acumulación de yeso (*Gipsisoles*), sílice (*Durisoles*) o carbonato de calcio (*Calcisoles*).
 5. Luego sigue un conjunto de suelos con un subsuelo rico en arcilla: *Albeluvisoles*, *Alisoles*, *Acrisoles*, *Luvisoles* y *Lixisoles*.
 6. 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. 8. 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

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, Hidrágico 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 intergrado 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). Háptico 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.

El Sistema Ambiental Regional presenta una clase de suelo. La asociación de suelos con mayor predominancia se trata del suelo con clave Gv+Ge+Vp/3, es decir Gleysol vértico-Gleysol eutricto-Vertisol pélico de textura fina con 570.78 hectáreas que corresponden con el 77.20% del SAR, este tipo de asociación de suelos se localiza en un dos grandes mosaicos, uno al poniente y el otro al oriente del Sistema. Sobre esta asociación de suelos se desarrollaron originalmente los tulares que actualmente muestran un gran impacto con un completo cambio de uso de suelo hacia el agropecuario con grandes extensiones de ganadería. Mientras que el 22.80% restante, es decir 168.56 hectáreas se tratan del Río Papaloapan. Todo esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 9. Tipos de suelos en el Sistema Ambiental Regional.

Clave	Suelo 1	Subsuelo 1	Suelo 2	Subsuelo 2	Textura	Entidad	Área (Has)	Porcentaje (%)
Gv+Ge+Vp/3	Gleysol	vértico	Gleysol	eutricto	Fina	Unidad edafológica	570.78	77.20%
H2O	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Cuerpo de agua	168.56	22.80%
Total							739.34	100.00%

Fotografía IV. 1. Suelos gleysoles

En las fotografías anteriores capturadas durante la visita de campo se puede observar el tipo de suelo designado como Gleysol que prevalece en el proyecto, sobre los cuales se asienta el pastizal cultivado y la carretera pavimentada del presente proyecto.

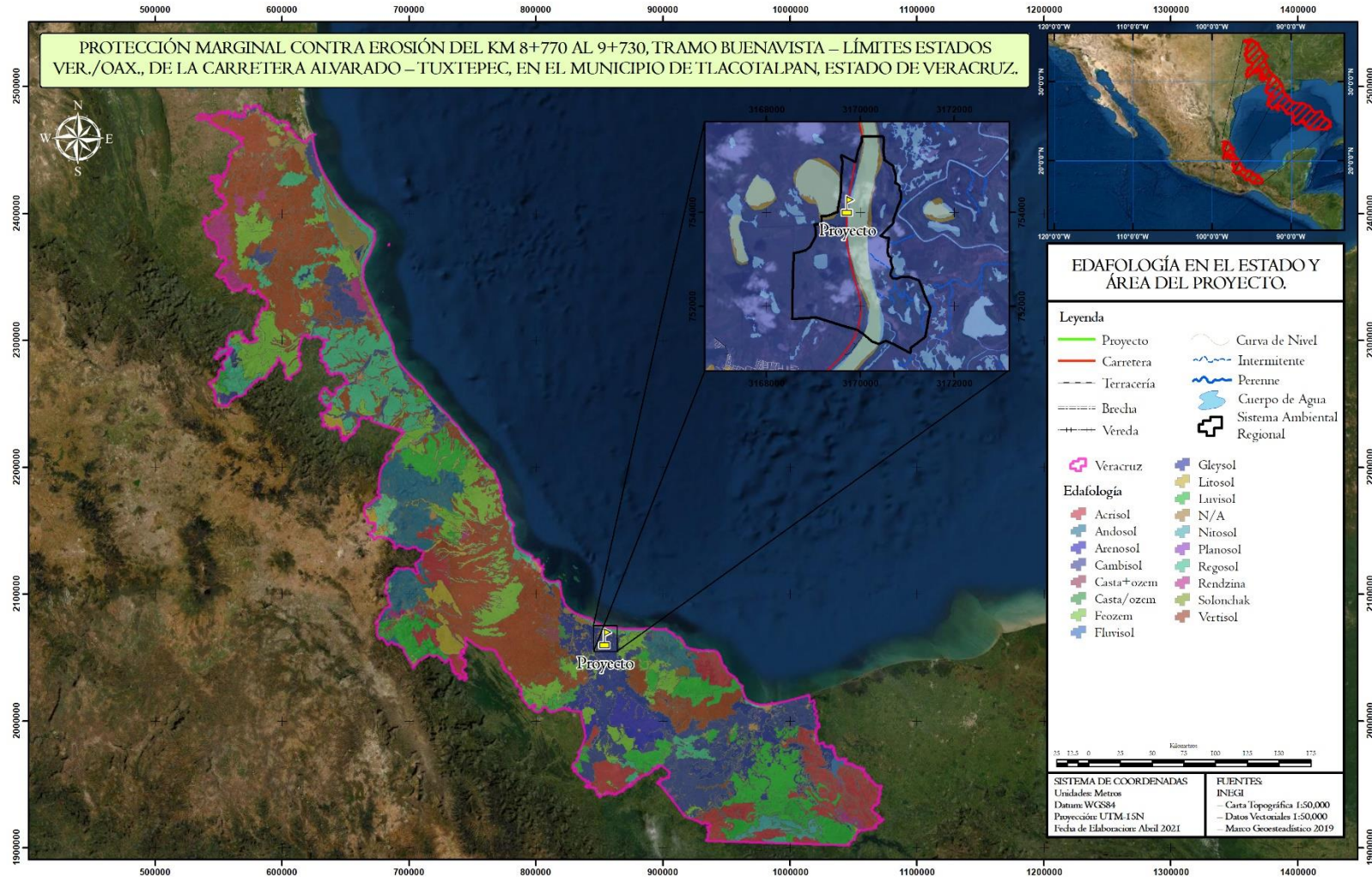


Imagen IV. 23. Edafología de Veracruz

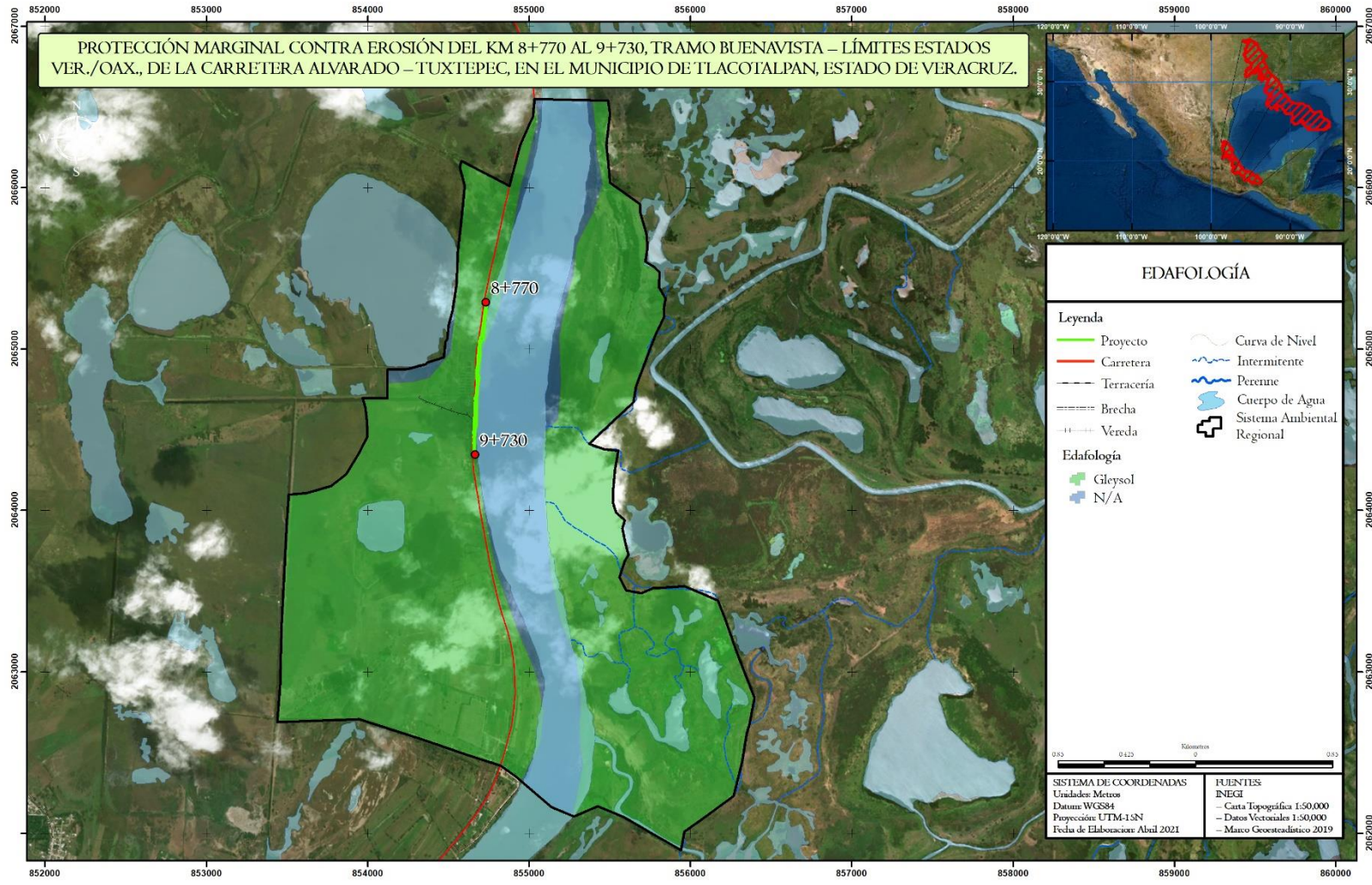


Imagen IV. 24. Edafología del Sistema Ambiental Regional

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-Rio 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.

Todas las corrientes que surcan el territorio de Veracruz, con excepción de los pequeños arroyos localizados en la ladera occidental del Cofre de Perote, pertenecen a la vertiente del Golfo de México.

De acuerdo con la división en regiones hidrológicas, elaborada por la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en la entidad hay áreas que forman parte de cinco regiones hidrológicas, con las cuencas de varios ríos importantes en cuanto a su longitud y caudal, entre los cuales cabe mencionar los ríos Panuco, Tuxpan, Cazonas, Nautla, Antigua, Jamapa, Papaloapan y Coatzacoalcos, todos con escurrimiento medio anual superior a los 40 m³/seg. en su desembocadura'1».

Por lo que respecta a los almacenamientos superficiales de agua dulce sólo la Laguna de Catemaco es importante.

El potencial acuífero subterráneo de Veracruz está íntimamente relacionado con la porosidad y permeabilidad de los suelos y rocas presentes. Dicho potencial, aunque no ha sido evaluado en su totalidad, se considera suficiente para cubrir las demandas de agua para los diversos usos de la población estatal. Las zonas con mayor potencial acuífero se ubican en la Llanura Costera del Golfo Sur, debido a la predominancia de unidades geohidrológicas formadas por materiales granulares de permeabilidad media y alta. En la Llanura Costera del Golfo Norte el potencial es menor pues las unidades más abundantes son de materiales rocosos con permeabilidad baja, dispuestas en secuencias estratigráficas arcillo-arenosas, formadas de manera progradante con un gradiente estructural y topográfico que produce condiciones adversas para la infiltración y almacenamiento de agua. De acuerdo con los estudios realizados por la SARH, la mayor parte de los acuíferos se encuentran subexplotados, con excepción de los que se localizan en las inmediaciones del puerto de Veracruz, ya que estos se hayan sobreexplotados.

Con el fin de proteger y prolongar la existencia del recurso agua, tanto superficial como subterráneo, la SARH ha decretado vedas del tipo elástico para que su uso sea bajo su control.

Región Hidrológica "Papaloapan"

Esta región abarca gran parte de la porción centro-sur de Veracruz, las corrientes que la integran tienen una disposición radial y paralela, controlada por algunas elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (el Cofre del Perote y el Pico de Orizaba), así como por otros aparatos volcánicos y sierras plegadas, compuestas por rocas sedimentarias marinas. Las cuencas que la conforman son: "Papaloapan" y "Jamapa". La primera es una de las tres más importantes del país. Su corriente principal – el río Papaloapan– tiene su origen en las serranías oaxaqueñas, donde los ríos Tonto y Santo Domingo son los formadores principales. El río Jamapa, escurrimiento del cual toma el nombre la cuenca, nace en las faldas del Pico de Orizaba con la denominación de río Pantepec. De las estaciones hidrométricas ubicadas en esta región hidrológica, 37 quedan dentro de Veracruz y reportan un gasto medio de 68.01 m³/seg,4), es decir, el 11.37% del gasto total. En la zona norte de la región se encuentra establecido el distrito de riego "La Antigua y Actopan", que se abastece de los ríos Jamapa, San Juan Pancaya, Santa María y Actopan.

Para el municipio de Tlacotalpan, Veracruz el INE en el 2010 consideró que se encuentra en la cuenca del Río Papaloapan y el SIATL considera 3 subcuencas que inciden en el territorio municipal, Río Tesechoacán, Río Papaloapan y Río Camarón.

Se realizó, también, una modelación de flujos para determinar la acumulación y escurrimientos relacionado con la topografía y generar las microcuencas dentro del territorio municipal, así como la dirección de los escurrimientos. Se encontraron 5 microcuencas, tomándose como cauce principal al Río Papaloapan que disecciona al municipio.

La primera de estas microcuencas se encuentra al norte del municipio en las localidades de El Estero y La Providencia y pertenece a la subcuencas del Río Papaloapan, y contempla a la Laguna Cerro del Gato que se encuentra en el municipio colindante de Alvarado, la siguiente microcuenca cubre casi por completo el este del municipio tomando en cuenta el Río San Juan el cual tiene como afluentes a el Río Martinela, arroyo Caño el Carrizo y Arroyo la Cocina, esta pertenece también a la subcuenca del Río Papaloapan. En el norte centro se encuentra otra microcuenca que contempla a la Laguna la Natilla y a la localidad de Boca de Paredes y pertenece a la subcuenca del Río Tlacotalpan. La última de estas microcuencas se encuentra hacia el oeste del municipio y pertenece a la subcuenca del Río Camarón, contempla al Río Chiquito y varias lagunas como Laguna los Amates.

A partir de un método indirecto y semi-empírico de cálculo del Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural, según lo estipulado en el Apéndice Normativo "A" de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 sobre conservación del recurso agua, que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2002). Amén de la información de tipo de suelo (edafología) y de vegetación y uso de suelo generados para la zona de Tlacotalpan, se calcularon los coeficientes de escurrimiento. Posteriormente con la información sobre la precipitación media acumulada anual, se calculó el Volumen

de Escurrimiento Medio Anual Natural. Finalmente, en base a esta información, se determinaron las zonas de los ciclos de recarga relacionadas con el ciclo del agua.

Como resultado se obtuvieron volúmenes de escurrimiento desde 0 m³ hasta 1,150 m³, los cuales fueron agrupados de la siguiente manera:

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 0 m³ a 50 m³**

Estas condiciones de escurrimiento se localizan principalmente hacia la región de las dunas costeras, donde los suelos son permeables y el tipo de vegetación (selva baja caducifolia) permite la intercepción del agua precipitada, por lo que el escurrimiento superficial resulta muy bajo, a pesar de que la precipitación media acumulada anual en esta zona es del orden de 1,600 mm a 1,700 mm. Estas condiciones de escurrimiento no se encuentran dentro del área del municipio de Tlacotalpan.

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 50 m³ a 100 m³**

Este volumen de escurrimiento se presenta en dos zonas distintas con características particulares, pero que finalmente determinan el mismo volumen de escurrimiento. Por un lado se encuentra una zona que está ubicada hacia norte, fuera del municipio, en la región de las dunas costeras, con suelos permeables y vegetación de tipo halófitas, características que determinan que haya una gran capacidad de infiltración, a pesar de la gran cantidad de precipitación en la región, que es del orden de los 1,600 mm a 1,700 mm.

Por otro lado, se encuentra otra zona que está ubicada al sur y suroeste, con una porción dentro del área municipal, que presenta características de suelos casi impermeables y un uso de suelo dominante por cultivos y pastizales inducidos, lo que favorece un alto coeficiente de escurrimiento. Sin embargo, la poca cantidad de precipitación media acumulada anual en esta zona, que es menor a 1,200 mm, determina que el volumen de escurrimiento sea bajo. Esta zona representa el 4.32% del territorio municipal, y está ocupada por las localidades de El Vergel (La Berenjena), Chapultepec (Chapultes), Los Jobos Altos (Sal si puedes), El Limón (San José de Cházaro), Chinalco y San Agustín.

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 100 m³ a 150 m³**

Estas condiciones de escurrimiento se localizan principalmente al sur y suroeste, hacia la región de la laguna San Pedro en lo que respecta al municipio de Tlacotalpan. Presenta condiciones de suelos casi impermeables, uso de suelo dominante por cultivos y pastizales inducidos, así como una precipitación media acumulada anual entre 1,200 mm a 1,400 mm. Representa el 17.75% del territorio municipal y se encuentra en la región de las localidades de Remolino de Paván, San Bernardo, San José de Cházaro, Antón Vicente, La Patrona, Alicia Auirre Rodríguez, Santa Julia, El Zapote, El Ciruelo, Casas Viejas, El Bajo, Santo Cristo, Palo Alto (Barranca del Limón) y Rancho Bonito (Casa Blanca).

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 150 m³ a 200 m³**

Estas condiciones de volumen de escurrimiento se presentan en zonas con características de suelos casi impermeables, uso de suelo dominante por pastizales inducidos, pero

también con presencia de elementos de vegetación de selva baja perennifolia, y una precipitación media acumulada anual de entre 1,400 mm a 1,600 mm.

En el mapa se pueden identificar de manera general tres zonas claramente delimitadas: una hacia el suroeste, fuera del municipio; y las otras dos hacia la zona centro y norte, dentro del municipio de Tlacotalpan, la cual ocupa el 33.75% del total del área municipal. En esta zona se encuentran a las localidades de Isleta del Gavilán, Pérez y Jiménez, Doña Celia, La Barranca, Pueblo Nuevo, San Jerónimo, San Antonio, Remolino de Aguilera, Buen País, Paván, Laguna Verde, El Súchil Dos, La Candelaria, El Súchil Uno, Rodolfo Muñoz Montalvo, Lina Aguirre Pérez, El Marqués, Las Canillas, La Paz, La Esperanza, Santa Rosalía, Tierra Nueva, Mata de Chile, El Jarocho y Loma de Chumiapa.

- **Volumen Medio Anual de Esgurrimiento Natural de 200 m³ a 250 m³**

Estas condiciones de escurrimiento se presentan principalmente hacia la zona norte y oriente del municipio. Es una zona claramente definida en el mapa, que representa el 30.33% del total del área municipal, y es donde se encuentra la cabecera municipal de Tlacotalpan, así como las localidades de: El Estero, La Punta del Dormido, La Providencia, Cerro de la Calaverna, La Paloma, Los Cocos, Mundo Nuevo, El Rincón de Gertrudis, María Ofelia, María Elvira, California, La Calaverna, David Zamudio Mora, Samuel Zamudio Mora, Arroyo de la Barranca, Los Amates, El Espinal, Fuente Bella, Boca de Paredes, San Joaquín, El Paraíso, San Ruperto, San Francisco de los Cocos, Playa de la Gloria, La Quinta María, Ejido El Saladito, La Candelaria, Milpero, San Rafael, La Mulata, San Pablo, Santa Rita, Playa de Las Águilas, Boca Martintela, Mata de Caña, La Cerquilla, El Volantín, La Guadalupe, La Magdalena, La Providencia, Santa Fe, San Pedro, El Jobo, La Herradura, El Piotitán, El Pepe, Barranca de Limón, La Corriente, El Maneadero, El Hornero, Bodeguillas, La Puente, Palma Sola, Cerro Grande, La Esperanza, Boca del Barco, Cerro de la Gallarda, La Gallarda, Seis de Enero, Boca de San Antonio, La Vuelta de San Mateo, Boca Nueva, San Isidro, El Zapotal, Hacienda Vieja, Boca de Tecomate, San Julián y Boca de San Miguel.

Esta zona se caracteriza por suelos casi impermeables como uso de suelo dominante de cultivos y pastizales inducidos, así como vegetación de selva baja perennifolia y de sabana. Además, presenta un régimen de precipitación media acumulada anual de 1,600 mm a 1,900 mm.

- **Volumen Medio Anual de Esgurrimiento Natural de 250 m³ a 300 m³**

Estas condiciones de escurrimiento se encuentran principalmente hacia la zona oriente, fuera del área municipal. Pero también se encuentra una pequeña zona con estas características dentro del municipio, ubicada entre las lagunas de La Natilla y Fresada. Sin embargo, esta zona tan solo representa el 0.48% del total del área municipal.

Dentro del municipio, esta zona presenta condiciones de suelos casi impermeables con vegetación de tipo sabana y precipitación media acumulada anual de 1,700 mm. Pero fuera del municipio estas características cambian, ya que este régimen de escurrimiento se presenta hacia la zona de colinas que se localiza al oriente del municipio, en donde la precipitación llega a oscilar entre los 1,900 mm y los 2,200 mm.

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 300 m³ a 350 m³**

Estas condiciones de volumen de escurrimiento en términos generales ya no se encuentran dentro del municipio, pero tienen una gran influencia sobre este, ya que es el escurrimiento que viene desde la zona de colinas ubicada en la porción oriente de la región colindante del municipio. En esta zona la precipitación llega a ser de 2,200 mm a 2,400 mm con suelos casi impermeables y uso de suelo predominante por cultivos.

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 350 m³ a 400 m³**

Este volumen de escurrimiento está principalmente determinado por la precipitación de la zona, la cual es de 2,400 mm a 2,500 mm, y al igual que las zonas anteriores, también se presentan condiciones de suelos casi impermeables y uso de suelo dominante por cultivos y pastizal inducido.

- **Volumen Medio Anual de Escurrimiento Natural de 400 m³ a 1,150 m³**

Estas condiciones de escurrimiento están determinadas principalmente por el tipo de vegetación, que se caracteriza por zonas de popal y manglares, las cuales se localizan generalmente cerca de las lagunas y que representa el 5.68% del área del municipio de Tlacotalpan.

En términos generales, se puede observar en el mapa que el escurrimiento tiene un comportamiento relacionado con la precipitación principalmente. De esta manera, los mayores volúmenes de escurrimiento provienen de la región de la Sierra de Los Tuxtlas debido a la cantidad de precipitación que se presenta en esta región.

Finalmente, para determinar las zonas de recarga y del ciclo del agua, se usó la información relativa a las provincias fisiográficas y a los volúmenes de escurrimiento, a partir de lo cual se definieron cuatro zonas:

- **Zona de infiltración**

Corresponde a la zona de las dunas costeras, las cuales presentan condiciones de alta infiltración principalmente por el tipo de suelo dominante.

- **Zona de escurrimiento**

Se localiza hacia la región de las colinas ubicadas en la porción oriente del mapa, fuera del municipio. Esta zona es por donde escurren los mayores volúmenes de escurrimiento calculados para la región, debido a que es la zona donde mayor precipitación existe.

- **Zona de recepción**

Esta zona es donde se encuentra principalmente el municipio de Tlacotalpan. Se caracteriza por ser una zona de planicie, en donde es concentrada el agua que precipita o que escurre desde otras zonas, y que finalmente pasa a formar zona de acumulación o cuerpos de agua.

- **Zona de acumulación**



Estas zonas corresponden a la definida anteriormente con volúmenes de escurrimiento de 400 m³ a 1,150 m³, que son zonas donde por el tipo suelo y de vegetación (popal y manglar), el suelo se mantiene saturado o inundado casi permanentemente, por lo que se definieron como zonas de acumulación.

- Zona de evaporación

Estas zonas son principalmente los cuerpos de agua, sean escurrimientos, lagunas o el propio Golfo de México, los cuales son fuentes naturales de evaporación.

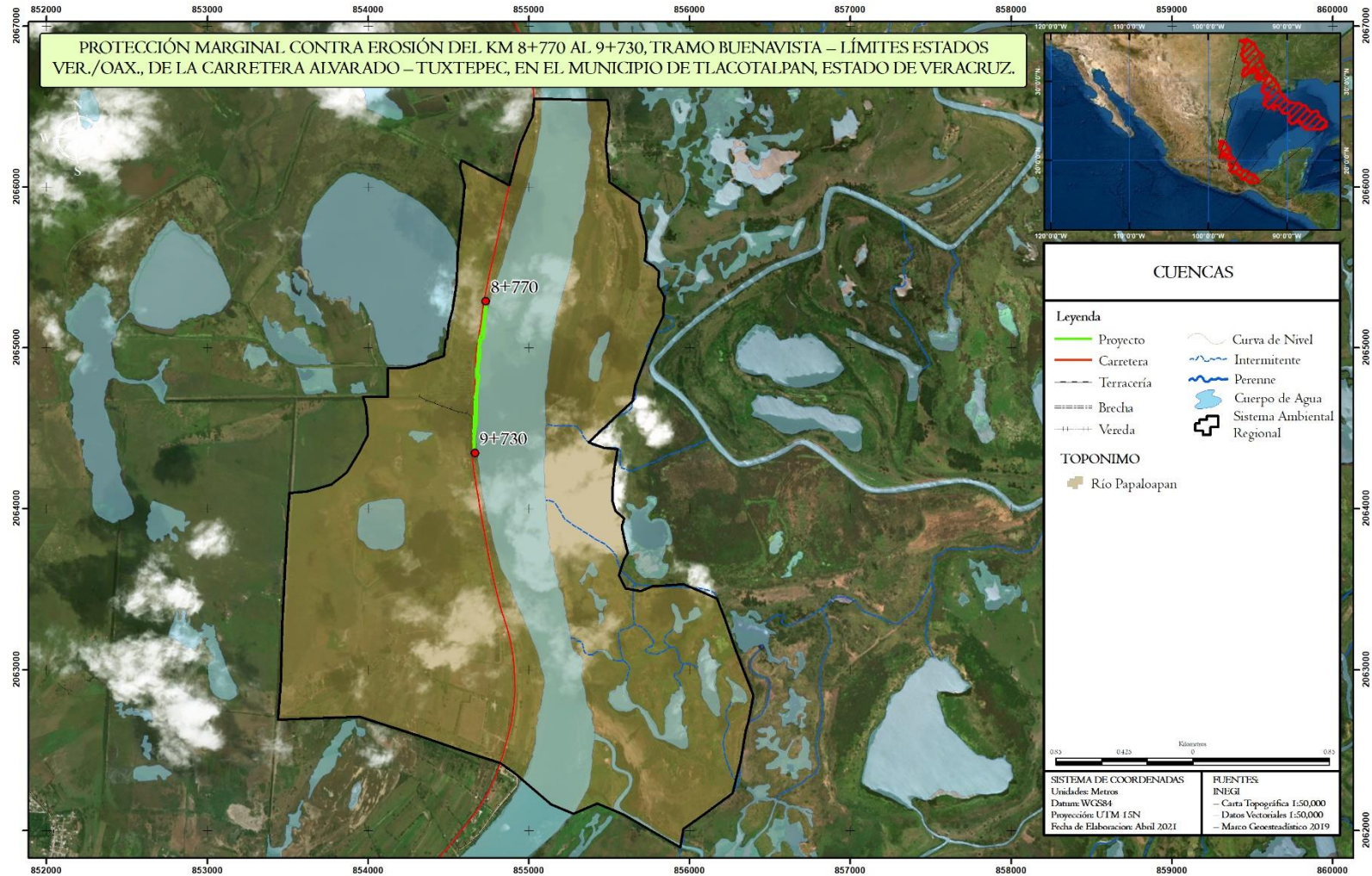


Imagen IV. 25. Cuencas Hidrológicas del Proyecto

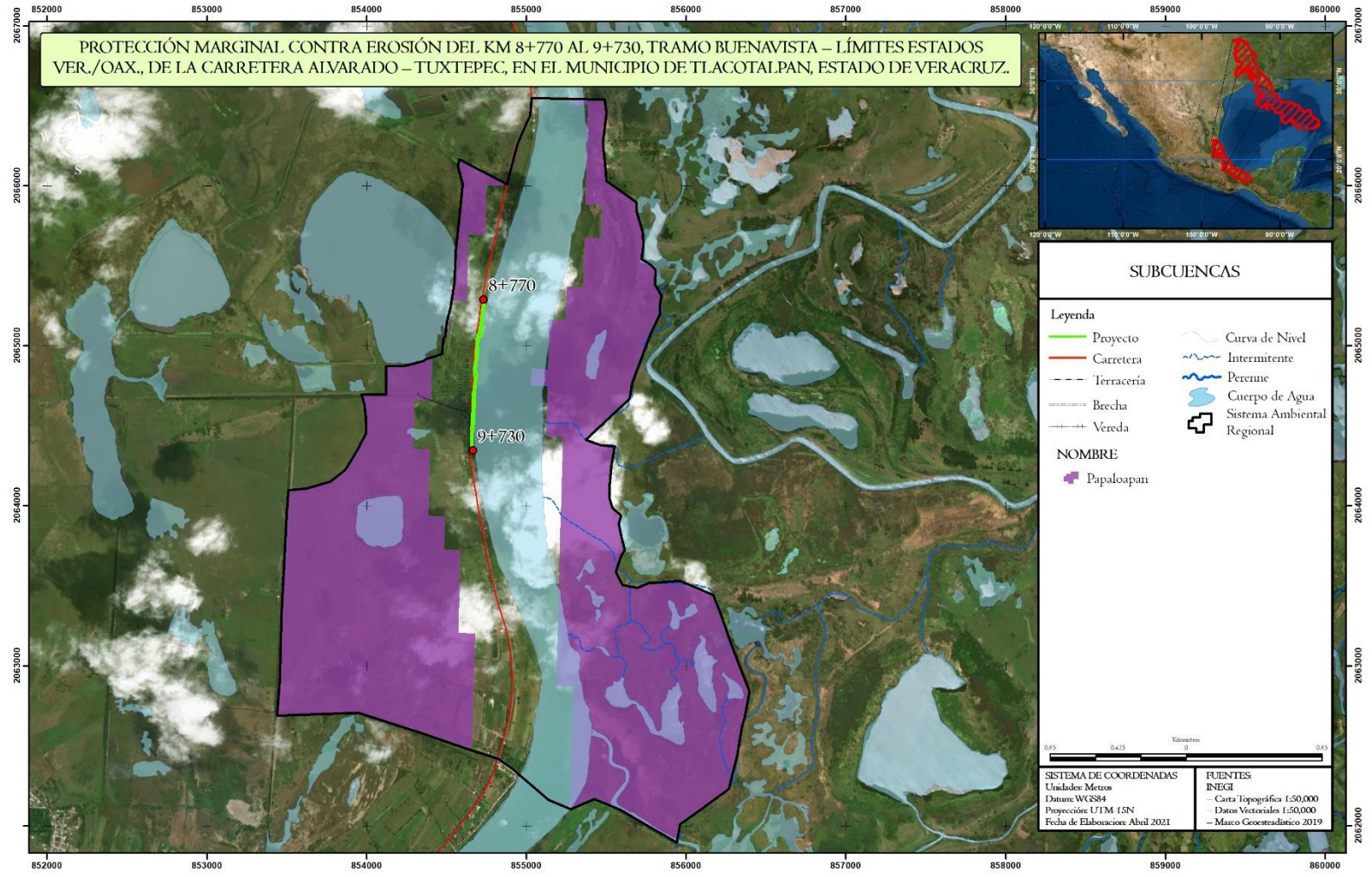


Imagen IV. 26. Subcuencas Hidrológicas del Proyecto

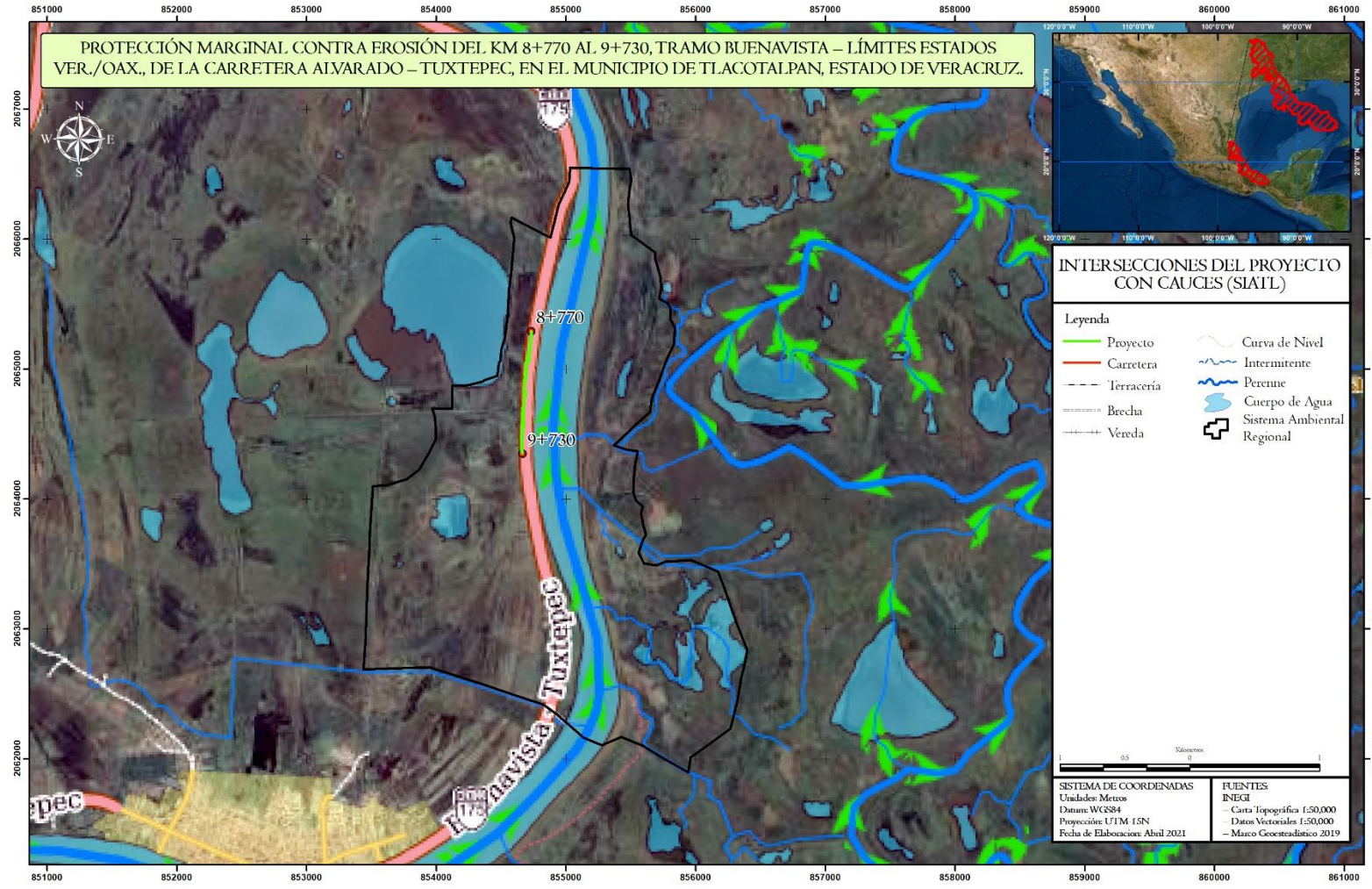


Imagen IV. 27. Simulador de flujo de agua de cuencas hidrológicas

RÍO PAPALOAPAN

La cuenca del Río Papaloapan, por su configuración topográfica y múltiples ríos tributarios, históricamente ha sido propensa a las inundaciones como consecuencia de la creciente del río. El presente estudio pretende la protección marginal contra erosión hidrológica causada por el río antes mencionado, esto entre el km. 9+000 y km. 10+000 de la carretera Buenavista - Lím. Ver./Oax., carretera Alvarado - Tuxtepec. Por lo cual se realiza un análisis en el simulador de flujos de agua de cuencas hidrológicas a continuación:

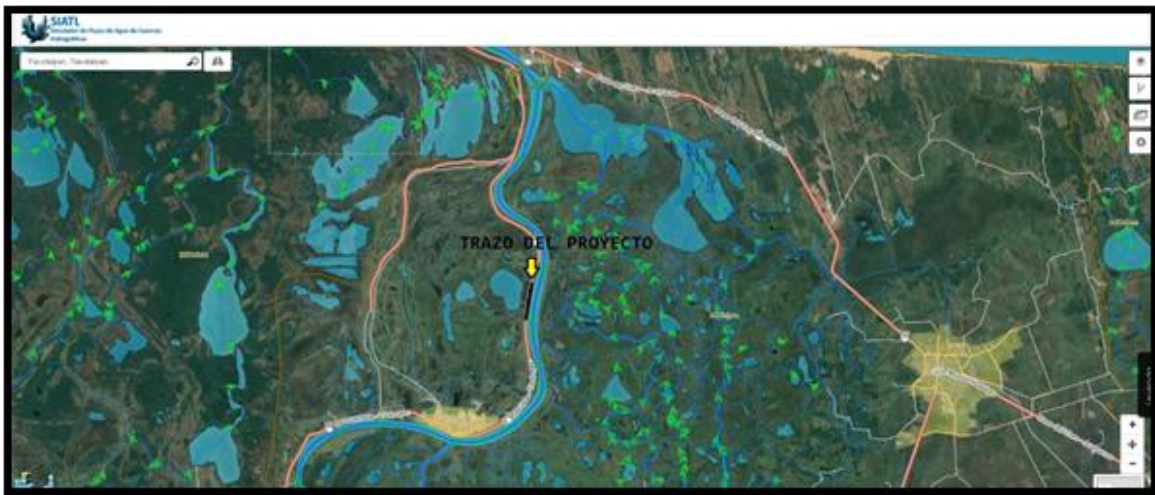


Imagen IV. 28. Trazo del Proyecto en el Río Papaloapan.

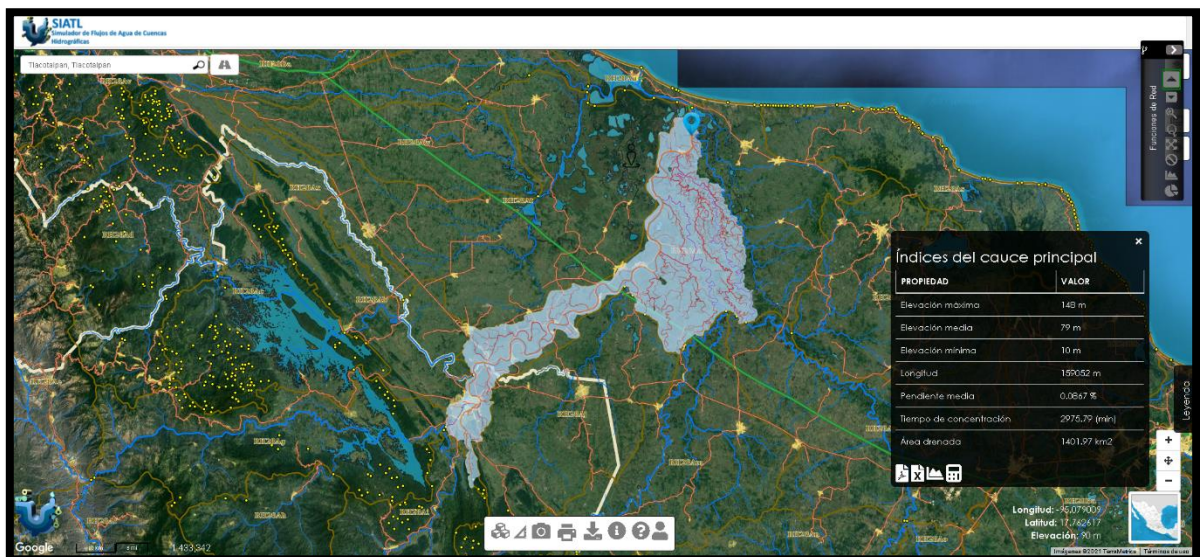


Imagen IV. 29. Cuenca para el Río Papaloapan.

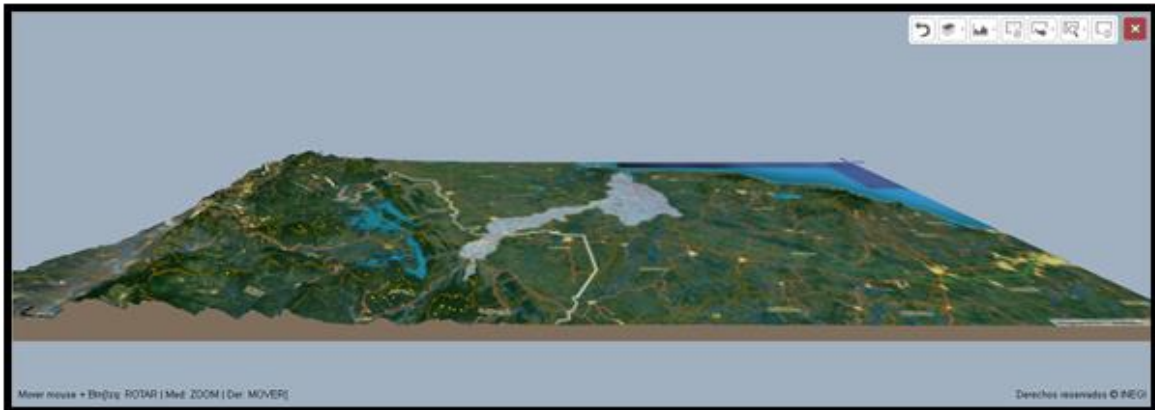


Imagen IV. 30. Modelado en tercera dimensión de la cuenca para el Río Papaloapan.

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 317.77 mm como se muestra en el gráfico.

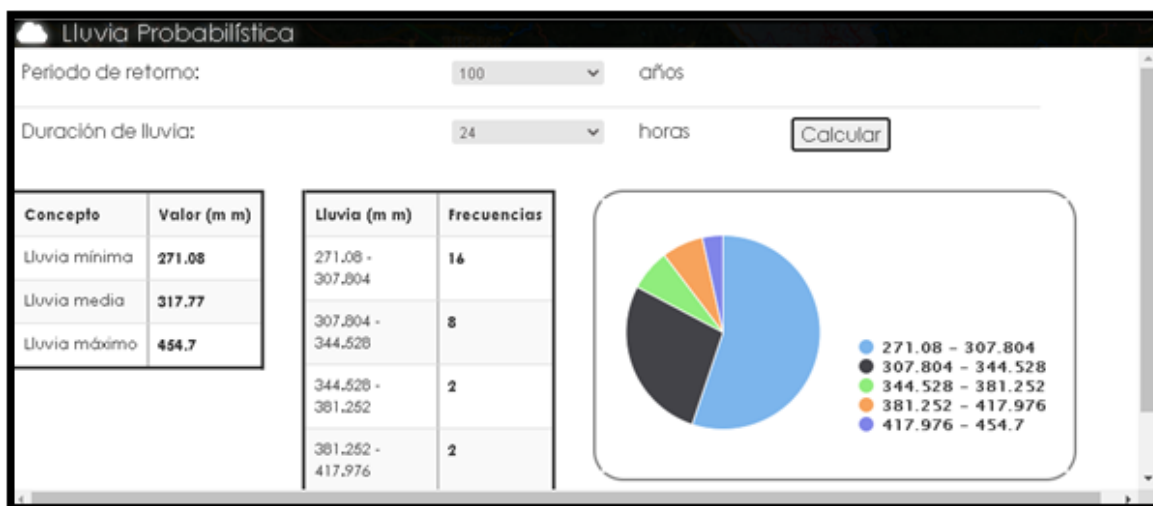


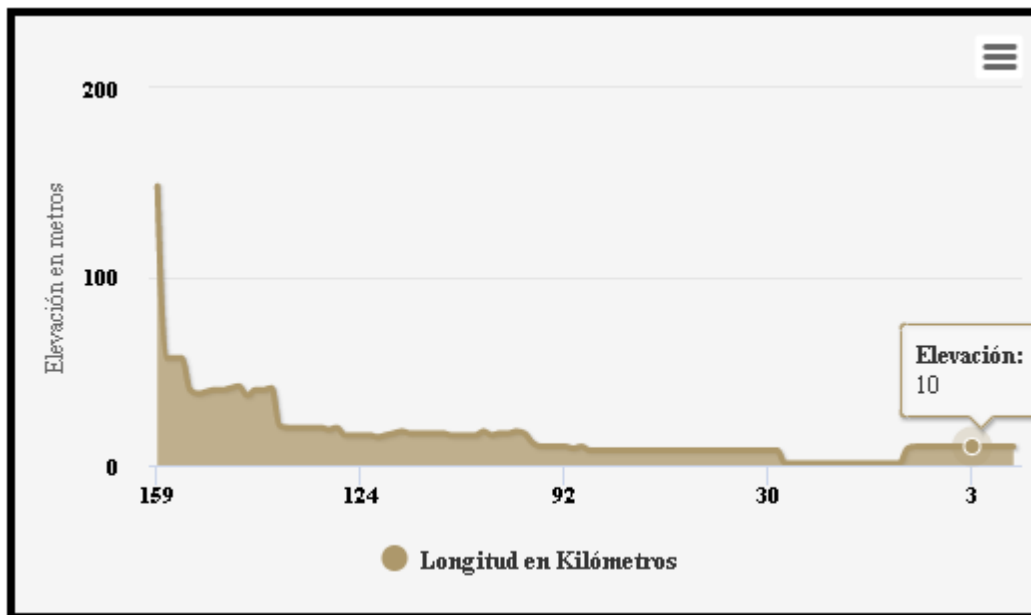
Imagen IV. 31. Modelación de lluvia para la cuenca del río Papaloapan.

A partir de esta información se utilizó el “Simulador de Flujos de Cuencas Hidrográficas” para obtener 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”.

Tabla IV. 10. Índices morfométricos.

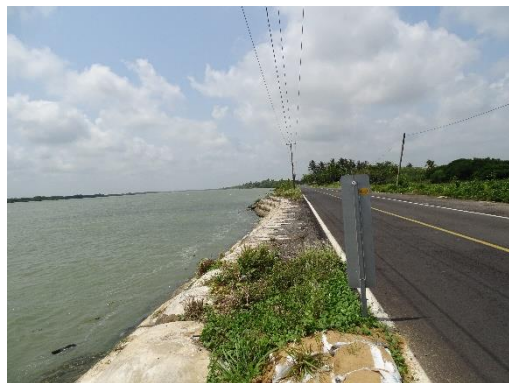
ÍNDICE MORFOMÉTRICO	RESULTADO
Elevación Máxima	148 m
Elevación Media	79 m
Elevación Mínima	10 m
Longitud	159,052
Pendiente Media	0.08%
Tiempo de Concentración	2,975.79 (minutos)
Área Drenada	1,407.97 km ²
Periodo de Retorno	100 años
Coefficiente de Escurrimiento	20%
Lluvia	317.77 mm
Intensidad de Lluvia	6.41 mm/h
CAUDAL PICO	499.26 m ³ /s

Para esta microcuenca el perfil de elevaciones graficado nos muestra como al largo de sus 159,052 metros de cauce el flujo del agua desciende desde una elevación de 148 msnm al suroeste hasta los 10 msnm para tener un caudal pico de 499.26m³/s en 2,975.79 minutos lo cual significa un muy importante volumen de agua, lo cual genera la creciente del río que le está ganando terreno a la carretera pavimentada paralela a éste, por ello se pretende proteger contra la erosión a esta zona.

**Imagen IV. 32. Perfil de Elevaciones del Cauce.**



Fotografía IV. 2. Fotografías del Río Papaloapan





Hidrología subterránea

En Veracruz existen diversas unidades geohidrológicas que en función de sus características físicas, estructurales y espaciales, han sido clasificadas según las posibilidades que presentan de almacenar agua subterránea susceptible de aprovecharse para diferentes usos.

El Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto pertenece al acuífero Costera del Papaloapan (3020), que de acuerdo con datos del Registro Público de Derechos de Agua al 31 de diciembre de 2015 dicho acuífero cuenta con una recarga media anual (R) de 355.0 hm³, una descarga natural comprometida (DNC) de 247.4 hm³, un volumen concesionado de agua subterránea (VCAS) de 33.665698 hm³, un volumen de extracción de agua en las zonas de suspensión provisional de libre alumbramiento y los inscritos en el Registro Nacional Permanente (VEALA) de 1.155000 hm³, disponibilidad media anual de agua subterránea (DAS) igual a 72.358677 hm³ y no cuenta con déficit, esto se puede corroborar en la siguiente tabla:

Tabla IV. 11. Acuífero Costera del Papaloapan (3020).

CLAVE	ACUÍFERO	R	DNC	VCAS	VEALA	DMA POSITIVA	DÉFICIT
		CIFRAS EN MILLONES DE METROS CÚBICOS ANUALES					
3020	COSTERA DEL PAPALOAPAN	355.0	247.4	33.665698	1.155000	72.358677	0.000

El acuífero Costera del Papaloapan, definido con la clave 3020 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción sur del estado de Veracruz, entre los paralelos 18° 20' y 18° 56' de latitud norte y entre los meridianos 95° 16' y 96° 20' de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2172 km².



Al sur colinda con el acuífero Cuenca Río Papaloapan, al este con el acuífero Sierra de San Andrés Tuxtla, al oeste con el acuífero Los Naranjos, al noroeste con una porción pequeña del acuífero Cotaxtla y al norte con el Golfo de México.

Geopolíticamente el acuífero abarca totalmente los municipios Lerdo de Tejada, Saltabarranca, Angel R. Cabada, Tlacotalpan, Amatitlán y Acula; y parcialmente al municipio de Alvarado, todos ellos pertenecientes al estado de Veracruz.

El acuífero se aloja en sedimentos que han sido depositados principalmente por corrientes fluviales, por lo que su comportamiento es característico de los acuíferos libres y granulares. Está constituido por un depósito heterogéneo de arenas, gravas, arcillas, limos y algunos conglomerados, cuya distribución es herrática y un tanto caótica. En la parte intermedia e inferior está conformado por sedimentos arenosos y limo-arcillosos, mientras que el depósito de los sedimentos más gruesos ocurre en los canales de las corrientes superficiales, que forman lagos de media luna secos. Por lo tanto, los valores más altos de permeabilidad se presentan en los canales arenosos de los antiguos meandros.

El espesor de estos depósitos del Cuaternario es de poco menos de 100 m y su base está conformada por una secuencia de areniscas y lutitas con algunas intercalaciones de pequeños bancos de ostras; esta secuencia sedimentaria está asociada a una serie lagunar costera del Paleógeno-Neógeno. Los sedimentos eólicos funcionan como zonas de recarga, favoreciendo un flujo horizontal subterráneo tanto hacia el río Papaloapan, como hacia el mar. De acuerdo con observaciones de campo, estos sedimentos almacenan agua en su porción inferior, hacia donde su permeabilidad disminuye de manera importante. Su espesor es inferior a los 20 m.

La disponibilidad de aguas subterráneas conforme a la metodología indicada en la norma referida, se obtiene de restar el volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPGA, que, de acuerdo con la expresión anterior, resultó ser de = **81.240065 m³/año**.

$$\text{DAS} = 355.0 - 247.4 - 26.359935$$

$$\text{DAS} = 81.240065 \text{ hm}^3/\text{año}$$

El resultado indica que existe un volumen anual disponible de = **81.240065 m³ anuales** para otorgar nuevas concesiones.

Cabe hacer la aclaración de que el cálculo de la recarga media anual que recibe el acuífero y, por lo tanto, de su disponibilidad, se refiere al área de balance definida dentro de la porción del acuífero granular en la que existen aprovechamientos del agua subterránea e información hidrogeológica para su evaluación. No se descarta la posibilidad de que el valor sea mayor; sin embargo, no es posible, en este momento, incluir en el balance los

volúmenes de agua que circulan en las rocas que subyacen a los depósitos aluviales. Conforme se genere mayor información, en cantidad y calidad, se podrá hacer una evaluación posterior que incluya una mayor área de balance y/o a las unidades hidrogeológicas conformadas por rocas calcáreas.

IV.2.2.1.5. Aire.

La calidad del aire es una indicación de cuanto el aire esté exento de polución atmosférica, y por lo tanto apto para ser respirado. Actualmente los controles y la reglamentación se han incrementado y la calidad de los combustibles también se ha mejorado. Sin embargo, el tráfico vehicular se ha incrementado exponencialmente, transformándose en la principal fuente contaminante en las ciudades. A nivel mundial se ha descubierto que las emisiones de anhídrido carbónico derivadas de la combustión del petróleo están participando en forma determinante en el incremento de la temperatura global a causa del efecto invernadero. Las principales fuentes andrógenas de contaminación del aire son:

Las fábricas o instalaciones industriales, que no tienen los filtros adecuados para las emisiones aéreas (Centrales termoeléctricas, Vehículos automotores con motor de combustión interna, etc.). La calidad del aire puede ser comprometida también por causas naturales como, por ejemplo: (Erupciones volcánicas, Vientos fuertes con transporte de partículas en suspensión, etc.). La lucha contra la contaminación atmosférica se desarrolla en los siguientes frentes:

- En el control de las fuentes de contaminación andrógenas y fijación de estándares adecuados para las emisiones.
- Monitoreo de la calidad del aire y determinación de estándares mínimos, a partir de los cuales se desencadenan las medidas excepcionales de limitaciones de emisiones.

La buena o mala calidad del aire de una región está relacionada con diversos y complejos factores, como el tipo de relieve (factor físico), las reacciones químicas de los contaminantes en la atmósfera y su dispersión (factores químicos y meteorológicos), los usos y costumbres de la población (factores sociales), las actividades económicas y el uso y aprovechamiento de la tecnología (factores económicos y tecnológicos). De forma general, la calidad del aire en las ciudades es atribuida esencialmente a las emisiones contaminantes generadas por el uso de automóviles, por la producción industrial, comercial y por los servicios. La mala calidad del aire tiene diversos efectos en la salud de las personas. Puede provocar: ausentismo laboral y escolar por efectos de la exacerbación de síntomas en asmáticos, enfermedades pulmonares, cardiovasculares y respiratorias, mortalidad prematura y disminución de la función pulmonar. En México se producen anualmente alrededor de 9,300 muertes por causas asociadas con la contaminación del aire, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS). Dichas emisiones contaminantes provienen especialmente del sector transporte, el cual en México es altamente ineficiente, lo que significa que consume grandes cantidades de



combustible y emite a la atmósfera contaminantes dañinos para la salud, así como Gases de Efecto Invernadero (GEI), responsables del calentamiento global. Existen grupos de población que son altamente vulnerables a este tipo de contaminación, entre los que se encuentran los niños, los adultos mayores y las personas que padecen enfermedades crónicas del sistema respiratorio, como el asma. Así, la calidad del aire está estrechamente vinculado con la calidad de vida de la población. Nuestro país dispone de un marco regulatorio que resguarda la salud pública contra los efectos del deterioro ambiental y que involucra a las autoridades de todos los órdenes de gobierno. La Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección Ambiental (LGEEPA) señala que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país.

El estado de Veracruz se localiza en una angosta franja costera que ha sido históricamente una de las principales puertas de conexión del país con el resto del mundo. Bordeado por la Sierra Madre Oriental, las cuatro quintas partes de su territorio están constituidas por una planicie costera donde los vientos dominantes se desplazan con facilidad a lo largo de su extensión. Si bien ello contribuye a la dispersión de los contaminantes, también propicia el traslado a largas distancias de los contaminantes que se emiten viento arriba, afectando sitios distantes a los sitios donde se generan. Esta situación es particularmente importante porque los vientos dominantes provienen del norte a lo largo de la planicie, arrastrando los contaminantes generados a su paso.

En este contexto geográfico se lleva a cabo una amplia diversidad de actividades agrícolas, industriales y de servicios, asociada con la generación de contaminantes del aire. Entre ellas destaca el cultivo y producción de caña de azúcar vastamente extendida en el Estado. Por otro lado, se tiene una intensa actividad de exploración de petróleo y gas, así como la producción de diversas sustancias químicas y derivados del petróleo. Además, existe una importante infraestructura para la generación de electricidad destacando la central termoeléctrica más grande del país. Otras actividades industriales de primera importancia son la elaboración de cemento y la manufactura de papel. Asimismo, se llevan a cabo importantes actividades agroindustriales, tales como el cultivo de caña de azúcar y la elaboración de azúcar, además de que el Estado ocupa uno de los primeros lugares en producción pecuaria a nivel nacional. Aproximadamente, el 78% de los suelos del Estado se destinan a la actividad agrícola y pastizales, las cuales están asociadas a una intensa deforestación de selvas y bosques, que, entre otros impactos nocivos, provoca agotamiento de suelos, erosión y emisión de partículas.

La composición de la actividad económica del Estado se ve reflejada en una alta dispersión geográfica de sus habitantes y una elevada proporción de población rural con respecto al promedio nacional. Solamente seis de cada diez personas en el Estado habitan en áreas urbanas, mientras que la media nacional es de ocho de cada diez. Pese a su tamaño, las áreas metropolitanas se están expandiendo en forma desordenada, la tasa de motorización está creciendo aceleradamente y los problemas de tránsito vial y generación de contaminantes se están multiplicando. Como en otras ciudades, los sistemas de transporte público son insuficientes y de baja calidad, lo cual dificulta sensiblemente la satisfacción de las crecientes necesidades de movilidad y la provisión de alternativas a los medios de

transporte privado. En 2014, el número de vehículos registrados en el estado de Veracruz fue de casi millón y medio de unidades. Casi un sesenta por ciento del parque vehicular tiene más de 10 años de antigüedad y alrededor de un veinticinco por ciento es mayor a 20 años. Todo ello indica una alta necesidad de desarrollar e implementar una estrategia integral de movilidad urbana sustentable que abarque entre otros aspectos la mejora del transporte público, la planeación del transporte y uso del suelo, la administración de la demanda de viajes, la gestión del transporte de carga y la mejora tecnológica y de combustibles, además de la promoción de modos no motorizados.

Por otro lado, reflejando la alta proporción de población rural, el último censo de población (INEGI, 2010) señala que más de 500 mil viviendas en el estado de Veracruz, utilizan leña y/o carbón, lo que significa que más de 2 millones de personas están potencialmente expuestas a altas concentraciones de contaminantes al interior de sus hogares y zonas circundantes. En el periodo de 2000 a 2010, la proporción de viviendas que utilizan leña pasó de 32% al 27%, sin embargo, todavía se observa que en el 56% de las viviendas de la Huasteca baja, se sigue utilizando este material.

Con respecto a las actividades productivas del sector secundario, en especial el relacionado con la actividad industrial, los municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Agua Dulce y Cosoloacaque (ubicados en la región Olmeca) generan el 99% del PIB industrial. El desarrollo de esta región está basado en una economía proveniente de la industria petroquímica ubicada en Coatzacoalcos, la cual se complementa con la refinería localizada en Minatitlán y los complejos de Escolín, Pajaritos, Morelos, Cosoloacaque y Cangrejera. Por otra parte, Poza Rica genera el 99% del PIB en la región Totonaca mediante actividades relacionadas con el sector petrolero.

La región de la montaña se caracteriza por contar con el mayor desarrollo industrial en el Estado. En esta región de la montaña, el sector industrial produce el 65% del PIB. En particular, la actividad de la industria cementera asentada en Ixtaczoquitlán participa con el 37% del PIB. En la zona norte, en la Huasteca Alta y Baja (identificada en las cuencas atmosféricas de Pánuco y Tuxpan), las principales actividades son agrícolas y de la industria petrolera. En particular destaca el Proyecto del Paleocanal de Chicontepec, o Aceite Terciario del Golfo, cuya explotación a cargo de PEMEX, inició con más de 16 mil pozos, en más de 3,700 kilómetros cuadrados.

Actualmente, en el estado de Veracruz están en operación tres estaciones automáticas para el monitoreo de la calidad del aire. La primera está ubicada en la Secretaría de Trabajo, Previsión Social y Productividad de la ciudad de Xalapa; la segunda, en el Instituto Tecnológico de Minatitlán; y la tercera, en la Vicerrectoría de la Universidad Veracruzana, en la ciudad de Poza Rica. Con estas estaciones, el Gobierno del Estado ha iniciado el desarrollo de la infraestructura para vigilar el cumplimiento de las Normas Oficiales de la Calidad del Aire en el Estado. Las dos primeras estaciones (en Xalapa y Minatitlán) fueron instaladas en enero de 2013, aunque oficialmente registran datos válidos a partir de agosto del 2013. La tercera estación (en Poza Rica) se instaló en noviembre de 2015, iniciando el registro oficial de datos en enero de 2016. A pesar de sus avances, en la evaluación realizada para la elaboración de ProAire Veracruz se encontró



que el Estado de Veracruz aún necesita realizar un importante esfuerzo para cumplir con las disposiciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-156-SEMARNAT-2012 “Establecimiento y operación de sistemas de monitoreo de la calidad del aire.” Entre otros aspectos, requiere aumentar la cobertura del monitoreo atmosférico y el establecer los procedimientos necesarios para garantizar la adecuada operación, mantenimiento y calibración de equipos, así como para el aseguramiento y control de calidad correspondientes.

En relación con la situación actual de la calidad del aire, se ha encontrado que las concentraciones atmosféricas de ozono, partículas (PM10 y PM2.5) y bióxido de nitrógeno registradas sobrepasan los límites establecidos en las NOM de calidad del aire para la protección de la salud, tanto en el caso de Minatitlán como en Xalapa. Más allá, se ha identificado una alta proporción de datos faltantes y picos inconsistentes con la distribución de los datos registrados. Ello subraya la importancia de llevar a cabo acciones de fortalecimiento integral del monitoreo de la calidad del aire en las estaciones actuales, lo cual redundaría positivamente en el desarrollo del monitoreo atmosférico del estado.

Entre los principales resultados destaca que, en el caso de partículas menores a 10 μm (PM10), los mayores emisores son: a) caminos no pavimentados, b) labranza y cosecha agrícola, c) la quema de leña en fogones tradicionales, especialmente en zonas periféricas urbanas y en el medio rural, d) la industria alimentaria, primordialmente los ingenios azucareros donde se generan las mayores emisiones en este sector debido a la quema de bagazo y combustóleo, e) generación de energía eléctrica por la quema de combustóleo pesado, f) quemas agrícolas, particularmente de la caña de azúcar antes de la cosecha, y g) fabricación de cemento y cal.

Por lo que se refiere a la generación de partículas PM2.5, las principales actividades generadoras con mayor implicación en la salud son la combustión habitacional, la generación de energía eléctrica, los ingenios azucareros, y los vehículos pesados a diésel como los tractocamiones y camiones de carga de más de 3 toneladas.

Por primera vez para el Estado, se cuantificaron las emisiones de Carbono Negro, identificándose que los mayores emisores de este contaminante son la generación de energía eléctrica y la industria alimentaria por la quema de bagazo de caña, la combustión habitacional por la quema de leña; también cantidades importantes de este contaminante son emitidas por los vehículos de carga de más de 3 toneladas y los tractocamiones.

El bióxido de azufre se emite principalmente en la generación de energía eléctrica, seguido por la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, la industria alimentaria y la fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, esto es debido a las grandes cantidades de combustóleo utilizado.

El monóxido de carbono es un contaminante generado por la combustión incompleta y en este inventario se identifican como fuentes generadoras los vehículos automotores. Por orden de importancia de mayor a menor cantidad de emisiones son los autos particulares, camionetas pick up, tractocamiones, taxis, vehículos de más de tres toneladas, motocicletas, y en las fuentes fijas en la generación de energía eléctrica.



Los principales generadores antropogénicos de óxidos de nitrógeno, por orden de importancia son: a) autos particulares, b) tractocamiones, c) vehículos de carga de más de tres toneladas, d) generación de energía eléctrica, e) embarcaciones marítimas comerciales, f) autobuses, g) industria de productos derivados del petróleo y el carbón, h) industria alimentaria, i) combustión habitacional y j) locomotoras.

Los compuestos orgánicos volátiles se generan principalmente en: a) combustión habitacional, b) industria química, c) autos particulares, d) recubrimiento de superficies arquitectónicas, e) fugas en instalaciones de gas LP, g) limpieza de superficies industriales, h) hidrocarburos no quemados, i) camionetas pick up, j) combustión comercial institucional y k) aplicación de plaguicidas.

En relación con las emisiones de amoníaco, éstas se generan principalmente en la descomposición de residuos ganaderos, agrícolas y urbanos, así como en la aplicación de fertilizantes.

Referente a los gases de efecto invernadero, el metano se genera principalmente por el tratamiento de las aguas residuales, por la disposición de la basura en los rellenos sanitarios, por la combustión habitacional, los incendios forestales y descomposición de estiércol.

Las fuentes más relevantes de bióxido de carbono son: a) generación de energía eléctrica, b) fabricación de productos derivados del petróleo y el carbón, c) combustión habitacional, d) fabricación de productos a base de minerales no metálicos, e) autos particulares, f) quemas agrícolas, g) industria alimentaria, h) tractocamiones y i) vehículos de carga de más de tres toneladas.

En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional no existe estación automática para el monitoreo de la calidad ambiental del aire, la más cercana se localiza en Minatitlán a unos 135 kilómetros al sureste del proyecto. Sin embargo, podemos plantear que los factores principales que amenazan la calidad del aire en la zona son: el transporte, e incendios forestales. Estos últimos, mayormente ocasionados por las quemas agrícolas que se extienden hasta las zonas de la selva secundaria, por lo cual se colige que la calidad del aire es aceptable.

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. 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 delimitó, en la carta topográfica y la imagen de satélite, del trazo del proyecto, para definir sus límites y colindancias y tener una primera idea de la superficie a muestrear. Se realizaron muestreos en el SAR y el área del proyecto, el cual cuenta con un Uso de Suelo y Vegetación de Pastizal Cultivado, la delimitación de esta superficie se hizo mediante cuerda compensada y cinta métrica, adicionalmente se llevaron a cabo recorridos en campo con la finalidad de verificar los tipos de vegetación y usos de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional y compararlos 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 influencia del proyecto y el SAR. Se consideraron aquellos sitios que contienen la vegetación mejor conservada. Para la ubicación de cada sitio se utilizó un GPS map 60S x marca Garmin, con una precisión del ± 5 grados de error.

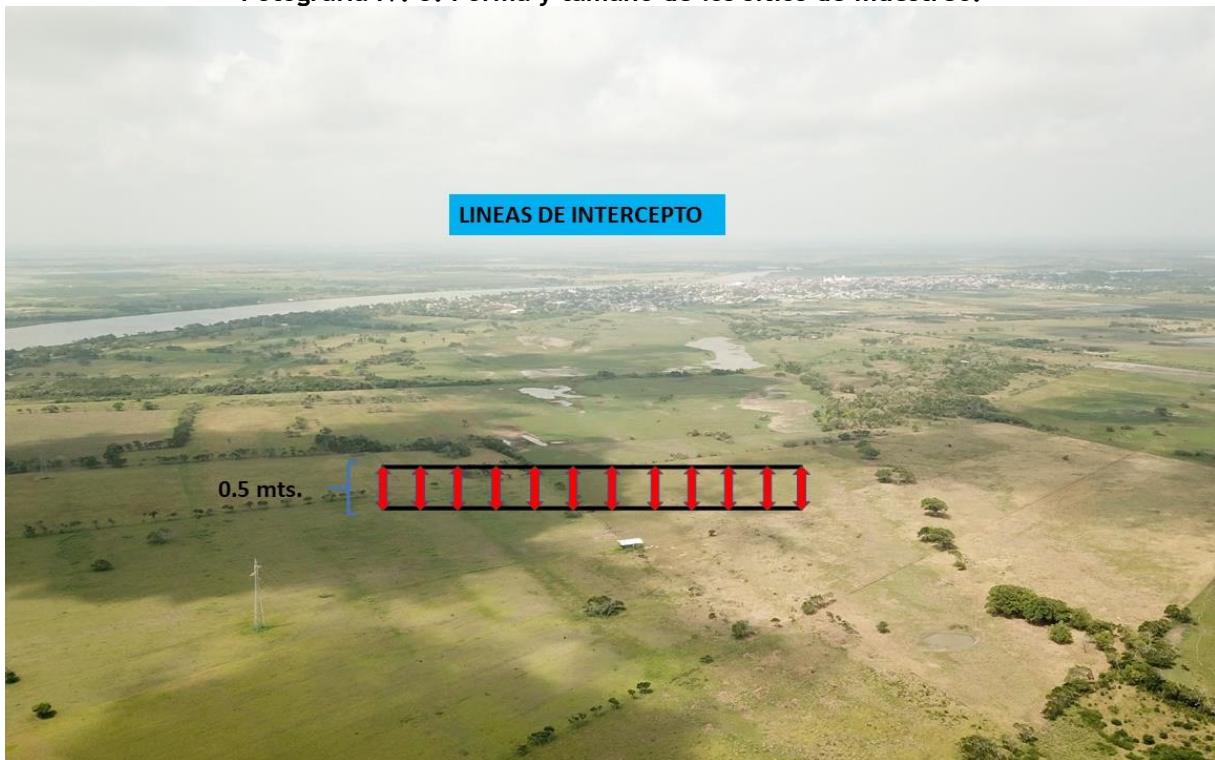


DISTRIBUCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.

El criterio empleado para la ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la distribución del 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 5 sitios de muestreo realizados para el proyecto, los cuales corresponden a Pastizal cultivado, el cual aparentemente prospera como consecuencia de un disturbio muy acentuado sobre vegetación natural y algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales que existieron en el SAR. Se ubicaron los sitios de muestreo, en el Sistema Ambiental Regional y Área de Influencia. se realizaron transectos, cuyo número y longitud se definieron por el tamaño y variabilidad interna de la formación, en cada sitio se realizó un levantamiento por el método de línea intercepto de acuerdo con lo propuesto por Matteucci y Colma (1982). Esta técnica es usada en estudios de comunidades donde las plantas individuales son difíciles de distinguir y contar como es el caso de las Gramíneas en tales casos las evaluaciones y los cálculos respectivos no consideran tallos separados sino grupos de plantas (Brower et al., 1997). Por el tamaño y el agrupamiento de los organismos se utilizaron dos líneas de 100 m de longitud por sitio de muestreo y en cada una se determinó la presencia de las especies a intervalos de 0.5 m y se midió la longitud que cada planta o grupo de ellas interceptó en la línea.

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

Fotografía IV. 3. Forma y tamaño de los sitios de muestreo.



Fotografía IV. 4. Muestreo realizado para el proyecto.





En las fotografías se observa el recorrido y levantamiento de datos del proyecto, el cual corresponde a un uso de suelo y vegetación de Pastizal Cultivado.

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 del uso de suelo y vegetación, presentes en el SAR y el predio del proyecto.

Fotografía IV. 5. Empleo del Dron en prospección de campo.

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, cabe señalar que se realizaron 5 muestreos en el Sistema Ambiental Regional y predio del proyecto.

Tabla IV. 12. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del SAR y predio.

SITIOS DE MUESTREO DENTRO DEL SAR		
ID	X	Y
1	221596	2063413
2	222589	2064103
3	222181	2062662
4	220918	2061798
5	222462	2061258

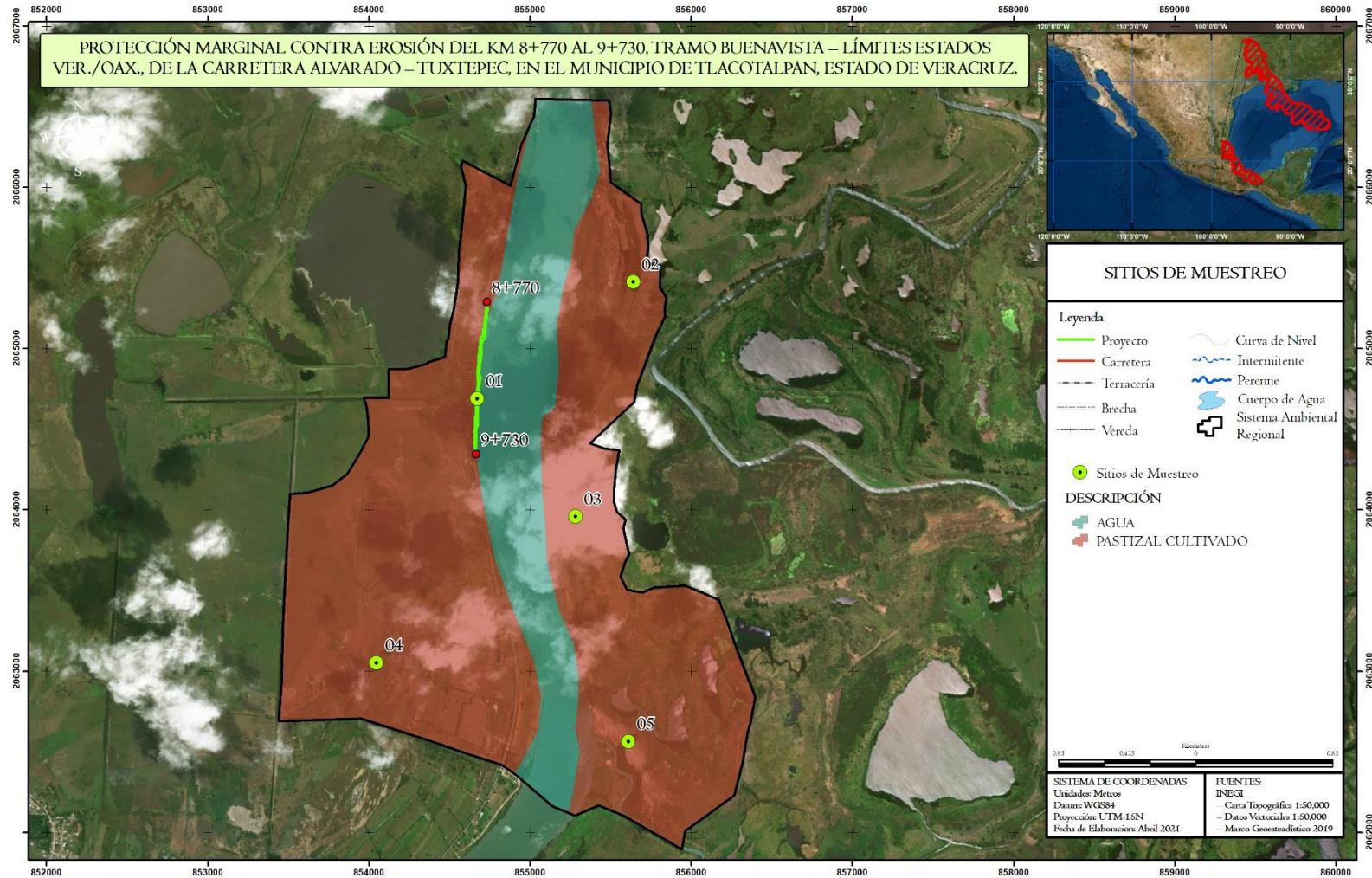


Imagen IV. 33. Sitios de Muestreo del proyecto.

CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN.

De acuerdo con la carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI serie VI, aunado a la prospección de campo, se pudo corroborar que el sitio donde se pretende la inclusión del Proyecto corresponde a un Uso de Suelo y Vegetación de Pastizal Cultivado, en donde existe dominancia de especímenes empleados como cercos vivos principalmente. Es importante señalar, que en las proximidades al área del proyecto existe una fuerte presión hacia la escasa vegetación natural ejercida principalmente por la expansión agropecuaria.

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 y uso de suelo y vegetación que tiene mayor presencia en el Sistema Ambiental Regional con un 77.90 % de Pastizal Cultivado y 22.10 % corresponde a Cuerpo de Agua.

Tabla IV. 13. Superficie de uso de suelo y vegetación en el SAR.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SAR			
CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	Porcentaje %
PC	Pastizal Cultivado	575.92	77.90
NA	Cuerpo de Agua	163.42	22.10
Total		739.34	100.00

De la superficie total del SAR (739.34 ha), solo se ocuparán para el proyecto 0.97 ha, que representan el 0.13 % de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.87 % del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 0.9748 ha, de las cuales 0.5448 ha pertenece a Cuerpo de agua y 0.4300 ha corresponden a la superficie a afectar por el proyecto de las cuales el Pastizal cultivado tiene una superficie del 100 %.

Tabla IV. 14. 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 (HA)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HA)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Pastizal cultivado	575.92	0.4300	0.06
Cuerpo de Agua	163.42	0.5448	0.07
Total	739.34	0.9748	0.13

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 superficie que se afectara por el proyecto (0.4300 ha de Pastizal Cultivado) se considera como no forestal.

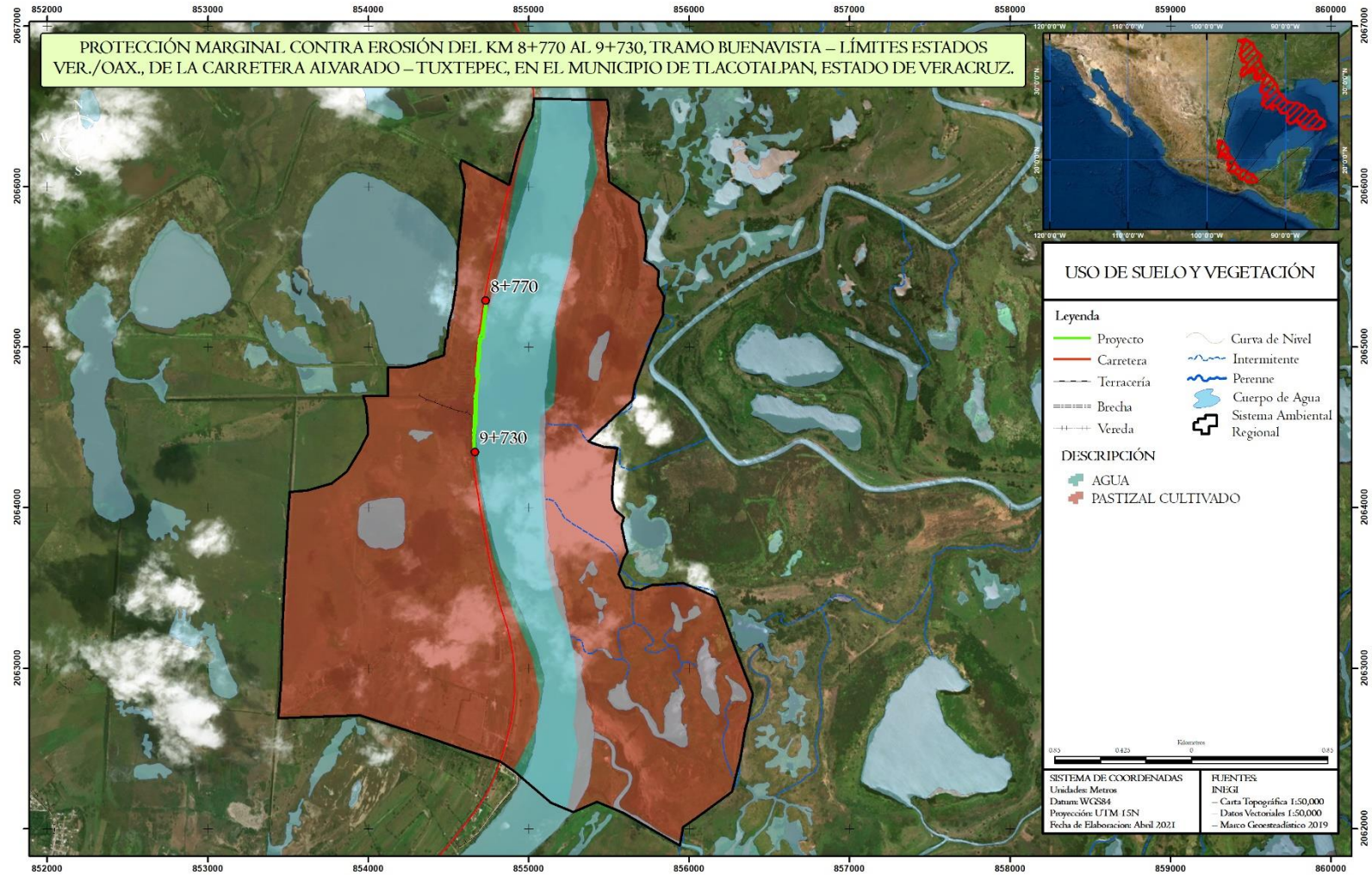


Imagen IV. 34. Uso de suelo y Vegetación del SAR.

A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con la que cuenta el proyecto y el Sistema Ambiental Regional.

Pastizal Cultivado. Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.

Fotografía IV. 6. Pastizal Cultivado.



Cabe señalar que las especies encontradas con mayor frecuencia dentro del SAR son: *Pithecellobium lanceolatum*, *Phragmites australis*, *Panicum maximum* y *Brachiaria mutica*.

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; Baev 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).

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): $\frac{n_i}{N}$

ni: número de individuos de la especie i

N: número de todos los individuos de todas las especies.

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i \log_2(p_i)$$

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:

Dónde:

H' : índice de diversidad

H' max = valor máximo de D

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

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:

$$\text{IVI} = \text{Dominancia relativa} + \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

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 DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y DEL SITIO DEL PROYECTO.

Se obtuvo una riqueza de 2621 individuos pertenecientes a 47 géneros, correspondientes a 25 familias. En cuanto a la estructura vertical se tiene que *Cocos nucifera* es la que tiene la mayor altura con 7.2 metros, seguido de *Terminalia cappata* con 5.2 metros y *Pithecellobium lanceolatum* con 5.1 metros son las especies con mayor altura dentro del área del proyecto.

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 0.95, 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 3.45, 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 área del proyecto es Alta, esto debido a la dominancia de especies ornamentales en el SAR, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) media de 0.88, 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 *Panicum máximum* con 19.01 y *Pithecellobium lanceolatum* con 17.81, en el caso de la primera es una de las especies más comunes ya que es una planta forrajera muy importante, pero también se puede portar como maleza debido a su alto poder invasivo, de fácil establecimiento en lugares abandonados y orillas de caminos, de cuerpos de agua; la segunda especie se usa como cerco vivo en corrales de ganado, ya que es consumida por los rumiantes y otras especies que consumen el arilo del fruto.



Tabla IV. 15. 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	IVI
Poaceae	<i>Agrostis stolonifera</i>	Rastrera	91	H	Sin estatus	4	754.77	0.0094	0.0347	0.0290	0.9416	3.4720	2.8986	7.31
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Caña	84	H	Sin estatus	3	3117.25	0.0389	0.0320	0.0217	3.8887	3.2049	2.1739	9.27
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto para	101	H	Sin estatus	5	572.56	0.0071	0.0385	0.0362	0.7143	3.8535	3.6232	8.19
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	16	A	Sin estatus	2	907.92	0.0113	0.0061	0.0145	1.1326	0.6105	1.4493	3.19
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	5	A	Sin estatus	1	1017.88	0.0127	0.0019	0.0072	1.2698	0.1908	0.7246	2.19
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	71	H	Sin estatus	5	907.92	0.0113	0.0271	0.0362	1.1326	2.7089	3.6232	7.46
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Bochiché	51	A	Sin estatus	3	1590.44	0.0198	0.0195	0.0217	1.9840	1.9458	2.1739	6.10
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	21	A	Sin estatus	2	2042.83	0.0255	0.0080	0.0145	2.5484	0.8012	1.4493	4.80
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	21	H	Sin estatus	2	113.10	0.0014	0.0080	0.0145	0.1411	0.8012	1.4493	2.39
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Moquillo	9	A	Sin estatus	1	1734.95	0.0216	0.0034	0.0072	2.1643	0.3434	0.7246	3.23
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Copite	17	A	Sin estatus	2	1320.26	0.0165	0.0065	0.0145	1.6470	0.6486	1.4493	3.74
Capparaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Árbol del Pepe	39	A	Sin estatus	2	1734.95	0.0216	0.0149	0.0145	2.1643	1.4880	1.4493	5.10
Fabaceae	<i>Crotalaria incana</i>	Cascabelillo	29	H	Sin estatus	3	254.47	0.0032	0.0111	0.0217	0.3174	1.1064	2.1739	3.60
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda	84	H	Sin estatus	4	660.52	0.0082	0.0320	0.0290	0.8240	3.2049	2.8986	6.93
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	Coyolillo	39	H	Sin estatus	2	1017.88	0.0127	0.0149	0.0145	1.2698	1.4880	1.4493	4.21
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyán	9	A	Sin estatus	1	1256.64	0.0157	0.0034	0.0072	1.5676	0.3434	0.7246	2.64
Poaceae	<i>Digitaria decumbens</i>	Pasto pangola	93	H	Sin estatus	5	1520.53	0.0190	0.0355	0.0362	1.8968	3.5483	3.6232	9.07
Fabaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Quebracho	2	A	Sin estatus	1	754.77	0.0094	0.0008	0.0072	0.9416	0.0763	0.7246	1.74
Poaceae	<i>Echinocchloa polystachya</i>	Arrocera	74	H	Sin estatus	4	1075.21	0.0134	0.0282	0.0290	1.3413	2.8233	2.8986	7.06
Pontederiaceae	<i>Eichhornia heterosperma</i>	Jacinto de agua	54	H	Sin estatus	2	962.12	0.0120	0.0206	0.0145	1.2002	2.0603	1.4493	4.71
Moraceae	<i>Ficus contifolia</i>	Higuerón	9	A	Sin estatus	1	2463.01	0.0307	0.0034	0.0072	3.0726	0.3434	0.7246	4.14
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuerón	6	A	Sin estatus	1	4071.51	0.0508	0.0023	0.0072	5.0791	0.2289	0.7246	6.03
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	28	A	Sin estatus	3	962.12	0.0120	0.0107	0.0217	1.2002	1.0683	2.1739	4.44
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	15	A	Sin estatus	3	1734.95	0.0216	0.0057	0.0217	2.1643	0.5723	2.1739	4.91
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	6	A	Sin estatus	1	1590.44	0.0198	0.0023	0.0072	1.9840	0.2289	0.7246	2.94
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	Chelele	32	A	Sin estatus	3	1590.44	0.0198	0.0122	0.0217	1.9840	1.2209	2.1739	5.38
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Guaje	140	Ar	Sin estatus	4	283.53	0.0035	0.0534	0.0290	0.3537	5.3415	2.8986	8.59
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	26	A	Sin estatus	3	1385.45	0.0173	0.0099	0.0217	1.7283	0.9920	2.1739	4.89
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Monacillo rojo	32	Ar	Sin estatus	3	132.73	0.0017	0.0122	0.0217	0.1656	1.2209	2.1739	3.56
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	15	A	Sin estatus	1	1520.53	0.0190	0.0057	0.0072	1.8968	0.5723	0.7246	3.19
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	Uña de gato	22	Ar	Sin estatus	3	706.86	0.0088	0.0084	0.0217	0.8818	0.8394	2.1739	3.90
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	71	H	Sin estatus	5	1075.21	0.0134	0.0271	0.0362	1.3413	2.7089	3.6232	7.67
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	26	A	Sin estatus	3	1134.12	0.0141	0.0099	0.0217	1.4148	0.9920	2.1739	4.58
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	29	H	Sin estatus	3	855.30	0.0107	0.0111	0.0217	1.0670	1.1064	2.1739	4.35
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea	358	H	Sin estatus	5	1385.45	0.0173	0.1366	0.0362	1.7283	13.6589	3.6232	19.01
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	216	H	Sin estatus	5	2642.09	0.0330	0.0824	0.0362	3.2959	8.2411	3.6232	15.16
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Ombu	38	A	Sin estatus	3	2042.83	0.0255	0.0145	0.0217	2.5484	1.4498	2.1739	6.17
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchete	182	A	Sin estatus	5	5808.82	0.0725	0.0694	0.0362	7.2464	6.9439	3.6232	17.81
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	45	H	Sin estatus	4	660.52	0.0082	0.0172	0.0290	0.8240	1.7169	2.8986	5.44
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	54	A	Sin estatus	2	113.10	0.0014	0.0206	0.0145	0.1411	2.0603	1.4493	3.65
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real	12	A	Sin estatus	2	5026.56	0.0627	0.0046	0.0145	6.2705	0.4578	1.4493	8.18
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	22	A	Sin estatus	3	4300.85	0.0537	0.0084	0.0217	5.3652	0.8394	2.1739	8.38



Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	61	H	Sin estatus	2	283.53	0.0035	0.0233	0.0145	0.3537	2.3274	1.4493	4.13
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	29	A	Sin estatus	2	4417.88	0.0551	0.0111	0.0145	5.5112	1.1064	1.4493	8.07
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	21	A	Sin estatus	2	1590.44	0.0198	0.0080	0.0145	1.9840	0.8012	1.4493	4.23
Combretaceae	<i>Terminalia cappata</i>	Almendro	31	A	Sin estatus	2	2922.47	0.0365	0.0118	0.0145	3.6457	1.1828	1.4493	6.28
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Platanillo	67	H	Sin estatus	3	490.88	0.0061	0.0256	0.0217	0.6124	2.5563	2.1739	5.34
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Guacimilla	12	A	Sin estatus	1	1320.26	0.0165	0.0046	0.0072	1.6470	0.4578	0.7246	2.83
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	43	H	Sin estatus	4	2042.83	0.0255	0.0164	0.0290	2.5484	1.6406	2.8986	7.09
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Chichón	63	A	Sin estatus	2	2290.23	0.0286	0.0240	0.0145	2.8570	2.4037	1.4493	6.71

Tabla IV. 16. Relación de índices del Sistema Ambiental Regional.

CONCEPTO	RESULTADO
Especies	50
Individuos	2621
Dominancia	0.0473
Índice de Simpson	0.9527
Índice de Shannon	3.45
Equitatividad	0.8818



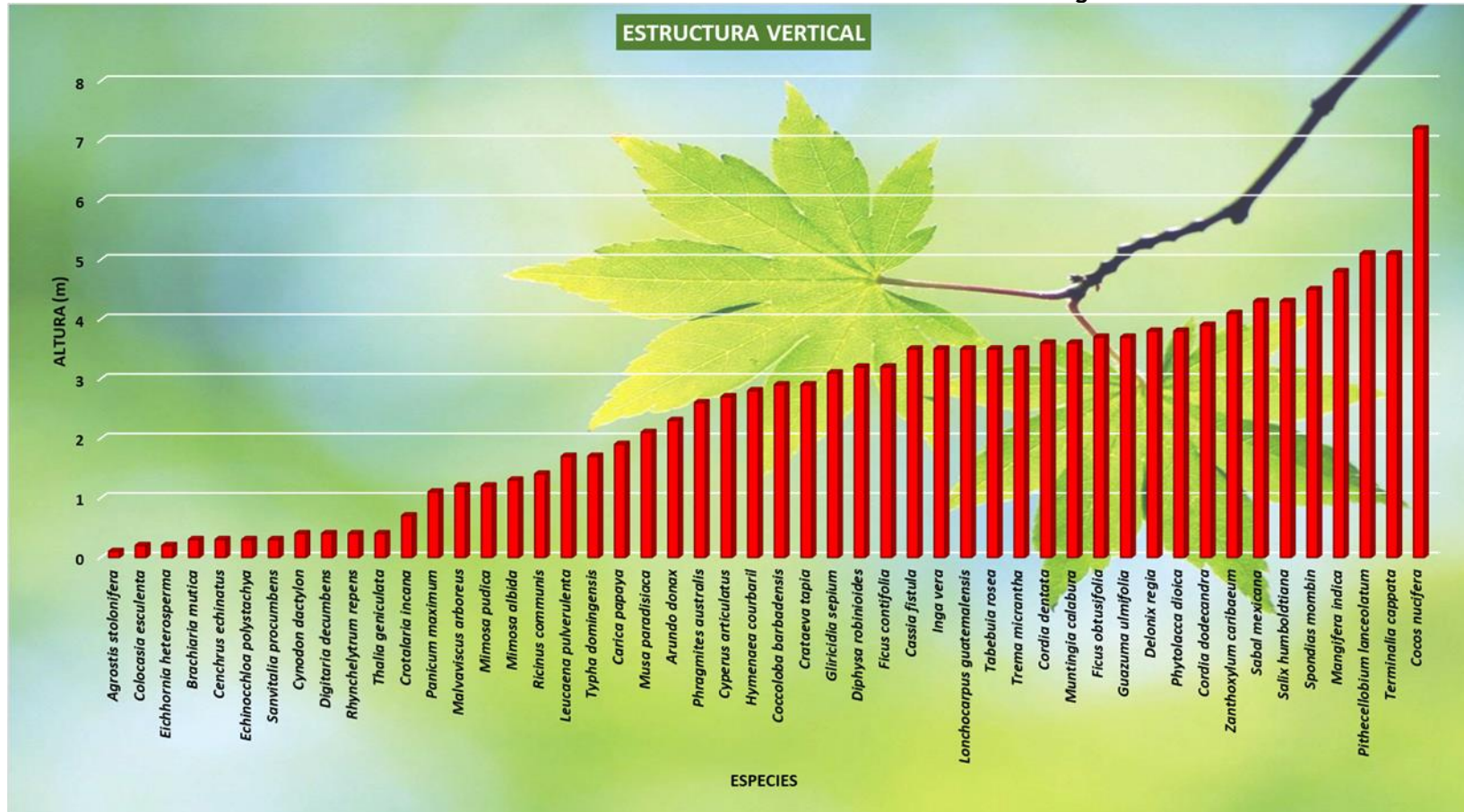
Tabla IV. 17. Estructura vertical del Sistema Ambiental Regional.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	FRECUENCIA	ALTURA (M)	DAP Y /O LONGITUD (CM)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Poaceae	<i>Agrostis stolonifera</i>	Rastrera	91	0.1	31	H	Sin estatus
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	21	0.2	12	H	Sin estatus
Pontederiaceae	<i>Eichhornia heterosperma</i>	Jacinto de agua	54	0.2	35	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto para	101	0.3	27	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	71	0.3	34	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Echinocloa polystachya</i>	Arrocera	74	0.3	37	H	Sin estatus
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	61	0.3	19	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda	84	0.4	29	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Digitaria decumbens</i>	Pasto pangola	93	0.4	44	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	45	0.4	29	H	Sin estatus
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Platanillo	67	0.4	25	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Crotalaria incana</i>	Cascabelillo	29	0.7	18	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea	358	1.1	42	H	Sin estatus
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Monacillo rojo	32	1.2	13	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	71	1.2	37	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	Uña de gato	22	1.3	30	Ar	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	54	1.4	12	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Guaje	140	1.7	19	Ar	Sin estatus
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	43	1.7	51	H	Sin estatus
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	16	1.9	34	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	29	2.1	33	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Caña	84	2.3	63	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	216	2.6	58	H	Sin estatus
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	Coyolillo	39	2.7	36	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	6	2.8	45	A	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Bochiché	51	2.9	45	A	Sin estatus
Capparaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Árbol del Pepe	39	2.9	47	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	28	3.1	35	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Quebracho	2	3.2	31	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus contifolia</i>	Higuerón	9	3.2	56	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	Lluvia de oro	5	3.5	36	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	Chelele	32	3.5	45	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	26	3.5	42	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	21	3.5	45	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Guacimilla	12	3.5	41	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Moquillo	9	3.6	47	A	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	26	3.6	38	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuerón	6	3.7	72	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácima	15	3.7	47	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyán	9	3.8	40	A	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Ombu	38	3.8	51	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Copite	17	3.9	41	A	Sin estatus
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Chichón	63	4.1	54	A	Sin estatus

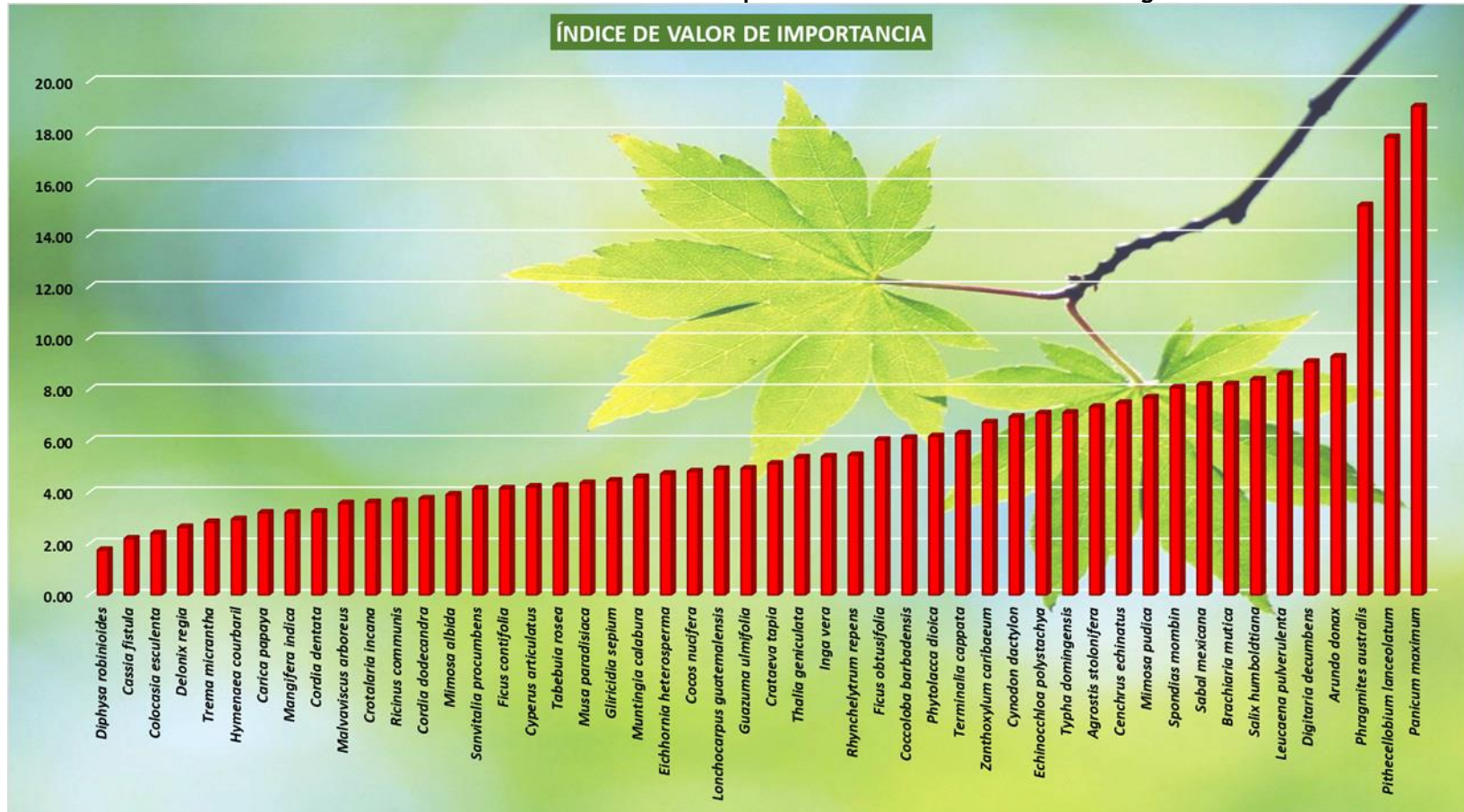


Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real	12	4.3	80	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	22	4.3	74	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	29	4.5	75	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	15	4.8	44	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchete	182	5.1	86	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Terminalia cappata</i>	Almendro	31	5.1	61	A	Sin estatus
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	21	7.2	51	A	Sin estatus

Gráfica IV. 3. Estructura Vertical del Sistema Ambiental Regional.



Gráfica IV. 4. Índice de Valor de Importancia del Sistema Ambiental Regional.



A continuación, se muestran las condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto:

Fotografía IV. 7. Condiciones ambientales en las que se encuentra la zona del proyecto.



En la imagen se observa las comunidades de *Phragmites australis* que dominan en el área del proyecto.



Panicum maximum especie que impera en el sitio del proyecto y SAR.



Pithecellobium lanceolatum es una especie dominante en el SAR empleada como cerco vivo en agostaderos, ya que sus frutos son consumidos por los rumiantes y otros animales.



Inga vera se le encontró en las proximidades al Rio Papaloapan dentro del SAR.



Ficus obtusifolia se encontró en las proximidades a canales de riego.



Phytolacca dioica es una especie introducida y empleada como elemento de sombra.



En la fotografía se muestra la especie *Brachiaria mutica*.



Digitaria decumbens, es un zacatón introducido originario de África y Asia tropical se observa en campos y bordes de carreteras.



Eichhornia heterosperma se observó de manera recurrente en el Borde del Rio Papaloapan, así como canales de riego del SAR, cabe señalar que es considerada la maleza acuática más dañina a nivel mundial.



Zanthoxylum caribaeum y *Hymenaea courbaril* fueron dos elementos observados como cerco vivo de manera recurrente en todo el SAR.



Cordia dentata y *Sabal mexicana* fueron elementos que se encontraron como cerco vivo dentro del SAR



Mimosa pudica y *Mimosa alba* son de los arbustos con mayor presencia dentro del SAR.



Thalia geniculata y *Typha dominguensis* son especies de manera aislada en las proximidades a cales de riego.



Diphysa robinoides y *Spondias mombin* se observaron en los patios de las viviendas del SAR.



Cyperus articulatus es un falso junco que se observó en donde existía agua estancada y *Lonchocarpus guatemalensis* son se observó como cerco vivo.

Con la evidencia fotográfica descrita anteriormente es factible considerar el desarrollo del proyecto, ya que, vegetación en el Sistema Ambiental Regional ha sido modificada en gran medida, toda vez que impera las grandes extensiones de Pastizal cultivado para fines agropecuarios.

Especies sujetas a afectación debido al proyecto.

Motivo por la inclusión del proyecto existirá remoción de individuos vegetales, el acumulado de los mismos, así como el mapa de la superficie de afectación se muestran a continuación.

Fotografía IV. 8. Especies sujetas a remoción



En las imagen se observan el area donde se llevar acabo el derribo de 467 individuos vegetales debido al proyecto, se trata de elementos de Pastizal Cultivado, vegetacion que no es forestal





En las imágenes se observan los individuos que se verán afectados por el proyecto de las especies, *Phragmites australis*, *Leucaena pulverulenta*, *Pithecellobium lanceolatum*, *Cocos nucifera*, *Hymenaea courbaril*, *Gliricidia sepium*, se trata de elementos introducidos empleados como cercos vivos



Tabla IV. 18. Especies de flora que serán sujetos a remoción. FB = Forma biológica, A =Árbol, Ar = Arbusto, H = Herbácea.

Familia	Especie	Nombre común	Frecuencia	Altura (m)	DAP y /o Longitud (cm)	FB	NOM-059-SEMARNAT
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Caña	14	2.3	63	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto pará	35	0.3	27	H	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Bochiché	9	2.9	45	A	Sin estatus
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	1	7.2	51	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Moquillo	2	3.6	47	A	Sin estatus
Capparaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Árbol del Pepe	7	2.9	47	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Digitaria decumbens</i>	Pasto pangola	18	0.4	44	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Echinocchloa polystachya</i>	Arrocera	10	0.3	37	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Echinocchloa polystachya</i>	Arrocera	22	0.3	37	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	6	3.1	35	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	3	2.8	45	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	Chelele	13	3.5	45	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Guaje	15	1.7	19	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	3	3.5	42	A	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	4	4.8	44	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	37	1.2	37	Ar	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	5	3.6	38	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	29	2.1	33	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea	88	1.1	42	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	56	2.6	58	H	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Ombu	4	3.8	51	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchete	21	5.1	86	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	17	0.4	29	H	Sin estatus
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	8	4.3	74	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	33	0.3	19	H	Sin estatus
Combretaceae	<i>Terminalia cappata</i>	Almendro	5	5.1	61	A	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Guacimilla	2	3.5	41	A	Sin estatus
Total			467				

Tabla IV. 19. Cuantificación por estrato.

Estrato	Número de organismos
Arbóreo	93
Arbustivo	52
Herbáceo	322
Total	467

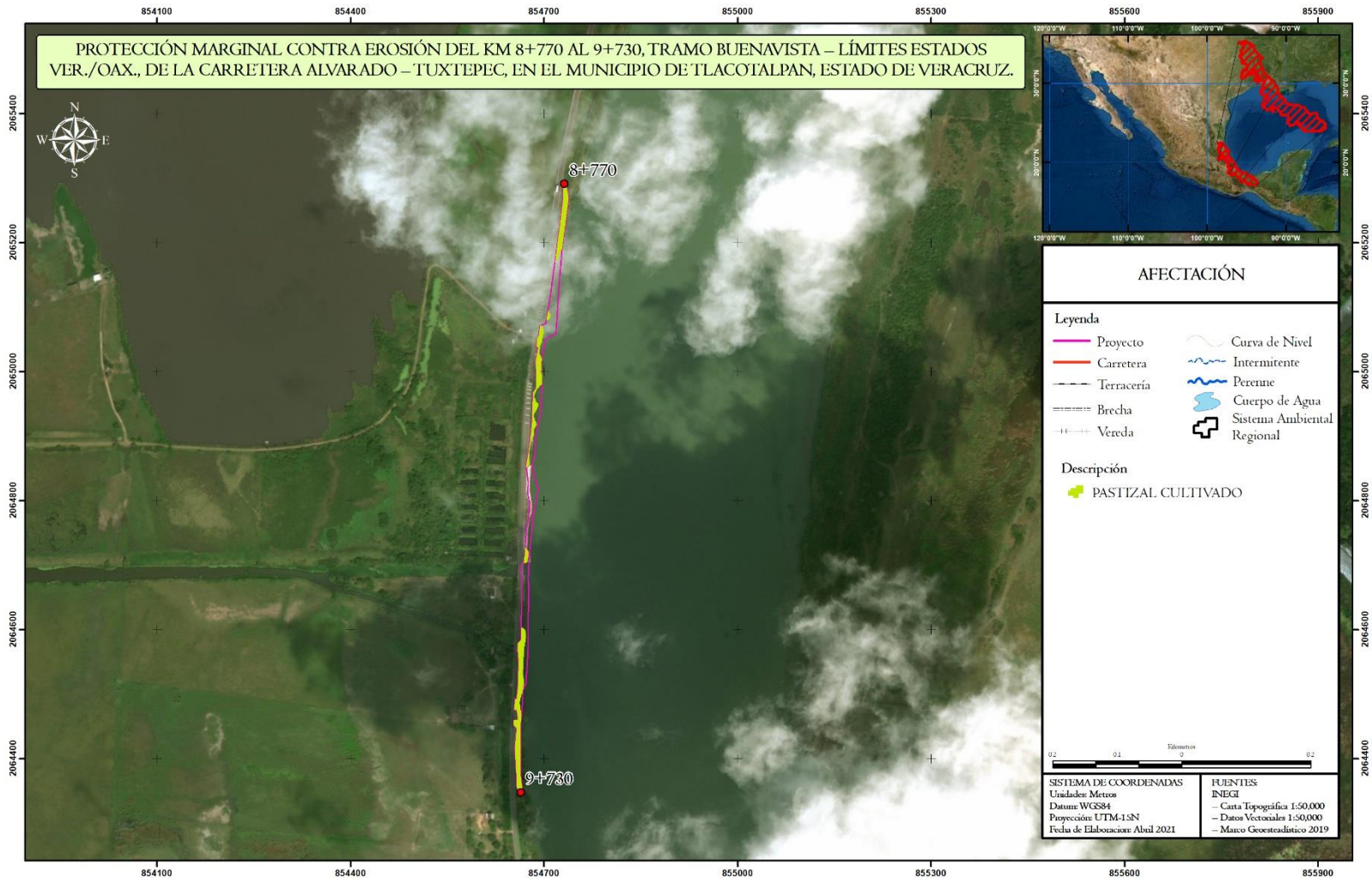


Imagen IV. 35. Derribo arbóreo por el proyecto.



ESTADO DE CONSERVACIÓN Y/O PERTURBACIÓN QUE PRESENTA LA VEGETACIÓN A AFECTAR. Durante los recorridos en el Sistema Ambiental Regional del proyecto, se encontró observo un alto grado perturbación, principalmente por la deforestación provocada por los apacentamientos humanos ha generado un impacto negativo sobre los recursos naturales del SAR.

ESPECIES DE INTERÉS COMERCIAL. En el área del proyecto, no existe la explotación especies.

ESPECIES ENDÉMICAS, RARAS, AMENAZADAS, EN PELIGRO DE EXTINCIÓN O SUJETAS A PROTECCIÓN ESPECIAL. 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.

Tabla IV. 20. 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

La relación de plantas cuantificadas en el SAR del proyecto permitió determinar que no existen especies registradas con algún estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

A continuación, se muestran los listados de las especies encontradas en el sitio del proyecto y el SAR

Tabla IV. 21. Listado general de especies presentes en los muestreos del Sistema Ambiental Regional.

Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT -059-2010
Poaceae	<i>Agrostis stolonifera</i>	Rastrera	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Arundo donax</i>	Caña	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Brachiaria mutica</i>	Pasto pará	H	Sin estatus
Caricaceae	<i>Carica papaya</i>	Papaya	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Cassia fistula</i>	Luvia de oro	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate cadillo	H	Sin estatus
Polygonaceae	<i>Coccoloba barbadensis</i>	Bochiché	A	Sin estatus
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco	A	Sin estatus
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	H	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia dentata</i>	Moquillo	A	Sin estatus
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Copite	A	Sin estatus
Capparaceae	<i>Crataeva tapia</i>	Árbol del Pepe	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Crotalaria incana</i>	Cascabelillo	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Zacate bermuda	H	Sin estatus
Cyperaceae	<i>Cyperus articulatus</i>	Coyolillo	H	Sin estatus
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyán	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Digitaria decumbens</i>	Pasto pangola	H	Sin estatus



Familia	Nombre científico	Nombre común	FB	NOM-SEMARNAT -059-2010
Fabaceae	<i>Diphysa robinoides</i>	Quebracho	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Echinocchloa polystachya</i>	Arrocera	H	Sin estatus
Pontederiaceae	<i>Eichhornia heterosperma</i>	Jacinto de agua	H	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus contifolia</i>	Higuerón	A	Sin estatus
Moraceae	<i>Ficus obtusifolia</i>	Higuerón	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Cocuite	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guásima	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Inga vera</i>	Chelele	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Leucaena pulverulenta</i>	Guaje	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Palo gusano	A	Sin estatus
Malvaceae	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Monacillo rojo	Ar	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i>	Mango	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	Uña de gato	Ar	Sin estatus
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i>	Dormilona	H	Sin estatus
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Capulín	A	Sin estatus
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i>	Banano	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Zacate Guinea	H	Sin estatus
Poaceae	<i>Phragmites australis</i>	Carrizo	H	Sin estatus
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Ombu	A	Sin estatus
Fabaceae	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Guamuchete	A	Sin estatus
Poaceae	<i>Rhynchelytrum repens</i>	Pasto rosado	H	Sin estatus
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Higuerilla	A	Sin estatus
Arecaceae	<i>Sabal mexicana</i>	Palma real	A	Sin estatus
Salicaceae	<i>Salix humboldtiana</i>	Sauce	A	Sin estatus
Asteraceae	<i>Sanvitalia procumbens</i>	Ojo de Gallo	H	Sin estatus
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i>	Jobo	A	Sin estatus
Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i>	Roble	A	Sin estatus
Combretaceae	<i>Terminalia cappata</i>	Almendro	A	Sin estatus
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i>	Platanillo	H	Sin estatus
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Guacimilla	A	Sin estatus
Typhaceae	<i>Typha domingensis</i>	Tule	H	Sin estatus
Rutaceae	<i>Zanthoxylum caribaeum</i>	Chichón	A	Sin estatus

Con lo anterior se muestra que, debido al desarrollo del proyecto, sólo requerirá la remoción 467 especímenes vegetales principalmente del estrato Herbáceo, cabe señalar que estas especies no se encuentran 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, adicionalmente se hace mención que se trata de elementos frutales y agrícolas, vegetación que no es considerada forestal



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).

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: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.”.

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 Veracruz y el plan municipal de desarrollo del municipio de Tlacotalpan. Así como los sitios colindantes para generar más información ya que la del municipio es escasa y con poca información para las especies de fauna silvestre.

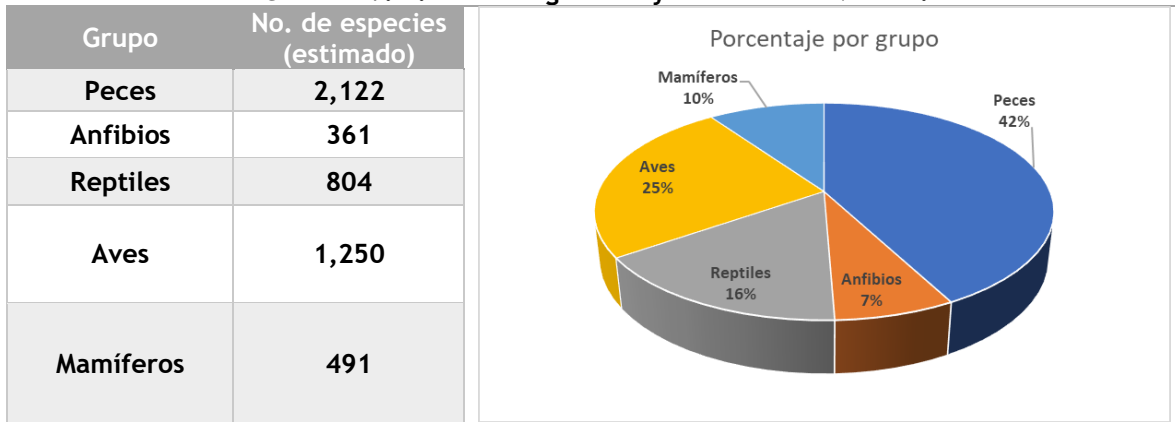
Características de la fauna a nivel nacional

México 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. 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 determinaron también una gran variedad climática.

La situación geográfica de México, su variedad de climas, topografía e historia geológica han producido una de las riquezas biológicas más impresionantes del mundo. Se calcula que alrededor del 10 por ciento de la diversidad global de especies se concentra en el territorio mexicano, lo que lo convierte junto con Colombia, Brasil, Indonesia, Perú, China, Congo e India en uno de los llamados países “megadiversos”. En cuanto al número de especies, México es el quinto lugar en plantas, cuarto en anfibios, segundo en mamíferos y primero en reptiles (WCMC, 1994; Groombridge y Jenkins, 2002). 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).

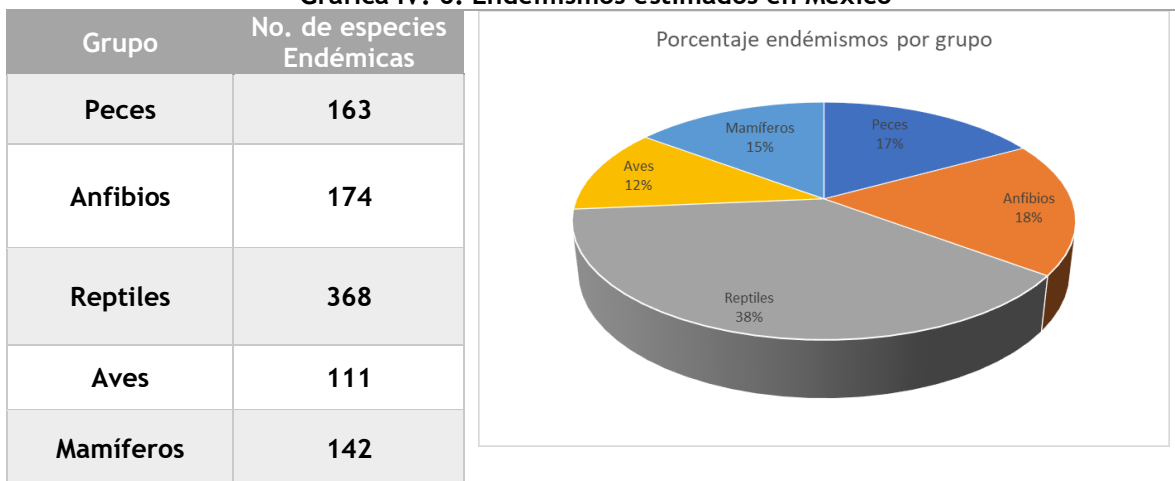
La Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad presenta en 2010 los siguientes datos:

Gráfica IV. 5. Fauna registrada y estimada en México.



Fuente: CONABIO, 2010

Gráfica IV. 6. Endemismos estimados en México



Fuente: CONABIO, 2010

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. Nuestro país, aporta entre el 10 y 15% del total de la diversidad biológica mundial, inmensa riqueza, pero en una precaria situación; es importante mencionar que, como en todas las regiones del mundo, en dichas áreas se registran también elevados procesos de degradación que afectan directamente a los ecosistemas y especies.

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.

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 dañó, 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. 36. Principales rutas migratorias de aves en la República Mexicana



Características de la fauna a nivel estatal

En el estado de Veracruz hay cerca de 60 especies de animales vertebrados que no existen en ningún otro lugar de la tierra. Veracruz tiene fama de ser uno de los estados con mayor riqueza biológica del país. La abundancia de formas de vida que han sido registradas en su territorio solo es comparable con los niveles de biodiversidad observados en Chiapas y Oaxaca. Pero el territorio veracruzano muestra otro rasgo igualmente significativo, es hogar para más de medio centenar de especies animales que no se encuentran en ninguna otra parte del país ni del planeta.

La fauna silvestre de México incluye alrededor de 958 especies animales que son endémicas al país, es decir que su distribución geográfica está restringida exclusivamente al territorio mexicano. Cerca de 200 de esas especies endémicas están presentes en Veracruz. Dentro de ese contingente hay unas 60 especies que solo existen en el estado de Veracruz, la mayoría de ellas habita en las regiones montañosas del centro de la entidad y de la zona de Los Tuxtlas. En general tienen requerimientos ecológicos muy particulares y, aunque pueden ser relativamente abundantes a nivel local, suelen estar confinadas a ambientes muy específicos, ocupando áreas geográficas muy reducidas; en ciertos casos su área de distribución ocupa apenas unos cuantos kilómetros cuadrados. Hay casos extremos de especies de fauna que son exageradamente raras, a las cuales únicamente se les conoce a partir de uno o dos ejemplares.

El estado de Veracruz es el tercero más diverso en fauna en el país (Flores-Villela y Gerez 1994). Los tipos de vegetación mejor representados en cuanto a número de especies son los bosques mesófilos, los de encino, de coníferas y las selvas tropicales perennifolias.

A pesar de su importancia, este singular y extraordinario legado biológico enfrenta un panorama muy precario para su supervivencia, debido a las grandes transformaciones que ha sufrido el paisaje veracruzano. Las aparentemente interminables selvas veracruzanas son cosa del pasado. Varias especies emblemáticas de la fauna silvestre de Veracruz como el tapir, el águila harpía y la guacamaya roja, han sido erradicadas del estado y las poblaciones de muchas otras están disminuyendo de forma preocupante. Las especies endémicas resultan más vulnerables a desaparecer que las especies con rangos de distribución más amplios, y mientras más pequeña sea su área de distribución mayor es el riesgo que corren de sufrir graves daños a causa de peligros como la contaminación, destrucción del hábitat, cacería o colecta.

Para el estrado de Veracruz se registran estas especies de Grupos de Flora y Fauna Silvestre

**Tabla IV. 22. Especies para el estado de Veracruz**

Especies Grupo	Total	Número de Especies	
		Endémicas	Bajo categoría de la NOM-059
Hongos (macromicetos)	217		
Plantas vasculares	6 536		116
Insectos	7 153		
Peces	621		11
Anfibios	103	37	42
Reptiles	220	17	102
Aves	717	29	170
Mamíferos	204	4	64

Fuente: Elaboración con base en la información de Biodiversidad del Estado de Veracruz

Avifauna

A nivel estatal, Veracruz es el segundo lugar en cuanto a riqueza de especies de aves, con 719, sólo después de Oaxaca, que cuenta con 736 especies (Navarro-Sigüenza et al. 2014). En Veracruz se han realizado diversos estudios recientes sobre ornitofauna: ecología de comunidades (Rueda-Hernandez *et al.* 2015), diversidad (Bojorges-Baños y López-Mata 2005, González-García *et al.* 2014), ecología de poblaciones (Ruelas et al. 2010), distribución de algunos grupos en particular (Ortiz-Pulido y Díaz 2001), nuevos registros de especies (Fuentes-Moreno et al. 2016, García-Domínguez y Velarde 2015), dispersión de semillas (Hernández-Ladrón de Guevara *et al.* 2012) y métodos de colecta (Hernández-Dávila *et al.* 2015), entre otros; sin embargo, la mayoría de estos estudios han sido realizados tanto en el centro como en el sur del estado.

Herpetofauna

En el caso de los reptiles, hay unas 17 especies de lagartijas y serpientes que son únicas de Veracruz. La región de Los Tuxtlas es el hogar de ocho de esas especies. Entre las más raras, conocidas a partir de un solo espécimen, están: la culebra caracolera *Sibon linearis* y la guardacamino *Conophis morai*, ambas exclusivas de dicha región. Otros reptiles endémicos muy raros, por sus escasos registros, son el lagarto-escorpión del Monte Orizaba *Mesaspis antauges*, la culebra-ciempiés *Tantilla slavensi* y la culebra minera *Geophis chalybeus*.

De todos los grupos de vertebrados el de los anfibios es el que presenta el mayor número de especies endémicas a Veracruz, con más de 30 especies. La mayoría son ranas arborícolas y salamandras o tlaconetes, como se les nombran regionalmente. Se caracterizan por tener rangos de distribución muy restringidos. Por ejemplo, los bosques de los alrededores de La Joya y Las Vigas son hogar exclusivo de la salamandra-pie plano pigmea *Chiropterotriton lavae*, y las salamandras *Thorius minydemus* y *Thorius munificus*. Un número importante de estas especies habita en los bosques situados entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote, preferentemente en áreas de bosque mesófilo de montaña y de pino encino, donde abundan las bromelias -conocidas comúnmente como tenchos-



que son usadas por varias especies como sitios de refugio y reproducción. Incluso, hay una especie de salamandra que recientemente fue descrita para la ciencia, se trata de la salamandra de cafetal *Pseudoeurycea cafetalera*, descubierta en el bosque mesófilo de Huatusco.

Mamíferos

La riqueza de especies de vertebrados que existe en México lo sitúan como un país de relevante importancia zoológica a nivel mundial, particularmente en lo que se refiere a mamíferos.

De acuerdo con Gonzalez Christen (2016), el estado de Veracruz alberga una fauna mastozoológica terrestre nativa agrupada en 11 órdenes que concentran 195 especies, 60 son especies monotípicas 135 son politípicas. Se encontraron ejemplares de 179 de las especies en las colecciones de Norteamérica, 128 en otras colecciones nacionales y 159 en la colección de mamíferos del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Veracruzana (IIB-UV).

En la literatura científica se han reportado ocho especies con distribución en el estado y que no cuentan con ejemplares depositados en las colecciones científicas consultadas: *Chironectes minimus*, *Cryptotis alticola*, *Macrotus waterhousii*, *Phylloderma stenops*, *Diaemus youngi*, *Molossus sinaloae*, *Eumops auripendulus* y *Nyctinomops aurispinosus*. Por su distribución geográfica, 30 especies son endémicas a México de estas, *Cryptotis nelsoni* y *Orthogeomys lanianus* son endémicas a la entidad veracruzana. Por su grado de riesgo 53 especies están consideradas en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, además 23 de ellas se enlistan en los Apéndices CITES y 13 son consideradas en la lista roja de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la

Naturaleza por sus siglas en inglés). El número de especies bajo algún estatus de riesgo, es más que alarmante; de los órdenes representados en el estado, al menos diez de ellos, albergan de entre una a 20 especies protegidas. El orden taxonómico con el mayor número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 es Chiroptera, seguido del orden carnívora y en tercer lugar Rodentia; todos los demás ordenes figuran en la lista de especies con estado de riesgo solo con una o dos especies.

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 (Florido y Sánchez 2010; Hansen HWDO. 2011), como con los patrones de distribución en el golfo de México (Sánchez y Raz-Guzman 1997; Barba *et al.*, 2005).

Entre los hábitats acuáticos, los estructurados albergan mayor diversidad faunística que aquellos no estructurados, ya que los primeros incrementan la sobrevivencia y el



crecimiento de las poblaciones asociadas (Heck y Crowder 1990; Minello & Zimmerman 1991; Gullström *et al.*, 2008). En particular, los moluscos, macrocrustáceos y peces distribuidos en los ecosistemas limnéticos están marcadamente asociados con determinados hábitats estructurados (Everett & Ruiz 1993).

Características de la fauna a nivel de la región

Según el PRDU del Municipio de Tlacotalpan, existen 311 especies de aves, agrupadas en 59 familias. De éstas, 144 son residentes (44.3%), 130 son migratorias invernales (41.8%) y 37 migratorias de paso (11.8%). A esta lista se pueden agregar otras 35 especies que son registros de otros autores, dando un total de 346 especies de aves registradas en el sistema laguna. Dentro de las especies de mayor importancia se encuentran diferentes patos entre ellos el pato real mexicano *Cairina moschata* que está catalogado como una especie en peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 por lo que está protegido y está prohibida su caza.

Entre los mamíferos podemos encontrar algunos como mapaches *Procyon lotor*, puercoespín *Coendu mexicanus*, oso hormiguero *Tamandua mexicana*, jaguarundi *Herpailurus yagouaroundi*, nutria *Lontra longicaudus*, tlacuache *Didelphis marsupialis*, zorrillo *Mephitis sp*, coatí *Nasua narica*, ardilla *Sciurus aureogaster*, entre otros. De estos el mapache y el coatí son cazados como parte de la dieta de algunas familias de las comunidades, el oso hormiguero está catalogado como una especie en peligro de extinción, la nutria, el jaguarundi y el puerco espín están catalogados como amenazados de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el municipio también se encuentran reptiles como tortugas de diferentes especies de las cuales hay algunas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, iguana verde y serpientes como boas, además de peces y crustáceos en los cuerpos de agua.

**Tabla IV. 23. Registros históricos de distribución potencial de mamíferos a nivel regional**

Familia	Nombre científico	Nombre común	Gremio alimenticio	Nom-059-SEMARNAT- 2010
<i>Felidae</i>	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	Jaguarundi, onza	Carnívoro	Amenazada
<i>Mustelidae</i>	<i>Lontra longicaudis</i>	Nutria	Carnívoro	Amenazada
<i>Procyonidae</i>	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	Omnívoro	No
<i>Procyonidae</i>	<i>Nasua narica</i>	Coatí	Omnívoro	No
<i>Mephitidae</i>	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo	Omnívoro	No
<i>Myrmecophagidae</i>	<i>Tamandua mexicana</i>	Oso hormiguero	Insectívoro	En peligro de extinción
<i>Erethizontidae</i>	<i>Coendou mexicanus</i>	Puerco espín	Frugívoro	Amenazada
<i>Sciuridae</i>	<i>Sciurus aureogaster</i>	Ardilla	Frugívoro	No
<i>Didelphidae</i>	<i>Didelphis marsupialis</i>	Tlacuache	Omnívoro	No

Fuente: Pronatura Veracruz A.C., 2013



Tabla IV. 24. Listado de la distribución potencial de reptiles nivel regional

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-2010
<i>Iguanidae</i>	<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde	Protección especial
<i>Staurotypidae</i>	<i>Claudius angustatus</i>	Tortuga Chopontil	En peligro de extinción
<i>Emydidae</i>	<i>Trachemys venusta</i>	Tortuga pinta	No considerada
<i>Kinostemidae</i>	<i>Kinosternon leucostomun</i>	Tortuga chachahua	Protección especial
<i>Boidae</i>	<i>Boa constrictor</i>	Boa	Amenazada

Fuente: Pronatura Veracruz A.C., 2013

Tabla IV. 25. Registros históricos de distribución potencial de aves nivel regional

Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
Anatidae	<i>Dendrocygna autumnalis</i>	Pijije ala blanca	Común	Herbívoro	
Anatidae	<i>Cairina moschata</i>	Pato real	Bastante común		En peligro de extinción
Anatidae	<i>Anas americana</i>	Pato chalcuán		Herbívoro	
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Cerceta ala azul	Común a poco común	Carnívoro	No considerada
Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharón-norteño		Herbívoro	
Anatidae	<i>Anas acuta</i>	Pato golondrino		Granívoro	
Anatidae	<i>Anas crecca</i>	Cerceta ala verde		Granívoro	
Anatidae	<i>Aythya americana</i>	Pato cabeza roja	Poco común, pero de	Herbívoro	
Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca vetula	Común a poco común	Frugívoro	No considera
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Común	Insectívoro	Sujetas a protección
Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	Zambullidor pico grueso	Común	Insectívoro	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
Ciconiidae	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Bastante común	Pescado	Sujetas a protección
Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fregata magnífica	Común	Pescado	
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán oliváceo	No común	Carnívoro	No considerada
Anhingidae	<i>Anhinga anhinga</i>	Anhinga americana	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
Pelecanidae	<i>Pelecanus erythrorhynchos</i>	Pelícano	No común a raro	Carnívoro	No
Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano	Bastante común	Pescado	Amenazada
Ardeidae	<i>Botaurus pinnatus</i>	Avetoro neotropical	Poco común		Amenazada
Ardeidae	<i>Tigrisoma mexicanum</i>	Garza- tigre mexicana	Poco común		Sujetas a protección
Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Poco común	Carnívoro	Sujeta a protección
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie- dorado	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garceta azul	Poco común	Carnívoro	No considerada
Ardeidae	<i>Egretta tricolor</i>	Garceta tricolor		Pescado	
Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
Ardeidae	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
Ardeidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Pedrete corona negra	Bastante común	Pescado	
Ardeidae	<i>Nyctanassa violacea</i>	Pedrete corona clara		Insectívoro	Amenazada
Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Bastante común a común	Insectívoro	
Threskiornithidae	<i>Plegadis chihi</i>	Ibis cara blanca	Bastante común	Insectívoro	
Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	Bastante común	Pescado	
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Común a poco común	Carroñero	No considerada
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Común a poco común	Carroñero	No considerada
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	Zopilote sabanero	Bastante común pero de		Sujetas a protección



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Accipitridae</i>	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
<i>Accipitridae</i>	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Común	Insectívoro	Sujetas a protección
<i>Accipitridae</i>	<i>Busarellus nigricollis</i>	Aguililla canela	Bastante común		Sujetas a protección
<i>Accipitridae</i>	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	Común a poco común	Carnívoro	No considerada
<i>Accipitridae</i>	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho-rufo	Poco común	Carnívoro	Sujeta a protección
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteogallus anthracinus</i>	Aguililla-negra menor	Común a poco común	Carnívoro	Sujeta a protección especial
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteogallus urubitinga</i>	Aguililla- negra mayor	Bastante común		Sujetas a protección
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo magnirostris</i>	Aguililla caminera	Común a poco común	Carnívoro	No considerada
<i>Accipitridae</i>	<i>Buteo brachyurus</i>	Aguililla cola- corta	Común a poco común	Carnívoro	No considerada
<i>Rallidae</i>	<i>Laterallus ruber</i>	Polluela rojiza	Bastante común		
<i>Rallidae</i>	<i>Rallus limicola</i>	Rascón limícola	Poco común	Pescado	Amenaza da
<i>Rallidae</i>	<i>Aramides cajaneus</i>	Rascón cuello gris	Bastante común		
<i>Rallidae</i>	<i>Porzana</i>	Polluela sora	Poco común	Granívoro	
<i>Rallidae</i>	<i>Porphyrio martinicus</i>	Gallineta morada		Omnívoro	
<i>Rallidae</i>	<i>Fulica</i>	Gallareta americana	Común	Hervívoro	
<i>Aramidae</i>	<i>Aramus guarauna</i>	Carao	Común	Insectívoro	Amenazada
<i>Charadriidae</i>	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo tildío	Común	Insectívoro	
<i>Recurvirostridae</i>	<i>Himantopus mexicanus</i>	Candelero americano	Bastante común	Insectívoro	
<i>Recurvirostridae</i>	<i>Recurvirostra americana</i>	Avoceta americana	Común	Insectívoro	
<i>Jacaniidae</i>	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana	Común		
<i>Scolopacidae</i>	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	Poco común a común	Carnívoro	No considerada



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Scolopacidae</i>	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario		Insectívoro	
<i>Scolopacidae</i>	<i>Tringa melanoleuca</i>	Patamarilla mayor		Insectívoro	
<i>Scolopacidae</i>	<i>Tringa flavipes</i>	Patamarilla menor		Insectívoro	
<i>Scolopacidae</i>	<i>Calidris</i>	Playero chichicuilete		Insectívoro	
<i>Scolopacidae</i>	<i>Gallinago delicata</i>	Agachona común		Insectívoro	
<i>Laridae</i>	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora		Insectívoro	
<i>Laridae</i>	<i>Larus argentatus</i>	Gaviota plateada		Omnívoro	
<i>Laridae</i>	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Charrán pico grueso	Poco común	Insectívoro	
<i>Laridae</i>	<i>Hydroprogne caspia</i>	Charrán	Bastante común	Pescado	
<i>Laridae</i>	<i>Chlidonias</i>	Charrán negro		Insectívoro	
<i>Laridae</i>	<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán real	Común	Pescado	
<i>Columbidae</i>	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	Común a poco común	Granívoro	No considerada
<i>Columbidae</i>	<i>Columbina talpacoti</i>	Tórtola rojiza	Común a poco común	Granívoro	No considerada
<i>Cuculidae</i>	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo canela	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Cuculidae</i>	<i>Tapera naevia</i>	Cuclillo rayado	Común		
<i>Cuculidae</i>	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Común a poco común	Insectívoro	Probable mente extinta
<i>Apodidae</i>	<i>Cypseloides niger</i>	Vencejo negro			
<i>Apodidae</i>	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo cuello blanco	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Trochilidae</i>	<i>Archilochus colubris</i>	Colibrí garganta rubí	Poco común a común	Nectarívoro	No considerada
<i>Trochilidae</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	Colibrí yucateco	Común a poco común	Nectarívoro	No considerada
<i>Trogonidae</i>	<i>Trogon melanocephalus</i>	Trogón cabeza negra	Común a poco común	Omnívoro	No considerada
<i>Alcedinidae</i>	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín- pescador de collar	Común		
<i>Alcedinidae</i>	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martín- pescador norteño		Pescado	



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Alcedinidae</i>	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín- pescador amazónico	Común		
<i>Alcedinidae</i>	<i>Chloroceryle americana</i>	Martín- pescador verde	Común		
<i>Picidae</i>	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Picidae</i>	<i>Picoides</i>	Carpintero mexicano	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Picidae</i>	<i>Dryocopus lineatus</i>	Carpintero lineado	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Falconidae</i>	<i>Caracara cheriway</i>	Caracara quebrantahuesos	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
<i>Falconidae</i>	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Halcón guaco	Poco común a común	Carnívoro	No considerada
<i>Falconidae</i>	<i>Falco</i>	Cernícalo americano	No común	Carnívoro	No considerada
<i>Falconidae</i>	<i>Falco femoralis</i>	Halcón fajado	Poco común		Amenaza da
<i>Falconidae</i>	<i>Falco</i>	Halcón peregrino	No común	Carnívoro	Sujeta a protección
<i>Psittacidae</i>	<i>Aratinga nana</i>	Perico pecho- sucio	Común a poco común	Frugívoro	Sujeta a protección
<i>Psittacidae</i>	<i>Amazona</i>	Loro cabeza amarilla	Rara		En peligro de extinción
<i>Thamnophilidae</i>	<i>Thamnophilus doliatus</i>	Batará	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Furnariidae</i>	<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	Trepatroncos bigotudo	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Furnariidae</i>	<i>Synallaxis erythrothorax</i>	Güitío pecho rufo	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquero lampiño	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Todirostrum cinereum</i>	Espatulilla amarillo	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Empidonax minimus</i>	Mosquero mímimo	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Mosquero cardenal	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Attila spadiceus</i>	Atila	Bastante común		Sujetas a protección
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Papamoscas triste	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas viajero		Insectívoro	
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas tirano	Bastante común a común		



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Tyrannidae</i>	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Megarynchus pitangua</i>	Luis pico grueso	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus forficatus</i>	Tirano- tijereta rosado	Común	Insectívoro	
<i>Tyrannidae</i>	<i>Tyrannus savana</i>	Tirano-tijereta gris	Común		
<i>Tyrannidae</i>	<i>Pachyramphus aglaiae</i>	Mosquero- cabezón	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo griseus</i>	Vireo ojos blancos	Poco común a común	Insectívoro	Amenaza da
<i>Vireonidae</i>	<i>Vireo solitarius</i>	Vireo cabeza azul	Poco común a común	Insectívoro	Sujeta a protección
<i>Corvidae</i>	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara papán	Común a poco común	Omnívoro	No considerada
<i>Hirundinidae</i>	<i>Progne</i>	Golondrina acerada	Común		
<i>Hirundinidae</i>	<i>Tachycineta bicolor</i>	Golondrina bicolor	Poco común a	Insectívoro	No considerada
<i>Hirundinidae</i>	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	Común, pero de distribución poco uniforme		
<i>Hirundinidae</i>	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina aliaserrada	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Hirundinidae</i>	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Troglodytidae</i>	<i>Campylorhynchus rufinucha</i>	Matraca nuca fufa	Común	Insectívoro	Amenaza da
<i>Troglodytidae</i>	<i>Pheugopedius maculipectus</i>	Chivirín moteado	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Troglodytidae</i>	<i>Uropsila leucogastra</i>	Chivirín vientre blanco	Bastante común		
<i>Troglodytidae</i>	<i>Henicorhina leucosticta</i>	Chivirín pecho blanco	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Sylviidae</i>	<i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita azul- gris	Poco común a común	Insectívoro	No considerada



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Mimidae</i>	<i>Dumetella carolinensis</i>	Mauñador gris	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Helmitheros vermivorum</i>	Chipe gusanero	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Parkesia motacilla</i>	Chipe arroyero		Insectívoro	
<i>Parulidae</i>	<i>Parkesianoveboracensis</i>	Chipe charquero	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Geothlypis poliocephala</i>	Mascarita pico grueso	Poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Geothlypis trichas</i>	Mascarita común	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga citrina</i>	Chipe encapuchado	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga ruticilla</i>	Chipe flameanta	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga americana</i>	Parula norteña	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga pitiayumi</i>	Parula tropical	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga magnolia</i>	Chipe de magnolia	No común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga coronata</i>	Chipe coronado	Poco común a no común	Insectívoro	Amenazada
<i>Parulidae</i>	<i>Setophaga virens</i>	Chipe dorso verde	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Cardellina</i>	Chipe corona negra	Común a poco común	Insectívoro	No considerada
<i>Parulidae</i>	<i>Icteria virens</i>	Buscabreña	Poco común a común	Insectívoro	No considerada
<i>Thraupidae</i>	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul- gris	Común a poco común	Frugívoro	No considerada
Genus Incertae Sedis (Saltator)	<i>Saltator coerulescens</i>	Picurero grisáceo	Común a poco común	Frugívoro	No considerada
<i>Emberizidae</i>	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero brincador	Común a poco común	Granívoro	No considerada
<i>Emberizidae</i>	<i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar	Común a poco común	Granívoro	No considerada
<i>Emberizidae</i>	<i>Melospiza lincolnii</i>	Gorrión de Lincoln	Poco común a no común	Granívoro	No considerada



Familia	Nombre científico	Nombre común	Abundancia	Gremio alimenticio	NOM-059-2010
<i>Cardinalidae</i>	<i>Cardinalis cardinalis</i>	Cardenal rojo	Común	Granívoro	Sujetas a protección
<i>Cardinalidae</i>	<i>Cyanocopsa parellina</i>	Colorín azulnegro			
<i>Cardinalidae</i>	<i>Passerina ciris</i>	Colorín	Poco común a no común	Granívoro	Sujeta a protección
<i>Icteridae</i>	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	Común	Insectívoro	
<i>Icteridae</i>	<i>Sturnella</i>	Pradero tortilla- con-chile	Común	Insectívoro	
<i>Icteridae</i>	<i>Dives dives</i>	Tordo cantor	Común a poco común	Granívoro	No considerada
<i>Icteridae</i>	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	Común a poco común	Omnívoro	No considerada
<i>Icteridae</i>	<i>Icterus</i>	Bolsero dominico	Bastante común		
<i>Icteridae</i>	<i>Icterus cucullatus</i>	Bolsero encapuchado	Común	Insectívoro	
<i>Icteridae</i>	<i>Icterus gularis</i>	Bolsero de Altamira	Común a poco común	Frugívoro	No considerada
<i>Icteridae</i>	<i>Icterus galbula</i>	Bolsero de Baltimore	Común	Frugívoro	No considerada
<i>Icteridae</i>	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Común a poco común	Frugívoro	Sujeta a protección especial
<i>Fringillidae</i>	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonia garganta- negra	Común a poco común	Frugívoro	No considerada
	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe de manglar	Común		

Fuente: Pronatura Veracruz A.C., 2013



Tabla IV. 26. Registros históricos de distribución de ictiofauna en el río Papaloapan

	<i>Taxon/especies</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Ríos</i> <i>Procedencia</i>	<i>Componente</i> <i>ecológico</i>
ORDEN:	LEPISOSTEIFORMES	Pejelagarto	Papaloapan	Dulceacuicola
FAMILIA:	LEPISOSTEIDAE	Catan		Eurihalino
ESPECIE:	<i>Lepisosteus tropicus</i> (Gill)			
ORDEN:	CLUPEIFORMES			
FAMILIA:	CUPLEIDAE	Sandia; hacha	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Dorosoma anale</i> (Meek)			
ORDEN:	CYPRINIFORMES			
FAMILIA:	POECILIDAE	Pepesca	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes)			
FAMILIA:	POECILIDAE	Pepesca	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Poecilia sphenops</i> (Valenciennes)			
SUBFAMILIA:	POECILOPSINAE			
ESPECIE:	<i>Pallichthys hubbs</i> (Reagan)	Tópote, Tripon	Papaloapan	Dulceacuicola
SUBFAMILIA:	GAMBUSIINAE			
ESPECIE:	<i>Gambusia</i> sp	Pepesca	Papaloapan	Dulceacuicola
SUBORDEN:	ATHERINOIDEI			
FAMILIA:	ATERINIDAE	Charalito	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Archomenidia boliviari</i>			
ORDEN:	PERCIFORMES			
FAMILIA:	CENTROPOMIDAE	Robalo blanco	Papaloapan	Estuarino
ESPECIE:	<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch)			
ORDEN:	CYPRINIFORMES			
FAMILIA:	CHARACIDAE	Sardinita, sandía	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Astyanax fasciatus</i>			
ORDEN:	SILURIFORMES			
FAMILIA:	ICTALURIDAE	Bagre, bandera, bobo	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Ictalurus meridionalis</i>			
FAMILIA:	ARIIDAE	Bagre, Bandera	Papaloapan	Estuarino
ESPECIE:	<i>Arius melanopus</i> (Günther)			Permanente
FAMILIA:	PIMELODIDAE		Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Rhandia guatemalensis</i> (Günther)			Estenohalino
ORDEN:	SCORPAENIFORMES			
FAMILIA:	TRIGLIDAE	Volador, murciélago	Papaloapan	Marino
ESPECIE:	<i>Prionotus tribulus</i> (Jordan/Gilbert)			Eurihalino
ORDEN:	PERCIFORMES			
FAMILIA:	CICHLIDAE	Tenguayaca	Papaloapan	Dulceacuicola
ESPECIE:	<i>Petenia splendida</i> (Günther)			
FAMILIA:	MUGILIDAE	Bobo	Papaloapan	Temporal estuarino
ESPECIE:	<i>Joturus pikhardi</i> (Poey)			
FAMILIA:	GOBIIDAE		Papaloapan	Estuarino temporal
ESPECIE:	<i>Eleotris pisonis</i> (Gmelin)			

Fuente: López y Ferat 1990



Poblaciones en riesgo.

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; IUCN, 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 Regional 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 Regional no se observó esta actividad ni se encontraron evidencias de esta.

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 de protección marginal, 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 epífitas, 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 puesteo, 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

Tabla IV. 27. 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.

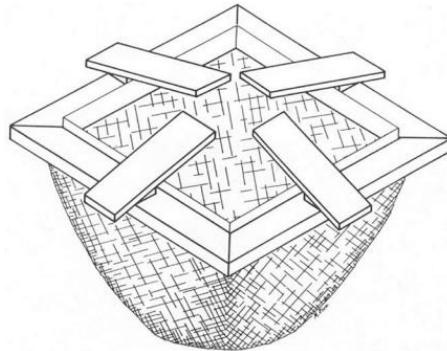


Imagen IV. 37. Esquema trampa de foso flotante para tortugas dulceacuícolas

Para la captura de reptiles terrestres, se realiza un recorrido en la totalidad de las áreas a intervenir por las obras 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 las obras de protección marginal, 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.

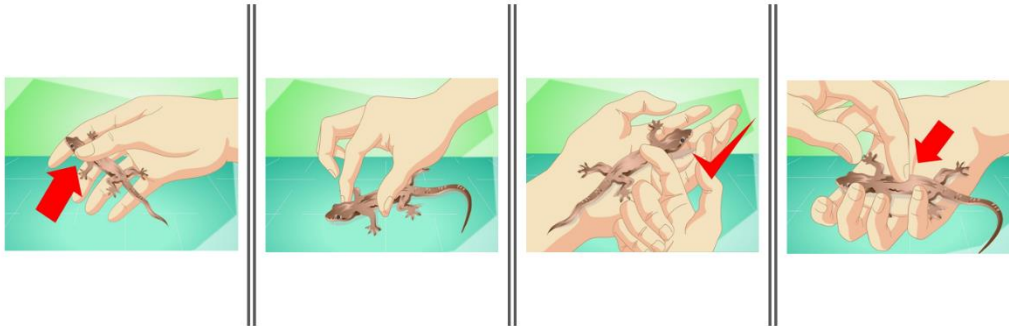


Imagen IV. 38. Forma de manipulación de reptiles.

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.

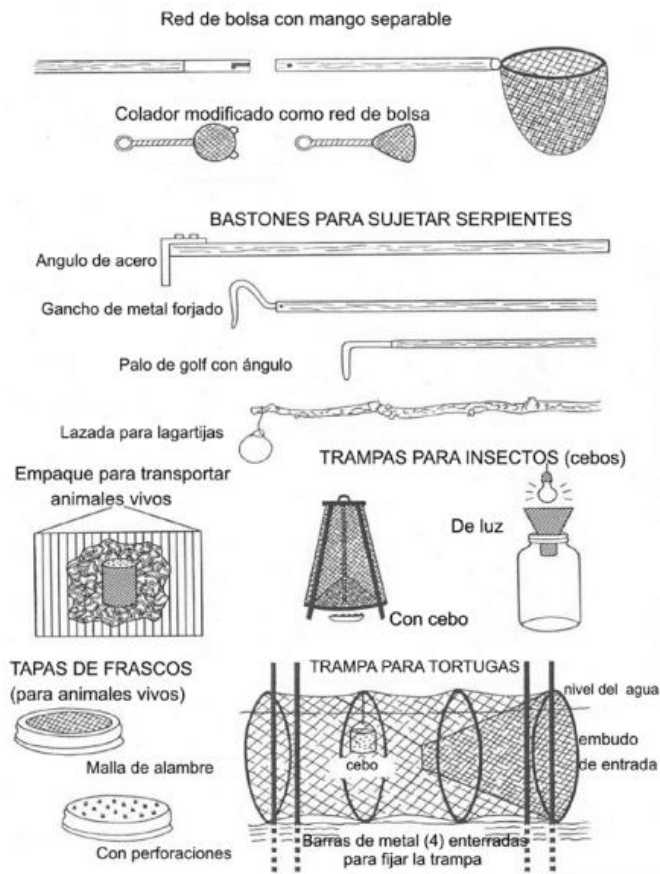


Imagen IV. 39. Algunos instrumentos y trampas para capturar anfibios y reptiles: redes, ganchos herpetológicos, lazos y nasas.



**Tabla IV. 28. Plantilla utilizada para la toma de datos de herpetofauna
PLANTILLA PARA LA TOMA DE DATOS PARA ANFIBIOS Y REPTILES**

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				

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 Chalíf, 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.

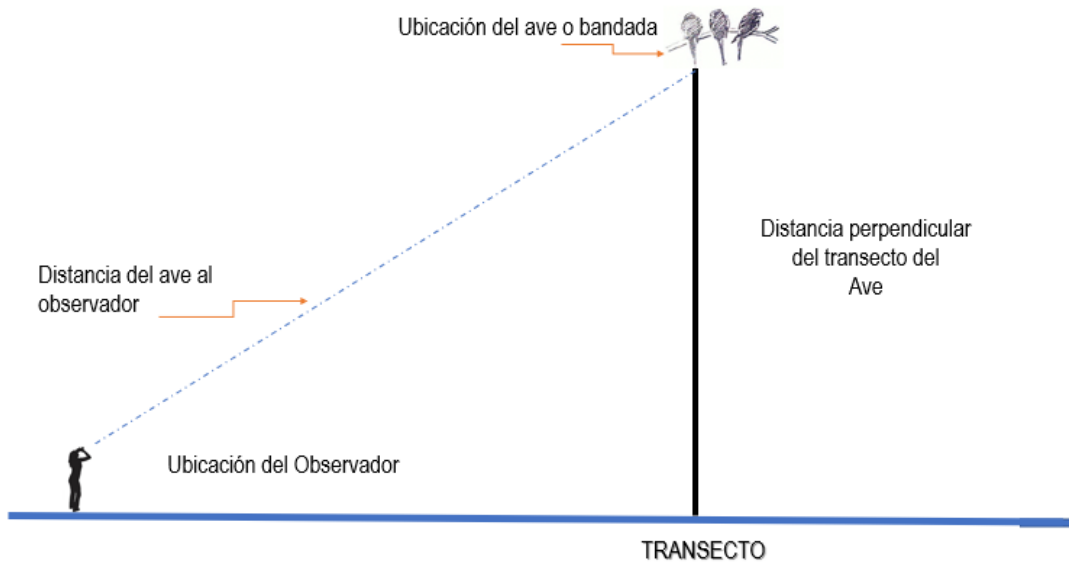


Imagen IV. 40. Observación directa para Aves

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, considerado por dónde va el trazo ya que es de apertura nueva.



Imagen IV. 41. Ejemplificación del muestreo de Aves

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. 42. Ejemplificación de colocación de trampas cámara

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 SA, fueron ubicadas 5 trampas separadas entre 800 y 1,000m entre ellas.

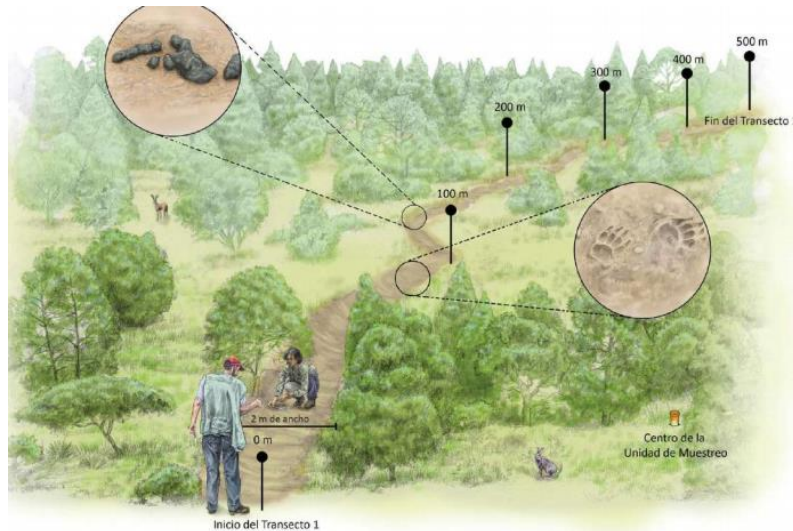


Imagen IV. 43. Unidad de muestreo para mamíferos

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. 44. Ejemplificación de montaje de trampas huella

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 georeferenciando 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 esta 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.



Red tipo D-net



Red de mano o pantalla

Imagen IV. 45. Ejemplos tipos de red utilizadas para el muestreo

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 tramo propuesto protección marginal,

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 44 especies en los sitios cercanos al proyecto, únicamente a nivel del SAR de las especies registradas dos se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas especies pertenecen al grupo de las aves y se encuentran con el estatus de protección especial (Pr).

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 ruta de protección marginal, como el SAR delimitado.

En la siguiente imagen se muestran los transectos y puntos de muestreo realizados tanto en el área del proyecto como sobre las superficies del SAR.

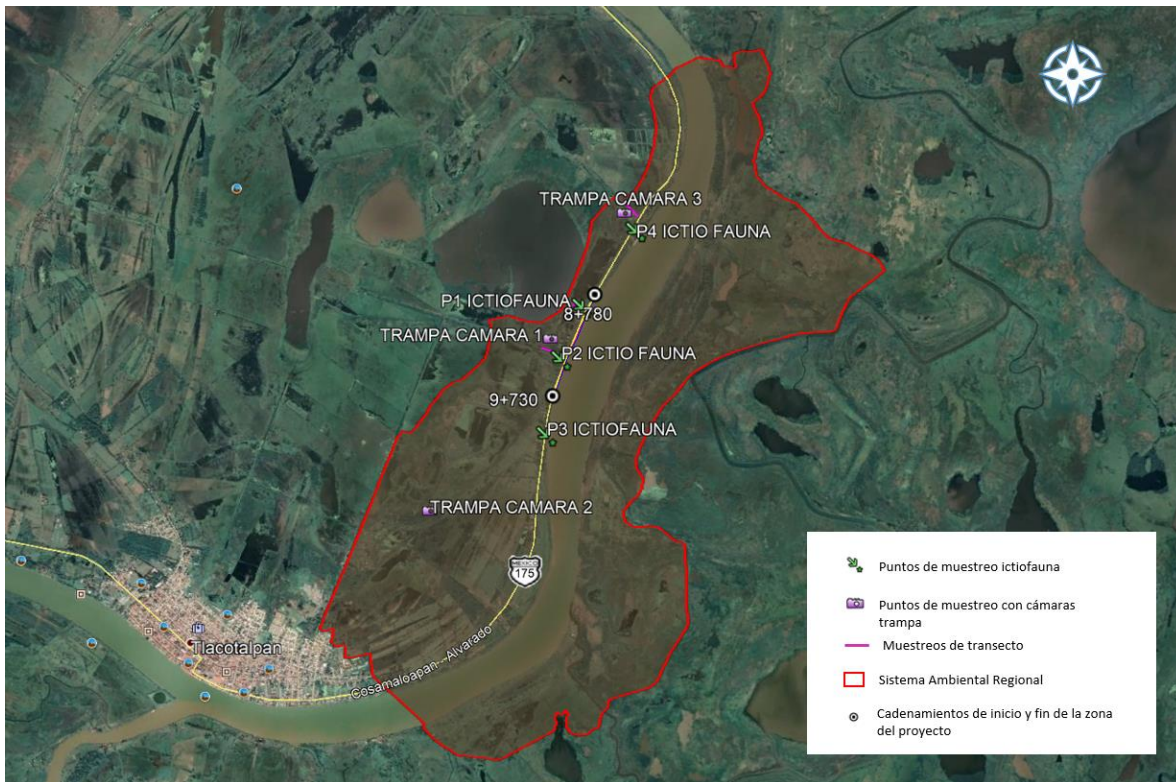


Imagen IV. 46. Localización de sitios de muestreo de fauna

Tabla IV. 29. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna

ID PUNTO	X	Y
P1 ICTIOFAUNA	221628.207	2063763.53
P2 ICTIO FAUNA	221583.373	2063279.33
P3 ICTIOFAUNA	221650.302	2062617.26
P4 ICTIO FAUNA	221889.019	2064523.29
TRAMPA CAMARA 1	221430.96	2063468.31
TRAMPA CAMARA 2	220849.864	2061751.84
TRAMPA CAMARA 3	221734.305	2064688.38
INICIO TRANSECTO 2	221500.563	2063885.87
FIN TRANSECTO 2	221574.378	2063815.35
INICIO TRANSECTO 3	221839.816	2064753.65
FIN TRANSECTO 3	221673.28	2064843.87
INICIO TRANSECTO 1	221459.277	2063430.97
FIN TRANSECTO 1	221359.034	2063428.58

Los registros e identificación de individuos en su mayoría se observaron en zonas alejadas al proyecto y el tipo de vegetación pastizal cultivado algunos árboles dispersos que se localizan en las inmediaciones del proyecto, que proporcionan refugio y seguridad a la fauna que habita y transita en el área, básicamente las zonas cercanas al proyecto, y algunas más en la periferia del río.



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 lineales en el SAR ya que mediante este método se observaron 43 de las de las 44 especies registradas. Por su parte los muestreos de ictiofauna en la orilla del río con la técnica de la red tipo D-net no rindieron frutos y si bien se registró un ejemplar de fauna acuática este registro se dio en un recorrido prospectivo sobre el margen del cauce y se pudo observar dicho ejemplar muerto a las orillas del río.

Con respecto a los muestreos realizados con trampa cámara solo se obtuvo un registro de un mamífero marsupial mediante este método, esto está 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 fue nulo.

Considerando que la zona se encuentra previamente impactada por los sitios aprovechados por la actividad agropecuaria y los asentamientos humanos, 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.

Dado que las condiciones actuales del sitio del proyecto presentan una alta antropización, 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 favorables para la crianza y alimentación.

Registros de fauna en el sitio del proyecto y SAR

Como se ha mencionado el sitio del proyecto se localiza sobre el margen poniente del río Papaloapan entre los kilómetros 8+770 y 9+730 de la carretera Alvarado -Tuxtepec, dada la localización del proyecto y debido a la interrelación que existe entre un sistema fluvial y la presencia de aves, durante la prospección de campo se encontró la evidencia de aves que volaban, perchaban, descansaban y/o buscaban alimento por el sitio y algunas más interactuaban con el ganado presente en el área.

En este sentido se encontraron 44 especies de fauna silvestre (39 aves, 3 de reptiles y 1 especie de mamífero), los registros se realizaron en áreas cercanas al proyecto y en su mayoría en las superficies con mayor grado de conservación del SAR, donde entre otras cosas pudimos observar, campos de agricultura de temporal, zonas de potrero, casas y terrenos fluviales de los afluentes al río. 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 en alguna forma.

De acuerdo con la revisión bibliográfica como ya se mencionó se encontraron dos especies en algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. A su vez, las consideraciones de protección, se aplica para todos los organismos en la prospección de campo.

La presencia de fauna silvestre en el sitio del proyecto para reptiles es baja y mamíferos nula en el momento de la prospección de campo por lo que estas especies son de tendencia baja, y para las aves una diversidad media en los lugares óptimos de hábitat y sus alrededores por estar cercano a diversos sistemas lagunares y al paisaje fluvial.

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. 30. Especies observadas en el trazo y SAR del proyecto.

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
REPTILES				
CHELYDRIDAE	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	Visual	Sin estatus
BUFONIDAE	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	Visual	Sin estatus
PHRYNOSOMATIDAE	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	Visual	Sin estatus
MAMIFEROS				
DIDELPHIDAE	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatrojos Gris	Visual	Sin estatus
PECES				
Cupleidae	<i>Dorosoma anale</i>	Sardina del Papaloapan	Visual	Sin estatus
AVES				
TYRANNIDAE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	Visual	Sin estatus
	<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>Icterus prothemelas</i>	Calandria caperuza negra	Visual	Sin estatus
	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso menor	Visual	Sin estatus
	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	Visual	Sin estatus
CRACIDAE	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	Visual	Sin estatus
ACCIPITRIDAE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	Visual	Sin estatus
	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	Visual	Sin estatus
	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	Visual	Sin estatus
ARDEIDAE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	Visual	Sin estatus
	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	Visual	Sin estatus
	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	Visual	Sin estatus
	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	Visual	Sin estatus
	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	Visual	Sin estatus
	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Visual	Pr
CATHARTIDAE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	Visual	Sin estatus
	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	Visual	Sin estatus
THRAUPIDAE	<i>Sporophila morelleti</i>	Semillero de collar	Visual	Sin estatus



FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	Visual	Sin estatus
	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul- gris	Visual	Sin estatus
THRESKIORNITHIDAE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	Visual	Sin estatus
PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	Visual	Sin estatus
CUCULIDAE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	Visual	Sin estatus
COLUMBIDAE	<i>Columbina tapalcoti</i>	Tortolita canela	Visual	Sin estatus
FRINGILLIDAE	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonía garganta negra	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
LARIDAE	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	Visual	Sin estatus
JACANIDAE	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	Visual	Sin estatus
RALLIDAE	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallineta morada	Visual	Sin estatus
FALCONIDAE	<i>Caracara heriway</i>	Cara cara quebrantahuesos	Visual	Sin estatus
PARULIDAE	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	Visual	Sin estatus
	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	Visual	Sin estatus
	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	Visual	Sin estatus
CICONIIDAE	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Visual	Pr

Fuente: Propia

Del total de estas 44 especies registradas 3 pertenecen al grupo de los Reptiles, 1 pertenece a los mamíferos, 1 más a la ictiofauna y 39 al grupo de aves; de ellas 2 se encuentran en algún estatus de protección de acuerdo con la NOM-059- SEMARNAT-2010, *Ardea herodias* y *Mycteria americana*.

Mediante la observación directa se observaron especies de aves como: garza ganadera (*Bubulcus ibis*), golondrina manglera (*Tachycineta albilinea*), garza blanca (*Ardea alba*), golondrina pecho gris (*Progne chalybea*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Luisito común (*Myiozetetes similis*), Lagartija espinosa vientre rosado (*Sceloporus variabilis*), 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 localizadas en el área del proyecto:



REPTILES



Incilius valliceps



Sceloporus variabilis

Imagen IV. 47. Reptiles registrados en área del proyecto y SAR

MAMIFEROS



Philander opossum

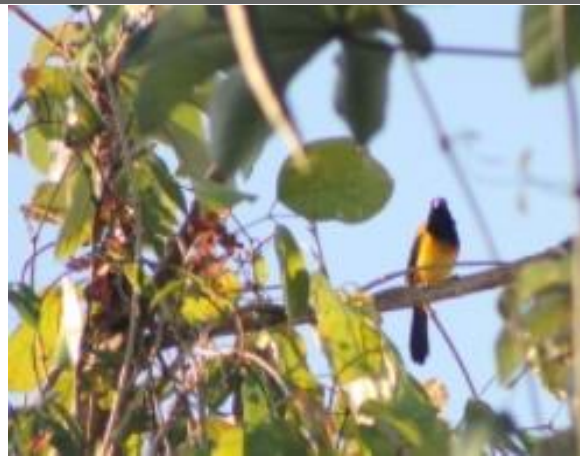
Imagen IV. 48, Mamíferos registrados en área del proyecto y SAR



AVES



Quiscalus mexicanus



Icterus prothemelas



Icterus cucullatus



Sturnella magna



Rupornis magnirostris



Pandion haliaetus



Egretta tricolor



Sporophila moreletii



Saltator coerulescens



Crotophaga sulcirostris



Progne chalybea



Cardellina pusilla



Mniotilta varia



Coragyps atratus



Thraupis episcopus



Jacana spinosa



Eudocimus albus



Melanerpes aurifrons

*Ardea herodias**Leucophaeus atricilla**Pyrocephalus rubinus**Mycteria americana***Imagen IV. 49. Aves registradas en área del proyecto y SAR**

Es importante destacar que el efecto adverso sobre la fauna silvestre en esta zona será muy reducido, lo anterior con base en la naturaleza del proyecto y extensión de este, pues se trata de obras de protección del margen del río para evitar la erosión del cauce 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 expansión ganadera ha sido la actividad que principalmente provocó la reducción del 95% del millón de hectáreas originales de selva y en menor grado de las comunidades de plantas halófitas. Desde finales de la década de los 70, por lo que el área del proyecto y el estado de Veracruz está dominada tradicionalmente por la ganadería y la agricultura.



Imagen IV. 50. Animales de corral en el proyecto y el SAR

Como ya se ha mencionado, la deforestación, la expansión ganadera extensiva, la intensificación agrícola, la urbanización y la explotación petrolera son actividades que han modificado la mayoría de los ecosistemas y sociedades en el trópico húmedo (Bueno, 2005). 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 líquidos.

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 N_1 , al tiempo dos N_2 , al tres N_3 , 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: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, mediante la observación directa se observaron 39 especies de aves entre las que destacan en cuanto a su frecuencia de aparición son: garza ganadera (*Bubulcus ibis*) con el 7.91%; golondrina pecho gris (*Progne chalybea*) con el 7.67%; gaviota reidora (*Leucophaeus atricilla*) con el 6.95%, garza blanca (*Ardea alba*) con el 6.4%; Golondrina manglera (*Tachycineta albilinea*) con el 6.2%, Garrapatero pijuy (*Crotophaga sulcirostris*) con el 4.0%, Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con el 3.8%, estas especies fueron identificadas mediante observación directa, cabe mencionar que las especies catalogadas en la NOM-059 no fueron registradas en el sitio de las obras de protección del margen del cauce sino en sitios del SAR. También es común observar ganado vacuno en las áreas abiertas y cercanas al proyecto



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

Índices de riqueza y biodiversidad

El concepto de diversidad ha sido durante años intensamente discutido por los ecólogos, derivándose de su utilización algunos problemas de tipo semántico, conceptual, y técnico. Es importante señalar que si bien, como ocurre con numerosos métodos, el cálculo de índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es fundamental al utilizarlos considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente su significado en cada caso particular.

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 y, 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.



De acuerdo con la clasificación de los índices; el índice de Simpson pertenece a la clase aditiva (2.8) si hacemos que $\pi_i = 1$, es decir todas las especies tienen el mismo rango y $R(\pi) = 1 - \pi_i$. Entonces:

$$\lambda_{\text{Simp}} = \sum_{i=1}^k \{1 - \pi_i\} \pi_i = 1 - \sum_{i=1}^k \pi_i^2$$

Por lo tanto

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

A continuación, se presentan los resultados de abundancia relativa, e índices de Shannon-Wiener y Simpson, para el área del proyecto.

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.

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 44 especies, 3 de reptiles, 1 especie de mamíferos, 1 de pez y 39 de aves registradas en todo el proyecto (ZP y SAR).

Tabla IV. 31. Abundancia relativa y diversidad de las especies registradas

LUGAR DE AVISTAMIENTO	GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
SAR	AVE	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	33	417	0.079	Sin estatus	0.20073644
SAR Y ZP	AVE	<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	32	417	0.077	Sin estatus	0.19701489
ZP	AVE	<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	29	417	0.070	Sin estatus	0.1853907
SAR Y ZP	AVE	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	27	417	0.065	Sin estatus	0.17723197
SAR	AVE	<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	26	417	0.062	Sin estatus	0.17302094
SAR	AVE	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	17	417	0.041	Sin estatus	0.13045045
ZP	AVE	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	16	417	0.038	Sin estatus	0.12510302
SAR	AVE	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	15	417	0.036	Sin estatus	0.11960561
SAR Y ZP	AVE	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	14	417	0.034	Sin estatus	0.11394821
SAR	AVE	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	13	417	0.031	Sin estatus	0.10811937
SAR	AVE	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	13	417	0.031	Sin estatus	0.10811937
SAR	AVE	<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	13	417	0.031	Sin estatus	0.10811937
SAR	AVE	<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	12	417	0.029	Sin estatus	0.10210589
SAR	AVE	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	12	417	0.029	Sin estatus	0.10210589



LUGAR DE AVISTAMIENTO	GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
SAR	AVE	<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	12	417	0.029	Sin estatus	0.10210589
SAR	AVE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	12	417	0.029	Sin estatus	0.10210589
SAR	AVE	<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	11	417	0.026	Sin estatus	0.09589233
SAR	AVE	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	10	417	0.024	Sin estatus	0.08946046
SAR	AVE	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	10	417	0.024	Sin estatus	0.08946046
SAR	AVE	<i>Sporophila moreletii</i>	Semillero de collar	9	417	0.022	Sin estatus	0.08278838
ZP	AVE	<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	7	417	0.017	Sin estatus	0.06860967
SAR	AVE	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso menor	6	417	0.014	Sin estatus	0.06102628
SAR	AVE	<i>Columbina tapalcoti</i>	Tortolita canela	6	417	0.014	Sin estatus	0.06102628
SAR	AVE	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	417	0.014	Pr	0.06102628
SAR	AVE	<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul- gris	5	417	0.012	Sin estatus	0.05304135
SAR Y ZP	AVE	<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	5	417	0.012	Sin estatus	0.05304135
SAR	REPTIL	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4	417	0.010	Sin estatus	0.04457354
SAR	AVE	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	4	417	0.010	Sin estatus	0.04457354
SAR	AVE	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4	417	0.010	Sin estatus	0.04457354
SAR	AVE	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	4	417	0.010	Pr	0.04457354
SAR	AVE	<i>Euphonia affinis</i>	Eufonía garganta negra	4	417	0.010	Sin estatus	0.04457354
SAR	AVE	<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	4	417	0.010	Sin estatus	0.04457354
SAR	AVE	<i>Icterus prothemelas</i>	Calandria caperuza negra	3	417	0.007	Sin estatus	0.03549981



LUGAR DE AVISTAMIENTO	GRUPO	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
SAR	AVE	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	3	417	0.007	Sin estatus	0.03549981
SAR	AVE	<i>Megaceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	3	417	0.007	Sin estatus	0.03549981
ZP	REPTIL	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	2	417	0.005	Sin estatus	0.02561122
ZP	AVE	<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	2	417	0.005	Sin estatus	0.02561122
SAR	AVE	<i>Porphyrio martinica</i>	Gallineta morada	2	417	0.005	Sin estatus	0.02561122
ZP	AVE	<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	2	417	0.005	Sin estatus	0.02561122
SAR	REPTIL	<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	417	0.002	Sin estatus	0.01446783
SAR	MAMIFERO	<i>Philander opossum</i>	Tlacuache Cuatrojos Gris	1	417	0.002	Sin estatus	0.01446783
SAR	PEZ	<i>Dorosoma anale</i>	Sardina del Papaloapan	1	417	0.002	Sin estatus	0.01446783
ZP	AVE	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	1	417	0.002	Sin estatus	0.01446783
SAR	AVE	<i>Caracara heriway</i>	Cara cara quebrantahuesos	1	417	0.002	Sin estatus	0.01446783



Gráfica IV. 7. Diversidad de las especies registradas

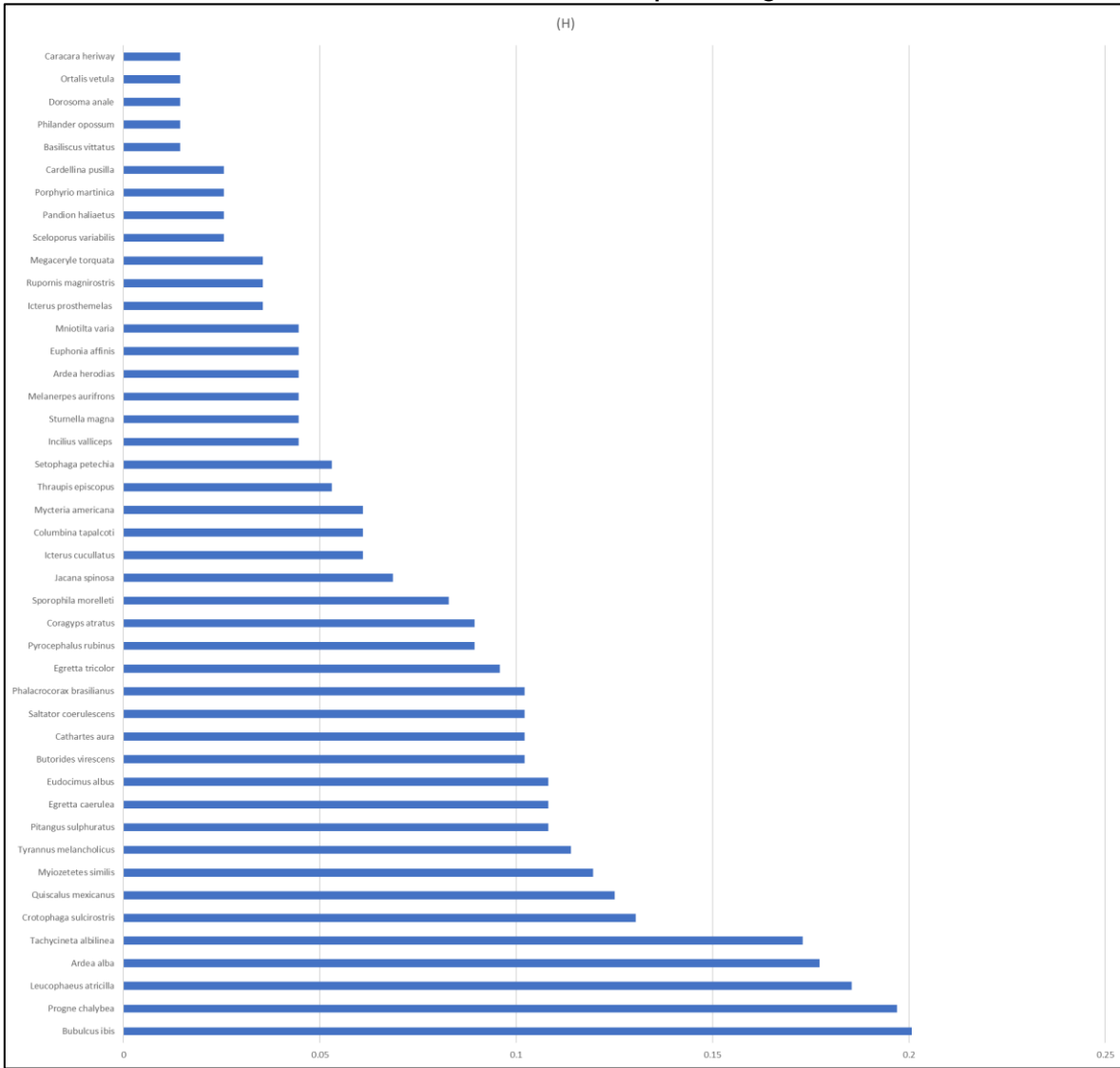


Tabla IV. 32. índices de riqueza, diversidad y equidad para las especies totales registradas

Índice de shannon	3.41938149
H'Max	3.78418963
índice de Margalef	7.12736374
Índice de Pielou	0.90359676

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 39 especies observadas y un total de 408



individuos registrados; mientras que los reptiles tuvieron una abundancia de tres especies observadas y un total de 7 ejemplares, mientras que la fauna acuática fue representada por una sola especie y un ejemplar y los mamíferos presentan una diversidad de una especie por un individuo.



En cuanto a los grupos de fauna se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto diversidad y abundancia se refiere

Tabla IV. 33. 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>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	33	408	0.081	Sin estatus	0.20339967
<i>Progne chalybea</i>	Golondrina pecho gris	32	408	0.078	Sin estatus	0.19964951
<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota reidora	29	408	0.071	Sin estatus	0.18792934
<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	27	408	0.066	Sin estatus	0.17969759
<i>Tachycineta albilinea</i>	Golondrina manglera	26	408	0.064	Sin estatus	0.17544715
<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	17	408	0.042	Sin estatus	0.13241891
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	16	408	0.039	Sin estatus	0.127007
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito común	15	408	0.037	Sin estatus	0.1214418
<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano pirirí	14	408	0.034	Sin estatus	0.11571308
<i>Pitangus sulphuratus</i>	Bienteveo común	13	408	0.032	Sin estatus	0.10980915
<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	13	408	0.032	Sin estatus	0.10980915
<i>Eudocimus albus</i>	Ibis blanco	13	408	0.032	Sin estatus	0.10980915
<i>Butorides virescens</i>	Garceta verde	12	408	0.029	Sin estatus	0.10371649
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	12	408	0.029	Sin estatus	0.10371649
<i>Saltator coerulescens</i>	Saltador gris	12	408	0.029	Sin estatus	0.10371649
<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán neotropical	12	408	0.029	Sin estatus	0.10371649
<i>Egretta tricolor</i>	Garza tricolor	11	408	0.027	Sin estatus	0.09741934
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	10	408	0.025	Sin estatus	0.09089907
<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	10	408	0.025	Sin estatus	0.09089907
<i>Sporophila morelleti</i>	Semillero de collar	9	408	0.022	Sin estatus	0.08413329
<i>Jacana spinosa</i>	Jacana norteña	7	408	0.017	Sin estatus	0.06974877



NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	(H)
<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria dorso menor	6	408	0.015	Sin estatus	0.06205158
<i>Columbina tapalcoti</i>	Tortolita canela	6	408	0.015	Sin estatus	0.06205158
<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	6	408	0.015	Pr	0.06205158
<i>Thraupis episcopus</i>	Tángara azul- gris	5	408	0.012	Sin estatus	0.05394399
<i>Setophaga petechia</i>	Chipe amarillo	5	408	0.012	Sin estatus	0.05394399
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	4	408	0.010	Sin estatus	0.04534287
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero cheje	4	408	0.010	Sin estatus	0.04534287
<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	4	408	0.010	Pr	0.04534287
<i>Euphonia affinis</i>	Eufonía garganta negra	4	408	0.010	Sin estatus	0.04534287
<i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador	4	408	0.010	Sin estatus	0.04534287
<i>Icterus prothemelas</i>	Calandria caperuza negra	3	408	0.007	Sin estatus	0.03612246
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla caminera	3	408	0.007	Sin estatus	0.03612246
<i>Megasceryle torquata</i>	Martin pescador de collar	3	408	0.007	Sin estatus	0.03612246
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	2	408	0.005	Sin estatus	0.02606922
<i>Porphyrio martinica</i>	Gallineta morada	2	408	0.005	Sin estatus	0.02606922
<i>Cardellina pusilla</i>	Chipe Corona Negra	2	408	0.005	Sin estatus	0.02606922
<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	1	408	0.002	Sin estatus	0.0147335
<i>Caracara heriway</i>	Cara cara quebrantahuesos	1	408	0.002	Sin estatus	0.0147335



Tabla IV. 34. Abundancia relativa y diversidad para los reptiles

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NUM (Ni)	N TOT (N)	ABUNDANCIA RELATIVA (Pi)	Estatus NOM 059 SEMARNAT 2010	H
<i>Basiliscus vittatus</i>	Toloque rayado	1	7	0.143	Sin estatus	0.27798716
<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	4	7	0.571	Sin estatus	0.31978045
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	2	7	0.286	Sin estatus	0.35793228



Es importante mencionar que los cálculos para los grupos de mamíferos y peces no se presentaron debido a que al registrarse solo una especie e individuo la diversidad es de 0.

Tabla IV. 35. índices de riqueza, diversidad y equidad para las aves

Índice de shannon	3.35689609
H'Max	3.66356165
índice de Margalef	6.3214625
Índice de Pielou	0.91629305

Tabla IV. 36. índices de riqueza, diversidad y equidad para los reptiles

Índice de shannon	0.95569989
H'Max	1.09861229
índice de Margalef	1.02779668
Índice de Pielou	0.86991553

Las especies de reptiles presentan un Índice de Shannon de 0.95, un índice de Margalef de 1.02 y un índice de Pielou de 0.86, lo que nos indica que existe poca diversidad y riqueza sin embargo hay equidad de especies en cuanto a herpetofauna se refiere, para las aves el Índice de Shannon de 3.35 un índice de Margalef de 6.32 y un índice de Pielou de 0.91 del 0.950, lo que se puede traducir como una diversidad media equitativo 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 SAR 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.

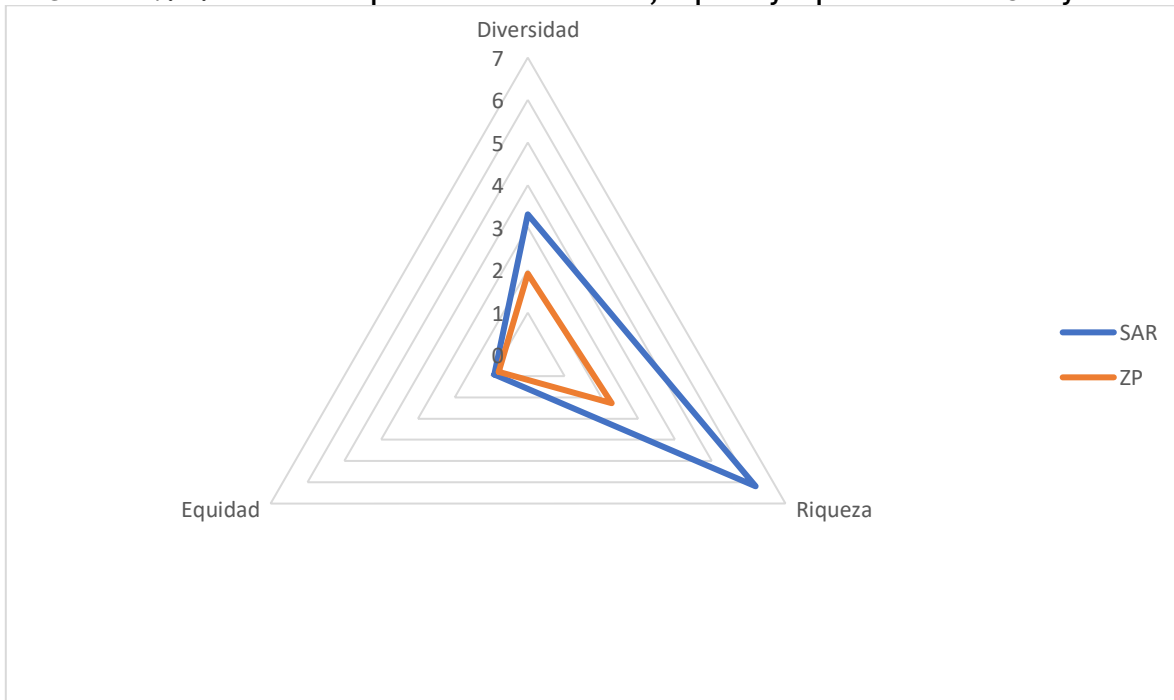
Tabla IV. 37. índices de riqueza, diversidad y equidad para el SAR y ZP

		SAR	ZP
Índice de Shannon	Diversidad	3.30869822	1.91145402
Índice de Margalef	Riqueza	6.18863883	2.27559807
Índice de Pielou	Equidad	0.91630391	0.79713824

Con base en los índices obtenidos podemos concluir que si bien el SAR del proyecto se considera un sitio con alta riqueza, diversidad 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 la carretera actual, así como de

asentamientos humanos aledaños presenta una diversidad y riqueza media y es menos equitativo en comparación con el sistema ambiental Regional.

Gráfica IV. 8. 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 SAR 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 los datos obtenidos se tiene el registro de dos especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que se menciona a continuación las medidas que se deben llevar para que no se vean afectadas por este proyecto.

Tabla IV. 38. Especies registrados en campo a nivel del SAR bajo algún estatus de conservación. (NOM-059-SEMARNAT-2010: Peligro de extinción (P), Protección especial (Pr).

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FUENTE	NOM-059
AVES	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Visual	Pr
AVES	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Visual	Pr

Fuente: Propia

Estas dos especies catalogadas en la NOM-059, observadas en el proyecto, no tienen una incidencia directa con las obras de protección del cauce, ya que fueron observadas en el SAR, como se muestran en las coordenadas de la tabla e imágenes de satélite siguientes.

En el muestreo de reptiles, las especies registradas fueron localizadas en el SAR alejadas de la zona de obras de protección del margen del cauce, estas especies fueron identificadas mediante observación directa y registro de fotografías.



Imagen IV. 51. Sitio de observación de las aves catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Tabla IV. 39. Coordenadas de los puntos de avistamiento de las especies en la NOM 059 SEMARNAT 2010

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059	X	Y
AVES	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	Pr	221590.00	2064487.00
AVES	<i>Mycteria americana</i>	Cigüeña americana	Pr	220989.38	2061500.50

Fuente: Propia

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 calidad del agua, en la presencia de enfermedades y en el clima. Estas proporcionan servicios ambientales invaluable, como el control de plagas, la dispersión de semillas y la polinización.

Las aves son indispensables para mantener la salud de los ecosistemas, controlan plagas y vectores de varias enfermedades al consumir enormes cantidades de insectos y roedores, facilitan la descomposición y el reciclaje de los nutrientes al alimentarse de carroña, polinizan las flores y dispersan las semillas de muchas especies de plantas (Feria-Arroyo y Peterson, 2002). También construyen cavidades para sus nidos en árboles o en el suelo, que son vitales para otras especies de vida silvestre. Las aves proveen estos servicios a lo largo de sus rutas migratorias a través del continente.

La pérdida de hábitat en los sitios de paso o de descanso representa una causa mayor de mortalidad. A lo largo de año, las amenazas de origen antropogénico tales como ventanas, estructuras altas e iluminadas, el uso indiscriminado de plaguicidas y los gatos domésticos, contribuyen significativamente con las disminuciones poblacionales de muchas especies. La protección de los hábitats de paso o descanso, especialmente a lo largo de las cadenas montañosas, corredores riparios y otras avenidas para la migración, es una prioridad de gran relevancia. La disminución de las poblaciones de aves es un claro indicador de la degradación de los ecosistemas, lo cual se relaciona con la reducida calidad de vida.

Para ser efectivos, los programas de conservación requieren de un entendimiento más amplio de patrones de distribución, conectividad estacional entre sitios, factores que limitan la productividad y sobrevivencia de las aves a lo largo del año, así como de las capacidades humanas para la conservación. Es necesario también mejorar nuestro conocimiento acerca de las respuestas de las poblaciones de aves ante diferentes prácticas de manejo, así como de los efectos acumulativos de la mortalidad directa provocada por las actividades humanas.

Grupo faunístico indicador de la situación medioambiental

Las aves son un grupo modelo para estudios biológicos en general, se utilizan como indicadores de la conservación de especies silvestres y para identificar regiones perturbadas o que necesitan protección, ya que son buenas indicadores del potencial de la biodiversidad de una región porque son fáciles de observar y monitorear. Por lo que para este proyecto son nuestro grupo indicador del estado de conservación del ecosistema.

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 utilizara el camino 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 desplazaran 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 (Alvarez 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.

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

Si bien el esfuerzo de muestreo que aplicamos en el área de estudio ha sido considerable, el tamaño del SAR y el difícil acceso a algunas partes de este, hacen aún queden zonas que no han sido muestreadas. Esto aumenta la posibilidad de que en el futuro se registre la presencia de especies aún no reportadas para el proyecto como las de la tabla de especies, e incluso para la entidad que no hayan sido registradas antes.

Es por esto por lo que recomendamos ampliamente darle continuidad y atención a este apartado, aportando información complementaria a la obtenida hasta el momento en los momentos de inicio y transcurso de la obra. Además, esperamos que, al tener disponible, información más precisa, esta permitiría el cumplimiento de medidas de protección específicas y recomendaciones para el manejo de la fauna silvestre de este proyecto, sobre todo de las especies endémicas y en alguna categoría de riesgo.

La presencia de estas especies 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.

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 al uso de Suelo y vegetación del SAR del proyecto, el cual cuenta únicamente con Pastizal Cultivado, cabe señalar que este será el único Uso de suelo y Vegetación que será modificado por la inclusión del proyecto; dentro del SAR, se realizaron 5 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 0.95, 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 3.45, 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 área del proyecto es Alta, esto debido a la dominancia de especies ornamentales en el SAR, con una Equitatividad (grado de igualdad de la distribución de la abundancia de las especies) media de 0.88, en donde el número 1 indica que todas las especies son igualmente abundantes y el 0 señala la ausencia de uniformidad.

Al respecto la Fauna, los resultados obtenidos para el análisis del SAR, presenta una diversidad media, con un Índice de Shannon de 3.30 que nos indica esa diversidad dentro del área, en el uso de suelo que se localizan dentro del proyecto. Las especies de reptiles presentan un Índice de Shannon de 0.95, un índice de Margalef de 1.02 y un índice de Pielou de 0.86, lo que nos indica que existe poca diversidad y riqueza sin embargo hay equidad de especies en cuanto a herpetofauna se refiere, para las aves el Índice de Shannon de 3.35 un índice de Margalef de 6.32 y un índice de Pielou de 0.91 del 0.950, lo que se puede traducir como una diversidad media equitativo en cuanto las especies



presentes y con una riqueza alta. Como ya se mencionó, debido a que el proyecto es la protección marginal de un cuerpo de agua existente, se establece que 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 con aquellas que han soportado la interacción de sistemas abióticos extremos y se han adaptado a este ecosistema. De acuerdo con los resultados de vegetación, el Índice Valor de Importancia nos muestra que la mayor dominancia la tiene *Panicum máximum* con 19.01 y *Pithecellobium lanceolatum* con 17.81, en el caso de la primera es una de las especies más comunes ya que es una planta forrajera muy importante, pero también se puede portar como maleza debido a su alto poder invasivo, de fácil establecimiento en lugares abandonados y orillas de caminos, de cuerpos de agua; la segunda especie se usa como cerco vivo en corrales de ganado, ya que es consumida por los rumiantes y otras especies que consumen el arilo del fruto.

En cuestión de la fauna silvestre, de 39 especies observadas y un total de 408 individuos registrados; mientras que los reptiles tuvieron una abundancia de tres especies observadas y un total de 7 ejemplares, mientras que la fauna acuática fue representada por una sola especie y un ejemplar y los mamíferos presentan una diversidad de una especie por un individuo.

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.2.1.2.6. 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 sitio donde se pretende la realización de esta propuesta, el Uso de suelo y vegetación a afectar es el **Pastizal Cultivado**. Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados.

Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.



IV.2.1.2.7. Ecosistemas Ambientalmente 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 proyecto solo existe Pastizal Cultivado el cual es un uso de suelo no forestal que sufren transformaciones intensas a causa de la influencia humana, como el fuego y el pastoreo, lo que dificulta establecer su origen. De hecho, se ha sugerido que estos dos factores afectan notablemente la riqueza, composición y estructura de la comunidad.

IV.2.1.3. Medio Socioeconómico.

Municipio

Tlacotalpan, Veracruz

Tlacotalpan es una localidad y municipio del sureste del estado de Veracruz dentro de los límites de la región denominada Cuenca del Papaloapan. El municipio de Tlacotalpan se encuentra ubicado cerca de las costas del Golfo de México, en las coordenadas entre los paralelos 18° 20' y 18° 43' de latitud norte; los meridianos 95° 30' y 95° 46' de longitud oeste; con una altitud entre 5 y 10 metros sobre el nivel del mar.

En cuanto a su ubicación, el municipio limita al Norte con Alvarado, al Sur con Isla, José Azueta y Santiago Tuxtla, al este con Lerdo de Tejada, Saltabarranca y Santiago Tuxtla, mientras que al Oeste con Acula y Amatlán. El municipio de Tlacotalpan se encuentra ubicado en la región natural denominada Papaloapan.

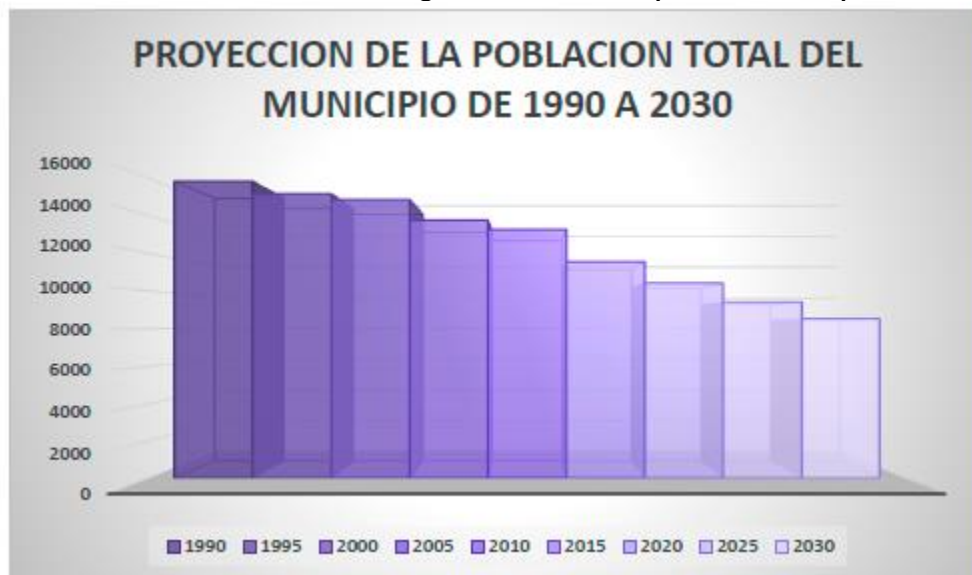
- **Características Demográficas.** En lo que respecta a las características demográficas del municipio de Tlacotalpan, se trata de que la densidad de población mantiene una tendencia a la baja. Esta situación es debido a las pocas oportunidades de desarrollo económico que existen en el municipio. La falta de empleo para las mujeres, hombres y jóvenes es una problemática sustancial que ha venido lastimando el crecimiento demográfico del municipio, aunado a esta situación, los desastres naturales, específicamente las inundaciones, son otro elemento fundamental en el abandono de los vecinos del municipio de Tlacotalpan.

La mediana de edad es de 36.0 años, siendo el total de población 13,421 de los cuales el 52.5% son mujeres y 47.5% hombres. La densidad de población (hab/km²) es de 23.2 lo que representa el 0.2% con respecto al estado de Veracruz.

Tabla IV. 40. Datos demográficos del municipio de Tlacotalpan.

POBLACIÓN DEL MUNICIPIO	AÑO 1990	AÑO 1995	AÑO 2000	AÑO 2005	AÑO 2010	AÑO 2015
Mujeres	7958	7646	7686	7097	6869	7049
Hombre	7938	7537	7260	6748	6415	6372
Total	15896	15183	14946	13845	13284	13421

Gráfica IV. 9. Datos demográficos del municipio de Tlacotalpan.



Fuente: INEGI Censos y Conteos 1990-2010, Proyección CONAPO 2015-2030

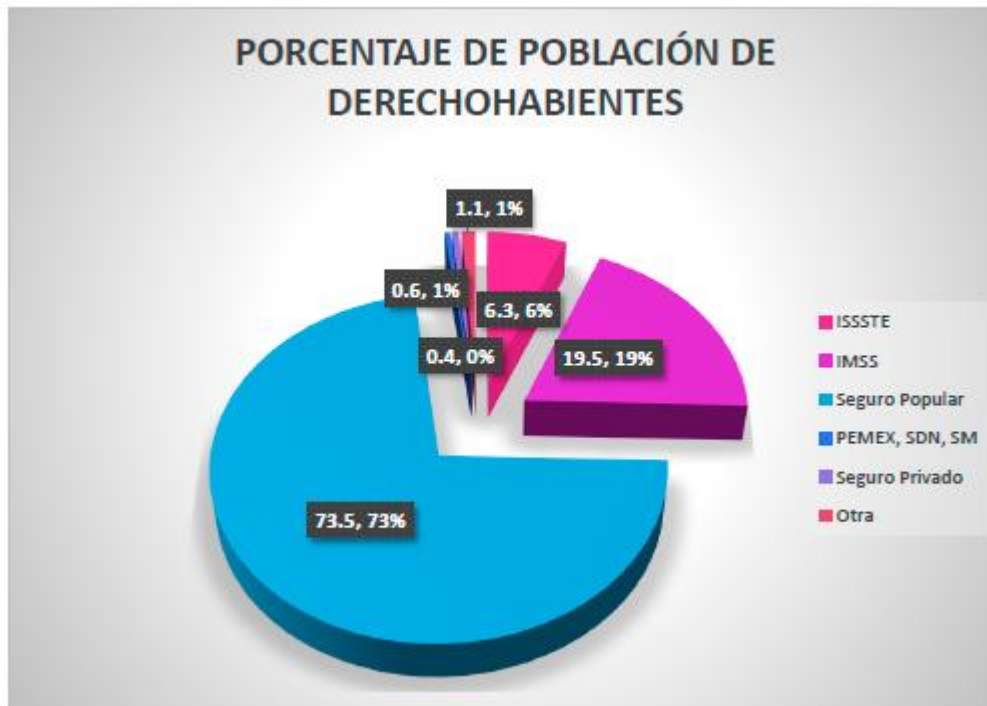
- **Indicadores de Marginación.** Basados en las estimaciones realizadas y con base en información del ORFIS, el índice de marginación del municipio de Tlacotalpan es de -0.2, considerado en un grado medio en el año 2015, valor que lo posiciona en el lugar 148 de 212 municipios que conforman el estado. Esto permite observar las carencias que tiene la población para poder combatir las condiciones que provocan desventajas para ciertos grupos poblacionales.

A partir de esto, se percibe que existe en el municipio un grado de insuficiencia en comparación con otras localidades del estado de Veracruz, así mismo el nivel de vida no es homogéneo en la población. En la siguiente tabla se muestran algunos indicadores de privaciones que presenta el municipio en aspectos tales como el rezago educativo, la ocupación de viviendas inadecuadas, etc.

Tabla IV. 41. Población Total, Indicadores de marginación de Tlacotalpan, 2015

INDICADOR SOCIOECONÓMICO	REFERENCIA
Población Total	13421
Total de viviendas particulares habitadas, 2015	4,444
% Población de 15 años o más analfabeta	13.2 %
% Población de 15 años y mas con educación básica incompleta	53.7%
% Viviendas sin drenaje ni excusado	7.5%
% Viviendas sin energía eléctrica	3.4%
% Viviendas sin agua entubada	39.6%
% Viviendas con piso de tierra	4.4%

- Salud:** En el sector salud, los resultados del INEGI 2015 nos mencionan que el 88,9% de la población del municipio, se encuentra afiliada a un servicio de salud. La mayoría de los derechohabientes recibe los servicios por parte del Seguro Popular, así también, existen personas afiliadas a unidades pertenecientes a diversas instituciones, tales como Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en el Instituto de Seguridad, y en Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) principalmente. En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de filiación de la población sobre un total de 13,421 habitantes.

Gráfica IV. 10. Población Total, Indicadores de marginación de Tlacotalpan, 2015


Fuente: INEGI. Censo Internacional de población y vivienda 2015

El municipio de Tlacotalpan cuenta con un Hospital perteneciente a el SSA que se encuentra ubicando dentro de la ciudad, en el se brindan servicio de análisis clínicos, y de medicina general. Algunos días de la semana se presenta servicio de especialidad por médicos foráneos. Sin embargo, por la demanda existente en la población se hace necesario mejorar y ampliar los servicios que se ofertan. Se cuenta con una Ambulancia, pero los gastos generados por el servicio los cubre regularmente el paciente.

Dentro de la cabecera municipal también existe 1 consultorio perteneciente al IMSS, así como diversas casas de salud sin funcionar en las comunidades por falta de personal. No se cuenta en la actualidad con un consultorio o servicio por parte del ISSSTE en la localidad, por lo que los derechohabientes deben de trasladarse a la ciudad de Alvarado o Veracruz para recibirlo.

- **Educación:** Con respecto al ámbito educativo, en el año 2015 el municipio de Tlacotalpan contaba con 32% con rezago, el municipio ocupó el lugar 76 de 212 municipios en la escala estatal de rezago social. En lo que concierne a la población analfabeta de 15 años y más, los datos del INEGI nos muestran un valor porcentual fue de 13.2%. El grado de escolaridad promedio del estudiante Tlacotalpeño era 7.2 en la población mayor de 14 años.

El nivel educativo con mayor demanda en el municipio, según el censo del año 2015, es el de educación primaria con un porcentaje de la asistencia del 97.6%. Mientras que la tasa de alfabetización de las personas de 15 años y más es de 85.7% por lo que la mayoría de la población del municipio cuenta con una formación educativa básica. La tabla 3.10 muestra la cantidad de adultos que fueron alfabetizados, los alfabetizadores, así como bibliotecas y becas otorgadas en la población.

La ciudad de Tlacotalpan cuenta diversos tipos de instituciones educativas en todos los niveles, desde preescolar hasta nivel universitaria. En el municipio se cuenta a nivel universitario dos instituciones, una escuela normal y una universidad privada que ofertan diversas Licenciaturas lo que provoca que la ciudad acoja a estudiantes foráneos y exista una derrama económica para el comercio de la localidad. En la tabla 3.11 se muestra la distribución y características del sector educativo de la localidad en el ciclo escolar 2015-2016.

Sin embargo, como se puede observar, Tlacotalpan no cuenta con centros de apoyo para alumnos con discapacidad como lo son el CRAM, USAER, por lo se hace necesario establecer contacto con autoridades educativas que permitan instituir este tipo de apoyos en pro de la niñez y juventud tlacotalpeña.



- **Actividades Económicas.** En Tlacotalpan se llevan a cabo diversas actividades económicas que son el motor de generación de ingreso, entre ellos tenemos el sector gobierno con sus servicios públicos, los servicios privados, agricultura, ganadería, turismo y comercio. Debido al nombramiento de la ciudad de Patrimonio Cultural de la Humanidad, en los últimos años se ha explotado el sector turístico y se ha visto incrementado la cantidad de visitantes nacionales y extranjeros.

La cantidad de Población Económicamente Activa (PEA) en Tlacotalpan según datos de INEGI 2015 es de 5183 personas, que representa aproximadamente el 46 % de la población, y su distribución se muestra en la siguiente tabla:

Tabla IV. 42. Distribución de PEA, 2015

SECTOR	PORCENTAJE
Sector Primario	36.5%
Sector Secundario	16.3
Sector Terciario	43.9
No especificada	3.4%

Fuente: INEGI. Encuesta Intercensal 2015

Como se muestra en la Tabla anterior, la mayor cantidad de población se encuentra trabajando en el sector que comprende servicios públicos, comercio, turismo, hotelería gracias a que en los últimos años ha habido una fuerte expansión turística y restaurantera.

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. 43. Ponderación para la Evaluación de la Calidad Escénica.**

<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Morfología</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Vegetación</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	0
<i>Hidrología</i>	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
<i>Ponderación</i>	5	3	1
<i>Color</i>	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.
<i>Ponderación</i>	5	3	0
<i>Fondo escénico</i>	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
<i>Ponderación</i>	6	2	1
<i>Rareza</i>	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
<i>Ponderación</i>	2	1	0
<i>Actividades humanas</i>	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:



- **Pastizal Cultivado:** Esta unidad paisajística rodea completamente al proyecto abarcando en muy alto porcentaje la superficie total del Sistema Ambiental Regional, presentando una estabilidad favorable, con una estructura simple y un estrato herbáceo cubriendo el suelo y escasos arbustos y árboles

Fotografía IV. 9. Fotografía aérea de Pastizal Cultivado





- Río Papaliapan: Esta unidad paisajística divide el SAR de norte a sur, se trata de un cuerpo de agua perenne que desemboca al golfo de México, como se aprecia en la imagen es una unidad paisajística común en la zona de estudio.

Fotografía IV. 10. Fotografía aérea de Pastizal Cultivado



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. 44. 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 **Pastizal cultivado**, 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. 45. Valoración del paisaje del Proyecto

UNIDAD PAISAJÍSTICA	VALORACIÓN ESTÉTICA	VALORACIÓN ECOSISTÉMICA	CALIDAD VISUAL
Pastizal Cultivado	Común	Degradado Progresivo	Media
Río Papaloapan	Común	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. 46. 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	
Pastizal Cultivado	Bajo	Media	Media	Alto	Media	Medio	Bajo
Rio Papaloapan	Media	Media	Media	Alto	Media	Medio	Media

Tabla IV. 47. 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. 48. 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	Moderada 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. 49. Capacidad de Acogida Ecológica del Proyecto.
Calidad Visual**

	Subunidad paisajística	Pastizal Cultivado	Río Papaloapan
<i>Fragilidad visual</i>	Pastizal Cultivado	5	
	Río papaloapan		4

Conforme a la tabla anterior se establece que, la unidad paisajística del Sistema Ambiental Regional, se trata de **Pastizal cultivado y el Río Papaloapan**, 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: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ., ya que éste se encuentra en un sitio con erosión moderada, teniendo clara evidencia de remoción del horizonte superficial. Es decir, que el trazo del proyecto se puede calificar como compatible, esto al presentar una moderada-a alta capacidad de acogida ecológica.

IV.3. Diagnóstico Ambiental.

Dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental del Sistema ambiental regional 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, despalme, 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. 50. 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

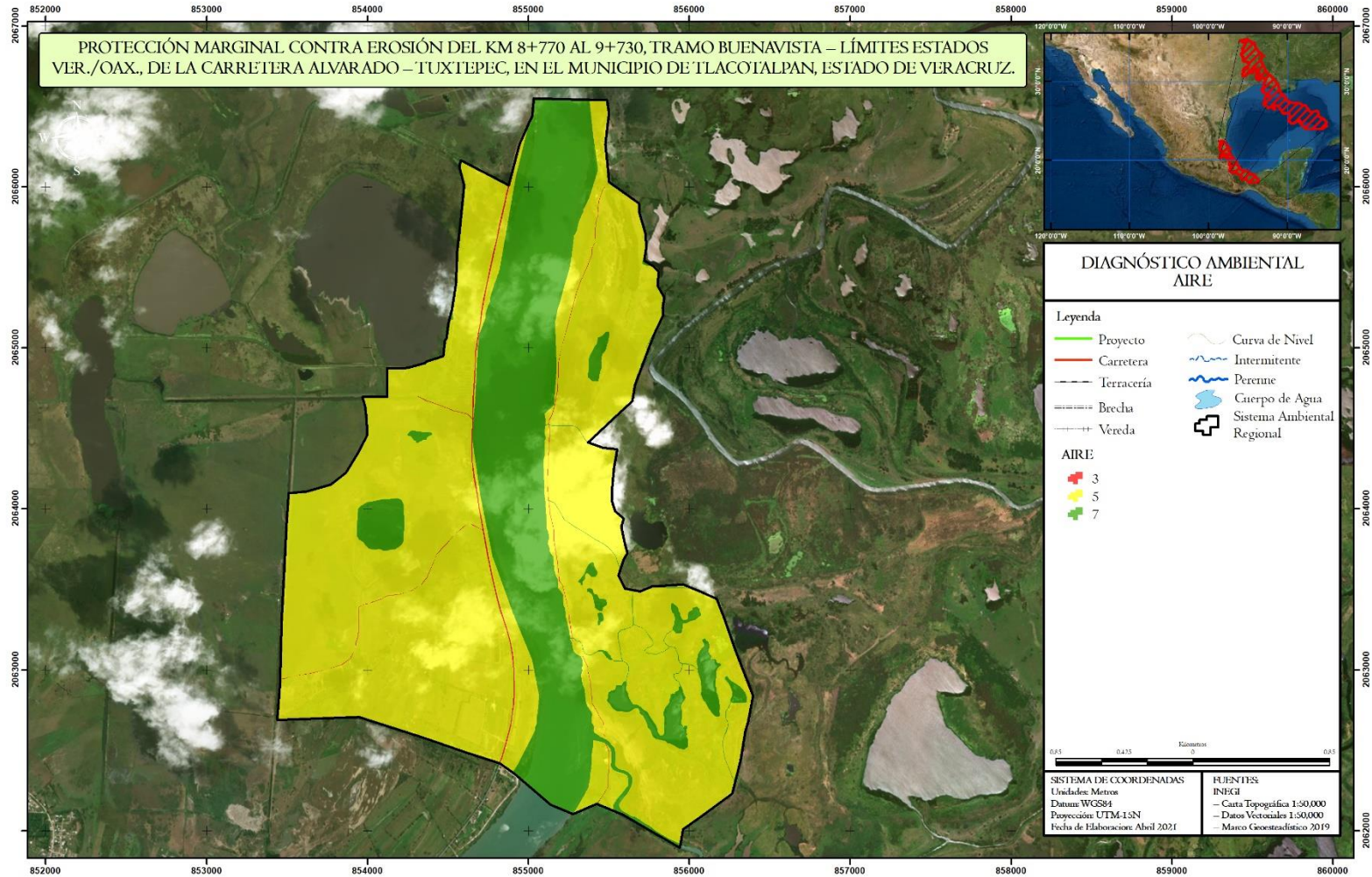


Imagen IV. 52. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente aire).



La imagen anterior señala que la zona de mejor calidad ambiental en lo que se refiere al elemento aire, las zonas catalogadas con puntuación registrada **7 = buena**, se trata del Río Papaloapan. En seguida se ubican las zonas de pastizales cultivados, con la puntuación igual a 5 (**regular/modificado**), lo cual obedece a que estas zonas son generalmente usadas para el pastoreo de ganado, situación que incrementa el CO₂ en la zona, además del óxido nitroso que tiene un gran impacto calentamiento global, la mayor parte de este gas procede del estiércol. Amén del metano que se origina en su mayor parte en el sistema digestivo de los rumiantes, junto con el amoniaco que contribuye de forma significativa a la lluvia ácida.. A continuación, los caminos tipo brecha y vereda, las carreteras pavimentadas presentan la menor ponderación igual a 3 (**mala**), esto debido a que se trata de zonas con constante movimiento de vehículos automotores.



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. 51. 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 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

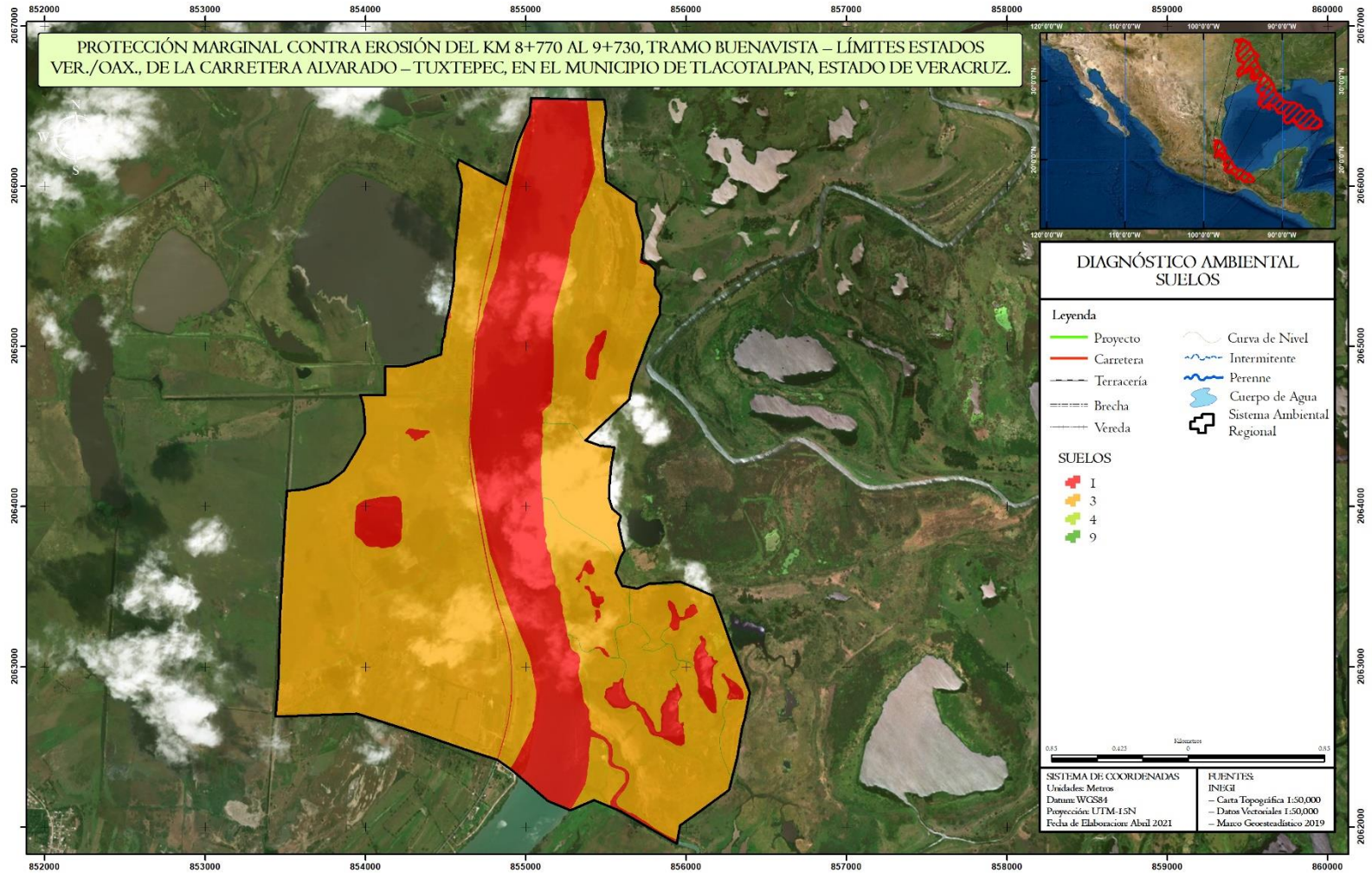


Imagen IV. 53. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente suelo).



En lo que se refiere al diagnóstico ambiental en cuanto al suelo, se tiene que, la menor calidad ambiental (**1=degradado**) se presenta en las carreteras pavimentadas, en las que, el elemento suelo ha sido completamente cubierto por el pavimento. En esta misma ponderación se encuentra el Río Papaloapan. La siguiente evaluación en la calidad ambiental la tienen los pastizales con calidad designada como **mala (3)**, con erosión severa y contaminación profunda en el caso de los pastizales utilizados como zonas de pastoreo de ganado por el estiércol. Los caminos tipo brecha y vereda presentan la ponderación **4 (moderada)**. Todas estas afirmaciones se pueden verificar en la imagen anterior.

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.52. 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

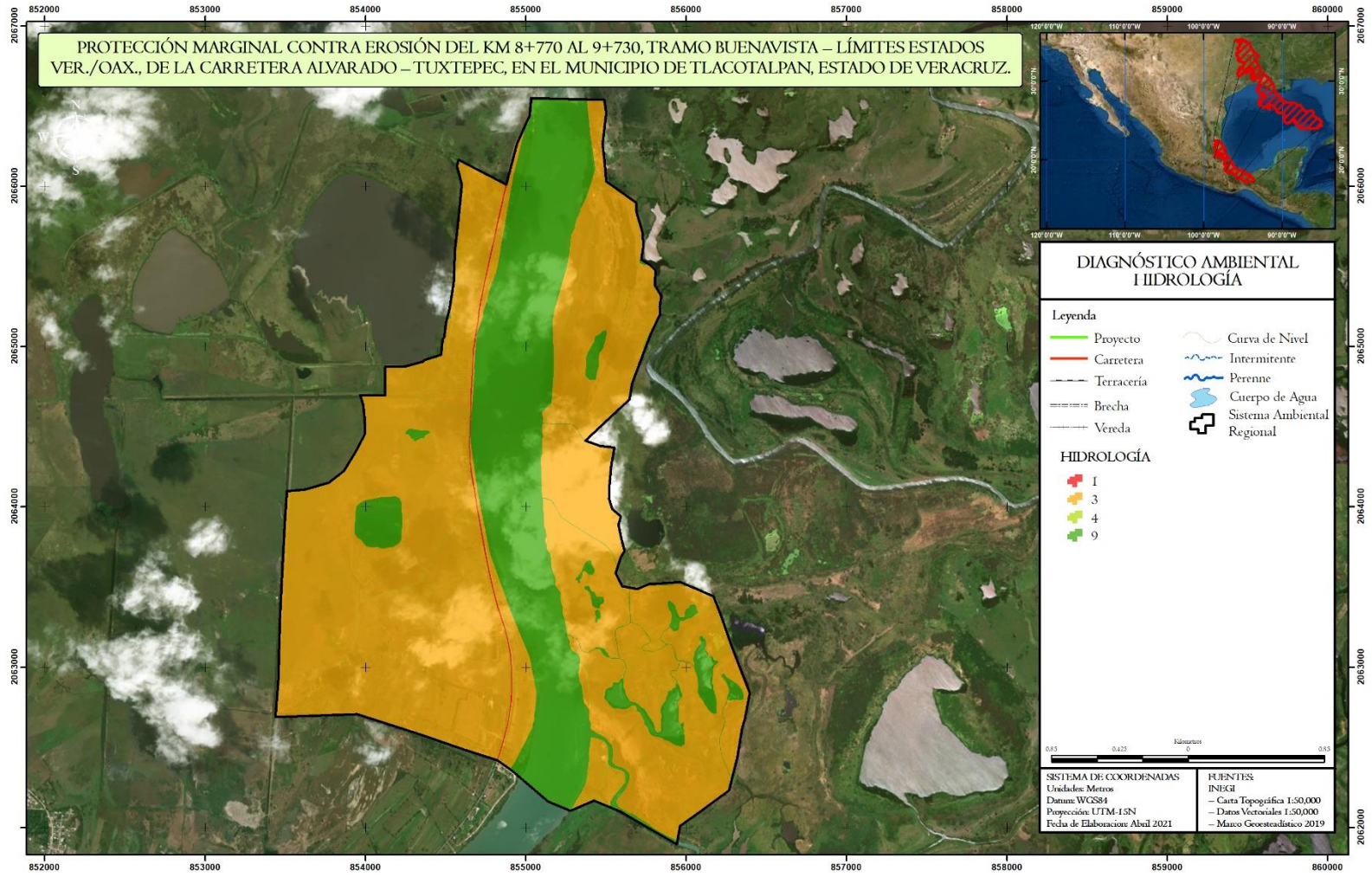


Imagen IV. 54. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente hidrología).

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona del parteaguas presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localizan todos los cuerpos de agua perenne e intermitente, aunado a las corrientes perennes e intermitentes de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, las menores calidades las presentan los caminos tipo brecha y vereda con 4 (**moderada**), en tanto que los pastizales presentan una ponderación igual a 3 (**mala**), con escasa retención de agua. Mientras la menor calidad ambiental hidrológicamente hablando se tratan de las áreas desprovistas de vegetación, con las carreteras pavimentadas con 1, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos, compactados o la dominancia de una capa de roca superficial y sin retención de agua.

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.53. 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

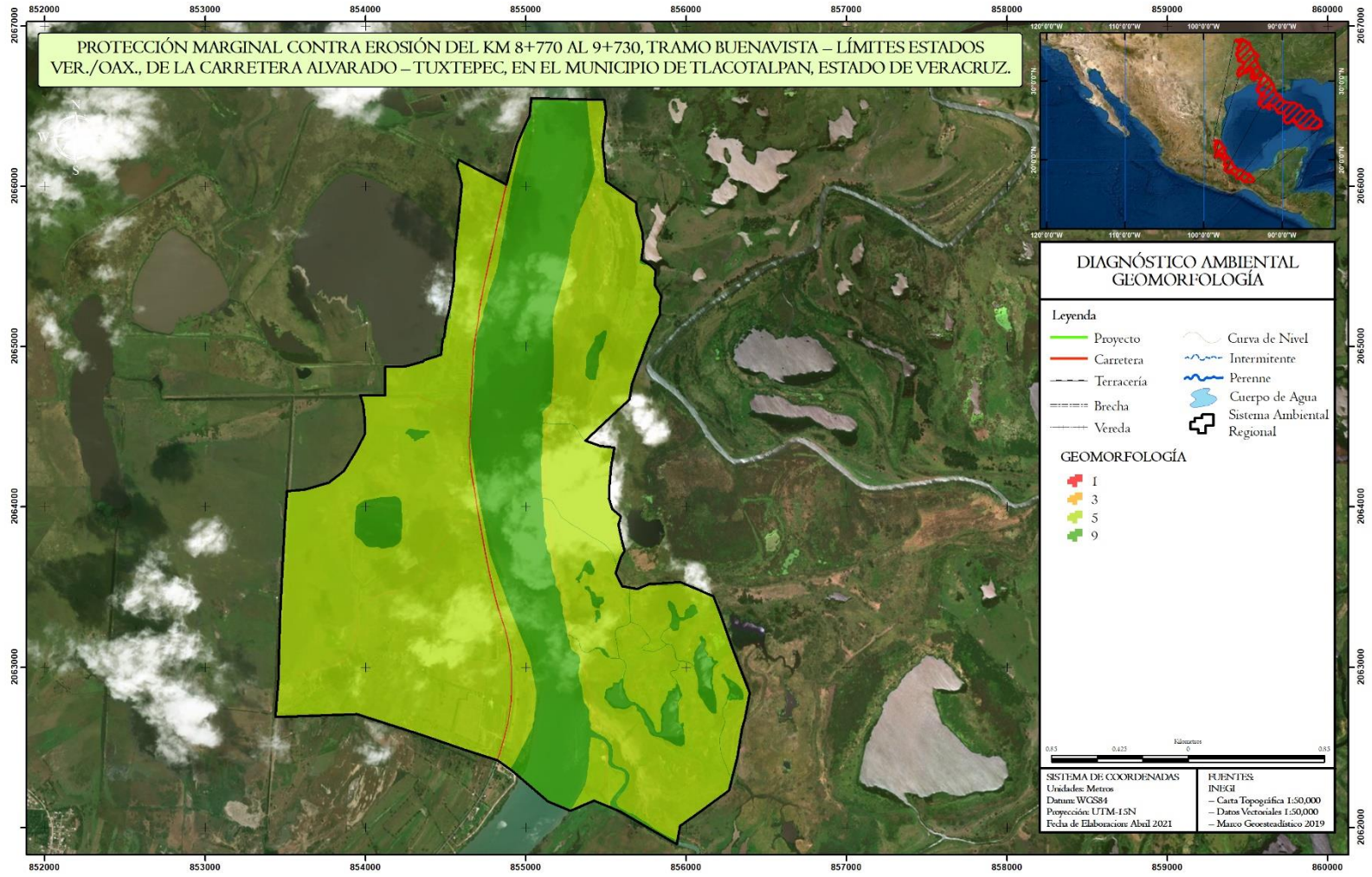


Imagen IV. 55. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente geomorfología).



Como se presentó oportunamente en el apartado de geomorfología, el Sistema Ambiental Regional, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur y a la Subprovincia de Llanura Costera Veracruzana, La Provincia es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Sus principales ríos son el Papaloapan, río motivo del presente proyecto el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Dentro de la parte correspondiente al estado de Veracruz dominan los climas cálidos subhúmedos, sin embargo, en la región de Los Tuxtlas prevalece el cálido húmedo con lluvias todo el año. La vegetación se ajusta a estos regímenes con selva mediana subperennifolia en las zonas menos húmedas y selva alta perennifolia en las más húmedas. En la entidad esta provincia está representada por áreas que forman parte de dos subprovincias y una discontinuidad. En lo que se refiere a la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001 .1 7 km², que representan el 37.29% de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos, algunos de los cuales son Veracruz, Alvarado, Cosamaloapan, Tlacotalpan, Acula, Isla, Ignacio de la Llave, Juan Rodríguez Clara, Boca del Río y Otatitlán; además abarca parte de otros 26, entre los que se encuentran: Actopan, Jalcomulco, Omealca, Tezonapa, Santiago Tuxtla, Hueyapan de Ocampo, Acayucan, Sotepan, Las Choapas, Minatitlán y Coatzacoalcos. En ella están ubicadas: la cuenca baja del río Papaloapan, situada en la porción central y noroeste; y la cuenca del río Coatzacoalcos, en el sureste. Estos ríos son permanentes pero erráticos, con fuertes inundaciones en los meses veraniegos. Los escurrimientos medios anuales de sus cuencas son de 39 1 75 y 22 395 millones de m³, respectivamente, cifras que equivalen al 1 2.1 0 y 6.86% de los recursos hidrológicos del país. De manera general esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste. Los sistemas de topofomas del oeste inician desde la Sierra de Chiconquiaco y constan de lomeríos tendidos con cañadas. Tales cañadas tienen una disposición radial y se aproximan a la costa, a la altura del puerto de Veracruz. Más o menos a partir de Tierra Blanca los lomeríos son muy suaves, a veces simplemente ondulados, asociados con llanuras relativamente amplias. La llanura aluvial es angosta en el norte, con una importante área alargada de dunas costeras cerca del puerto de Veracruz. Se ensancha en forma considerable a la altura de Boca del Río, donde desemboca el Atoyac. La llanura del Papaloapan y sus afluentes es también amplia, sufre inundaciones frecuentes en el sur, en tanto que en el norte, en la confluencia de los ríos Tesechoacan y San Juan con el Papaloapan, hay áreas de inundación permanente. El segundo sistema de lomeríos queda al sur de la discontinuidad de la sierra de Los Tuxtlas. Son lomeríos suaves de materiales aluviales, casi todos menores de 1 00 m.s.n.m. Existen tres llanuras entre los lomeríos, dos inundables. La del río Coatzacoalcos, con inundación permanente cerca de la desembocadura, es la de mayor extensión. Finalmente, el Sistema Ambiental Regional se asienta sobre la topofoma de la llanura aluvial costera inundable en elevaciones que oscilan entre el nivel del mar y los 5 msnm.



Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a **9 (sin perturbación)**, y de **regular/modificado** calidad (**5**). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de las vías de comunicación, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a la geoformas. Todo esto se puede observar en el mapa anterior.

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 IV.54. 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

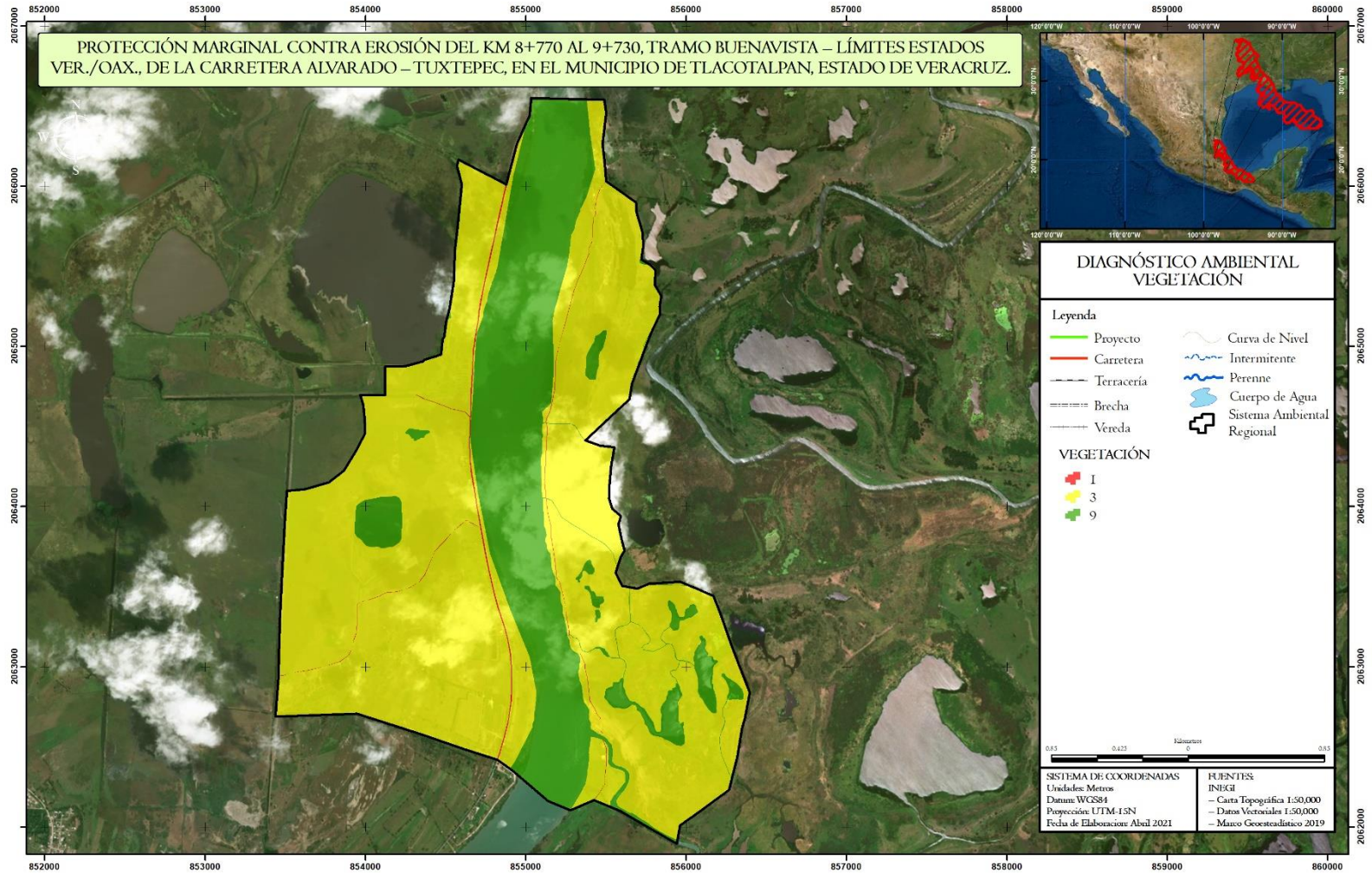


Imagen IV. 56. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente vegetación).



De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta únicamente pastizal cultivado usado con fines pecuarios. Lo que originalmente estaba cubierto por tular ha sido transformado en un mosaico de vías de comunicación, zonas agropecuarias que han provocado consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. Tomando en cuenta lo anterior expuesto, se tiene que, la vegetación con mejor ponderación la presentan los cuerpos de agua, esto es (**sin perturbación**) con **9**, además de las corrientes de agua intermitente, lo cual obedece la cubierta forestal y el estado de conservación que se preserva en esta zona. Enseguida se presenta los pastizales presentan una ponderación igual a **3 (mala)**. Finalmente, la menor ponderación (**1=degradado**) la presentan todas las vías de comunicación como las brechas, veredas y carreteras pavimentadas, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación natural. Todo verificable en la imagen anterior.

Fauna.

Para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por el 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.55. 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

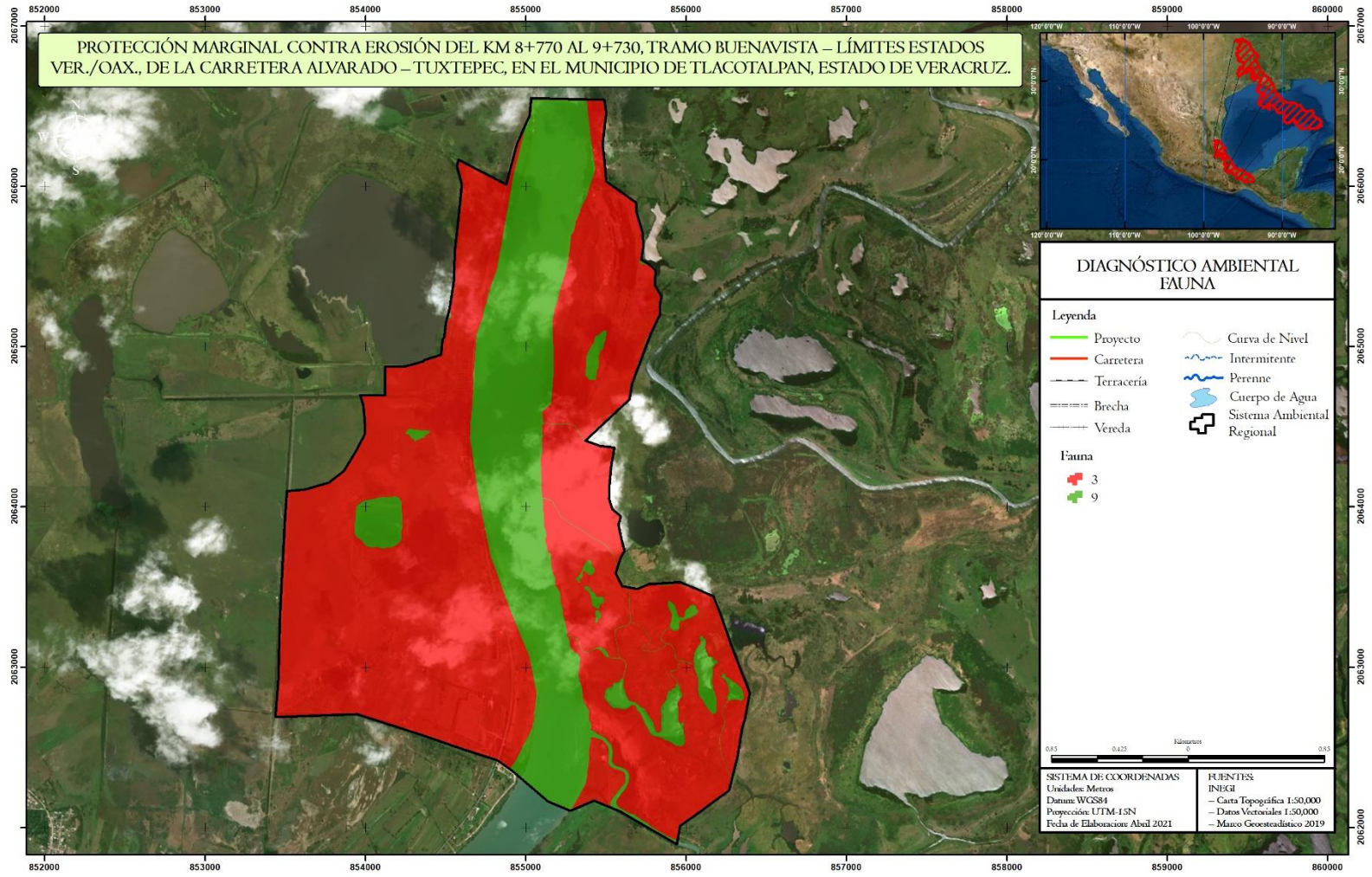


Imagen IV. 57. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente fauna).

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 cuerpos de agua perennes e intermitentes, además de los cauces intermitentes, y el resto de zonas, como vías de comunicación, presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, estas zonas son las zonas agropecuarias, las y todas las vías de comunicación presentan en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos 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 y sus efectos directos sobre 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.56. 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.

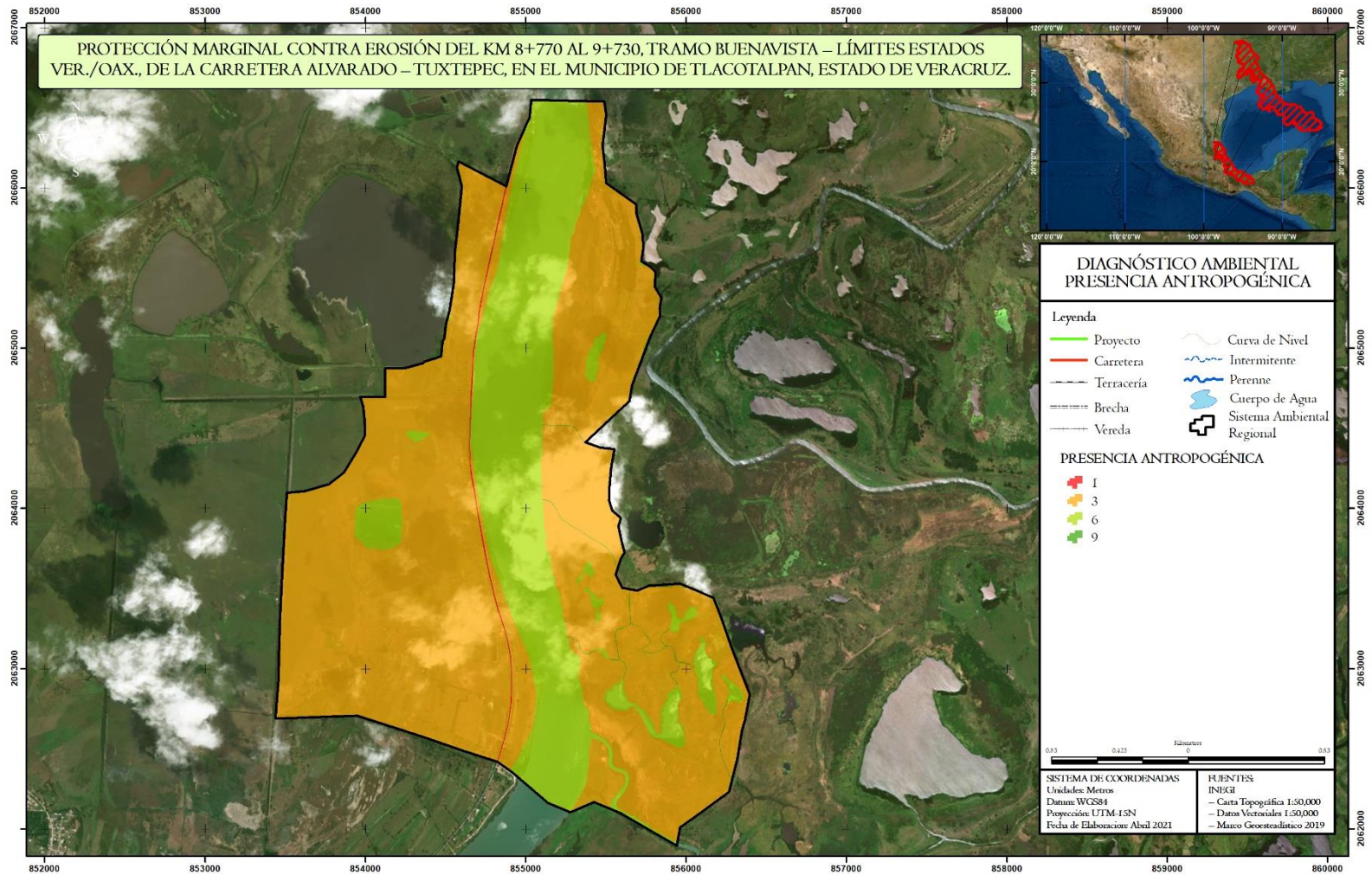


Imagen IV. 58. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional (componente presencia antrópica).



En la anterior imagen podemos atisbar que una gran superficie del Sistema Ambiental Regional presenta buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, la mayor presencia se encuentra en las carreteras pavimentadas, caminos de tipo brechas y veredas a lo largo y ancho del SAR. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan del Río Papaloapan con calidad **buena (6)**. 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:

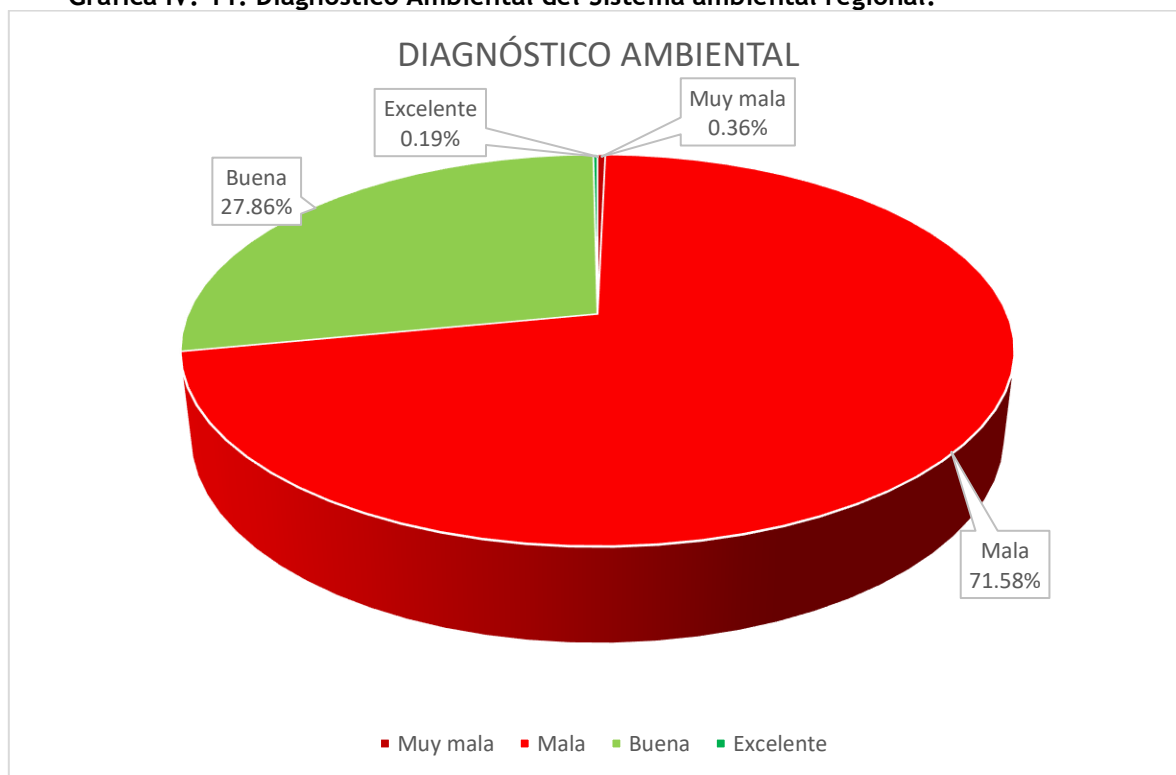


Tabla IV.57. Tabla de ponderación de la calidad ambiental.

RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

Tabla IV.58. Diagnóstico ambiental del Sistema ambiental regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	2.67	0.36%
18-29	Mala	529.23	71.58%
30-41	Regular	0.00	0.00%
42-53	Buena	206.00	27.86%
54-63	Excelente	1.44	0.19%
TOTAL		859.49	100.00%

Gráfica IV. 11. Diagnóstico Ambiental del Sistema ambiental regional.

La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **mala**, es decir el **71.58%**, que es equivalente a 529.23 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda zona agropecuaria de los pastizales cultivados que predominan en el Sistema Ambiental Regional. Enseguida se localiza la calidad ambiental designada como **buena** con un **27.86%**, que equivalen a 206.00 hectáreas del SAR. Dicha zona coincide con el Río Papaloapan, los demás cuerpos de agua intermitentes y/o perennes. La **muy mala** calidad ambiental es la de menor representatividad dentro del SAR con un **0.36%** equivalentes a 2.67 hectáreas que coinciden con las vías de comunicación principales presentes dentro del Sistema. Con los datos presentados se puede colegir que gran parte de la zona del Sistema Ambiental Regional presenta un impacto ocasionado previamente a la introducción del proyecto, en general el impacto ha sido ocasionado en su mayoría por actividades antropogénicas. Asimismo, se muestra que en algunas zonas se presentan indicios con tendencia hacia la recuperación, mientras en otros se tienen indicios de degradación, por lo cual se aconseja que los programas de rehabilitación, reforestación se lleven a cabo con sumo detalle, durante todas sus etapas, con la finalidad de conservar mejor la zona.

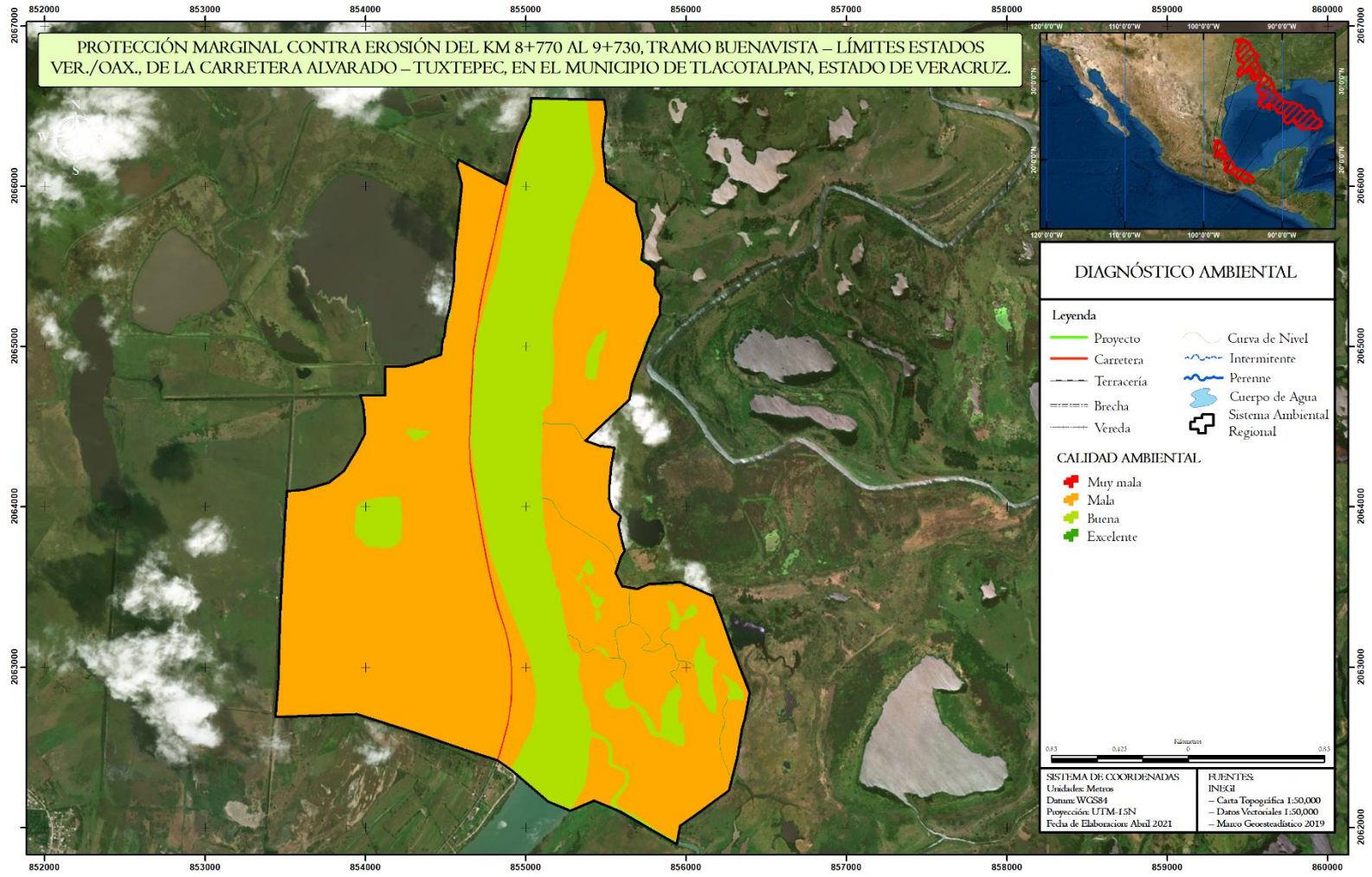


Imagen IV. 59. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

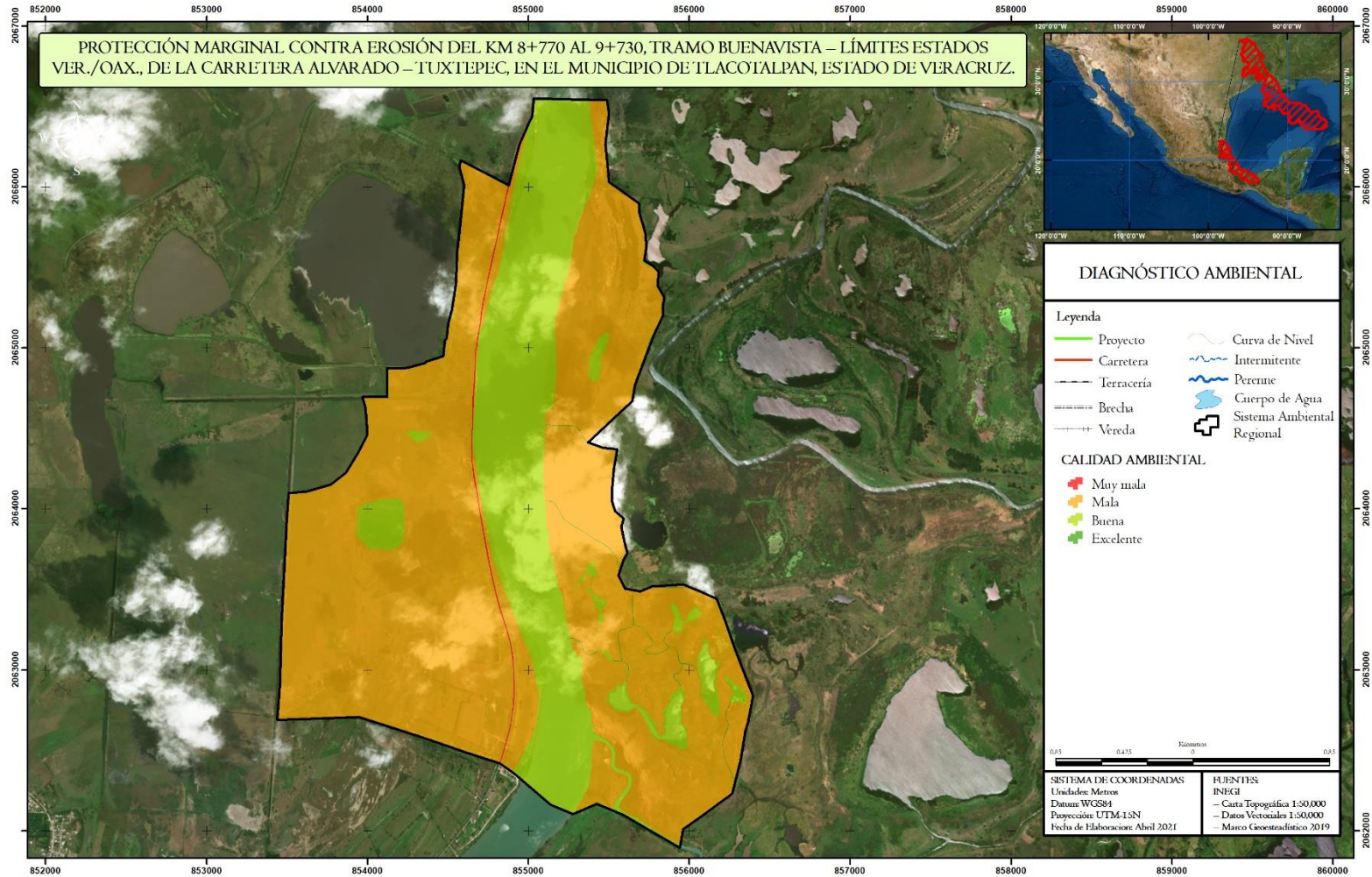


Imagen IV. 60. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional del Proyecto con transparencia al 40%.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

Capítulo V
Modalidad Regional



**V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL.**

V.1. Identificación de impactos.	3
V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.....	14
V.2. Características de los impactos.	19
V.2.1. Indicadores de impacto.....	44
V.3. Valoración de los Impactos.	47
V.4. Impactos Residuales.	64
V.5. Impactos Acumulativos.....	67
V.6. Conclusiones.	68



V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Con la información de los capítulos anteriores, que fundamentan el desarrollo del presente capítulo, se identificarán, describirán y evaluarán los impactos ambientales generados dentro del Sistema Ambiental Regional, 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 definir 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. Derivado de lo anterior en este capítulo se describirán y evaluarán los impactos ambientales generados por el desarrollo del proyecto, incluyendo los impactos 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 con la inclusión del proyecto consistente en la instalación de una Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730 por motivos de seguridad, sustentada la necesidad por la erosión y el riesgo de afectación a la vialidad colindante, ya que se prevé que, con esta acción, esta sea una vía más segura para los usuarios con la implementación de este proyecto, es necesario establecer indicadores que señalen su efecto y tendencia. 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.

La relación de indicadores, desglosada según los distintos componentes del ambiente y que se ofrece a continuación, resulta extremadamente útil para las distintas fases de un proyecto, incluyendo los indicadores particulares para el proyecto:

Tabla V. 1. Lista indicativa de indicadores de impacto.

Geología	Materiales Geológicos.
	Estabilidad.
Geomorfología	Relieve.
	Línea de Costas
	Denudación
	Movimientos de materiales
Limnología	Oleaje.
	Calidad del agua.
Suelo	Horizontes
	Erodabilidad
	Contaminación
	Procesos erosivos
Aire	Calidad del aire (composición)
	Nivel de ruido
Hidrología superficial	Calidad (físicoquímica)
	Caudal
	Patrón de drenaje superficial
Hidrología subterránea	Calidad (físicoquímica)
	Caudal



Vegetación Terrestre y Acuática	Abundancia
	Diversidad
Fauna terrestre y Acuática	Abundancia
	Distribución
Paisaje	Calidad estético-paisajística
	Estructura del paisaje
Socio económicos	Economía regional
	Seguridad Social

La lista de revisión o check list es una herramienta de recolección de datos preliminares que puede emplearse en el desarrollo de una evaluación de impacto ambiental, consiste en analizar mediante una lista los factores ambientales y detectar aquellos que pueden ser afectados por las actividades a realizar durante el proyecto, así como su grado de afectación. Para la evaluación de los impactos ambientales mediante la lista de revisión, se evaluó la naturaleza, extensión, temporalidad y reversibilidad del impacto. Los conceptos empleados en la lista de revisión se muestran en la siguiente tabla.

Tabla V. 2. Definición de los conceptos a evaluar mediante la lista de revisión.

IMPACTO	CLASIFICACIÓN	DEFINICIÓN
Naturaleza	Positivo	Establece que el efecto de la acción será favorable para el equilibrio ecológico y medio ambiente.
	Negativo	Establece que el efecto de la acción ocasionara un quiebre en el equilibrio ecológico, lo que produce un deterioro en el medio ambiente.
Temporalidad	Intermitente	El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
	Temporal	Aquel efecto que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o desestimarse.
	Permanente	Aquel efecto que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores ambientales predominantes en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.
Extensión	Puntual	El efecto ocurre en los límites de la obra y hasta 4 m.
	Local	El efecto ocurre hasta 2. 5 km de la obra.
	Regional	El efecto ocurre a más de 2. 5 km de la obra.
Reversibilidad	Reversible	Aquel efecto en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
	Irreversible	Aquel que supone la imposibilidad, o la “dificultad extrema”, de retornar, por medios naturales, a la situación anterior a la acción que lo produce.

A continuación, se presenta la lista de revisión o *check list* que se realizó para los impactos del proyecto, en donde se le coloca un número 1, para indicar de qué tipo es el impacto presente en cada una de las actividades a realizarse del proyecto.



Tabla V. 3. Lista de revisión de las actividades del proyecto.

ETAPA	COMPONENTES	NATURALEZA			TEMPORALIDAD			EXTENSIÓN			REVERSIBILIDAD	
		POSITIVO	NEGATIVO	INCIERTO	INTERMITENTE	TEMPORAL	PERMANENTE	PUNTUAL	LOCAL	REGIONAL	IRREVERSIBLE	REVERSIBLE
Preparación del sitio	Rescate de fauna y vegetación.	1			1				1			1
	Desmote.		1				1	1				1
	Despalme.		1				1	1			1	
	Excavación.		1				1	1			1	
	Instalación de Infraestructura de apoyo.		1			1		1				1
	Limpieza, trazo y nivelación .		1			1		1				1
	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).		1			1				1		1
	Generación y Manejo de residuos.		1			1		1				1
	Uso maquinaria, equipo y transporte.		1			1				1		1
Construcción	Colocación de Geotextil.	1					1		1			1
	Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)		1			1				1		1
	Tapete antisocavación.	1					1		1			1
	Cuerpo de protección marginal	1					1		1			1
	Desmantelamiento de Infraestructura de apoyo.	1					1	1				1
	Limpieza General.	1				1		1				1
	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)		1			1				1		1
	Generación y Manejo de residuos.		1			1		1				1
	Uso maquinaria, equipo y transporte		1			1				1		1
Mantenimiento	Limpieza General y Mantenimiento.	1				1		1				1
	Generación y Manejo de residuos.		1			1		1				1
	Uso maquinaria, equipo y transporte		1			1				1		1

Los impactos encontrados en cada una de las etapas del proyecto se describen en la siguiente tabla.

Tabla V. 4. Descripción de impactos identificados en la lista de verificación.

ETAPA	DESCRIPCIÓN
Preparación del sitio	El rescate de especies animales y vegetales contribuirá a la conservación de la diversidad nativa acuática y terrestre. Así mismo es importante señalar que existirá la necesidad de quitar elementos arbóreos, pero todos se tratan de elementos riparios y de vegetación de Pastizal Cultivado
	Se delimitarán las áreas de trabajo de acuerdo con el Programa de Obra y se realizará un inventario documental y fotográfico de todas las actividades realizadas. Se realizará el levantamiento y la verificación de trazos a utilizar para el proyecto.
	El uso de almacenes afectará directamente a la vegetación y temporalmente la distribución natural de la fauna, ya que al desmontarse ésta volverá a desplazarse por el sitio.
	Existe la posibilidad de contaminación del suelo por mal manejo de residuos durante las diferentes actividades, así como por posibles derrames o fugas de hidrocarburos.
	El transporte del material de construcción afectará de manera temporal la calidad del aire por emisiones de GEI y generará ruido.
	El transporte de materiales de desecho generará emisiones de GEI, y su disposición afectará las características fisicoquímicas del suelo, del sitio de disposición final.
	Alteración del suelo y vegetación, contaminación de aguas superficiales y emisiones de gases de combustión y polvos; emisiones de ruido derivadas de la utilización de maquinaria y equipo, así como por el tránsito de vehículos.
Construcción	Emisiones de gases de combustión y polvos; emisiones de ruido derivadas de la utilización de maquinaria y equipo, así como por el tránsito de vehículos, modificación de la calidad de agua.
	Alteración de las corrientes, sólidos suspendidos, turbidez, dinámica litoral, modificación del fondo marino y la calidad del agua.
	Emisiones de gases de combustión y polvos; emisiones de ruido derivadas de la utilización de maquinaria y equipo, así como ruido temporal por el tránsito de vehículos.
Mantenimiento	La demanda en vehículos y almacenamiento ocasiona afectaciones en la calidad del suelo.
	Generación de residuos sólidos como empaques plásticos, residuos peligrosos como recipientes de pintura y disolventes, vertimientos y emisiones de GEI
	Emisiones de gases de combustión y polvos; emisiones de ruido derivadas de la utilización de maquinaria y equipo, así como por el tránsito de vehículos.

CONCLUSIONES DE LA IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS.

Como se presenta en la gráfica siguiente, el 67% de los impactos son negativos, afectando principalmente la calidad del aire en todas las etapas, debido a la utilización de combustibles fósiles para el transporte, y a la utilización de maquinaria para llevar a cabo los trabajos de construcción, así como el suelo por la excavación y desmonte principalmente. Mientras que el 33% son impactos positivos, los cuales implican un mejor desarrollo debido al rescate de especies y la restauración de su hábitat natural, a cumplir con el objetivo del proyecto que es la protección marginal contra la erosión, todo esto en la fase de operación.

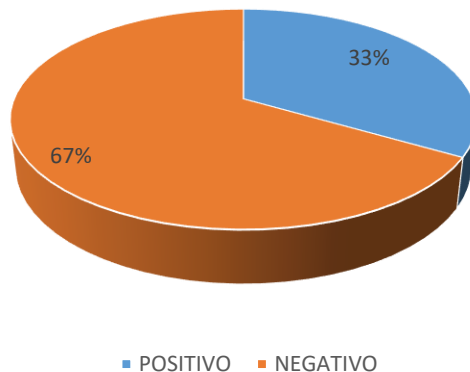


Imagen V. 1 Naturaleza de los impactos.

En la gráfica que se presenta a continuación, se observa que el 33% de los impactos identificados en el *check list* tendrán un impacto permanente, estos se encuentran principalmente en la etapa de preparación del sitio y construcción. El 62% de los impactos se considera temporales, los cuales se encuentran principalmente en la etapa de preparación del sitio debido a las instalaciones provisionales necesarias para el desarrollo del proyecto. Por otro lado, en la etapa de mantenimiento se concentran las actividades que se llevaran a cabo de manera intermitentes, ya que son acciones de tiempos cortos pero periódicos, estos representan el 5% de los impactos identificados.

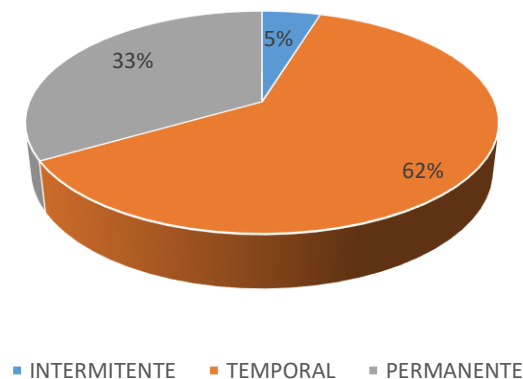


Imagen V. 2 Temporalidad de los impactos.

En la gráfica siguiente se observa que la que el mayor porcentaje de impactos son puntuales (52%), de los impactos son puntuales, y se presentan en la principalmente en la fase de preparación del terreno donde ocurren la mayor parte e impactos puntuales, afectando principalmente a la distribución de la fauna y flora, sin embargo, una vez que las obras sean concluidas el impacto se revertirá. Le sigue los impactos locales (19%), ya que en la etapa de construcción se presenta el mayor número de impactos, ya que las actividades implicadas en esta fase serán tratados dentro de la zona del proyecto. Por otro lado, los impactos regionales representan el porcentaje de (29%) estos se presentan por la demanda de materiales, el transporte de residuos, maquinaria y equipo y aguas residuales, ya que son transportados fuera del predio para su tratamiento o disposición final.

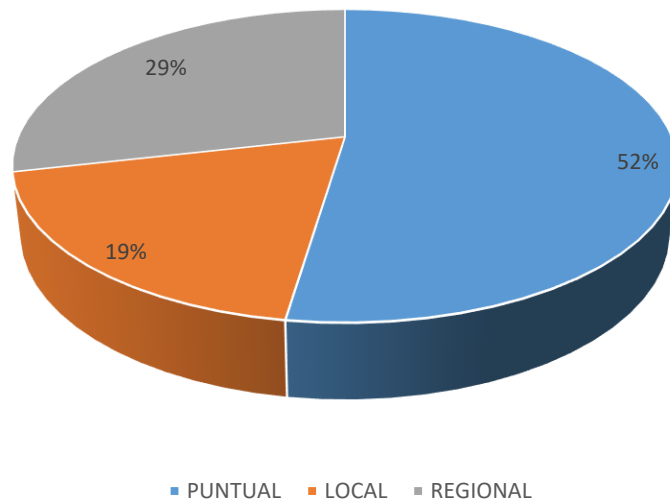


Imagen V. 3 Extensión de los impactos.

El porcentaje de la reversibilidad de los impactos se muestra en la gráfica siguiente, el 90% de estos se consideran reversibles, se concentran con mayor frecuencia en la etapa de preparación del sitio ya que son instalaciones que se llevaran a cabo de manera temporal y el impacto se puede revertir. Las actividades que representan principalmente un impacto hacia el hábitat existente en la zona son irreversibles debido a su modificación estructural y funcional, a excepción del monitoreo del agua y vida silvestre, los cuales incluyen el 10% de los impactos ocasionados durante el desarrollo del proyecto.

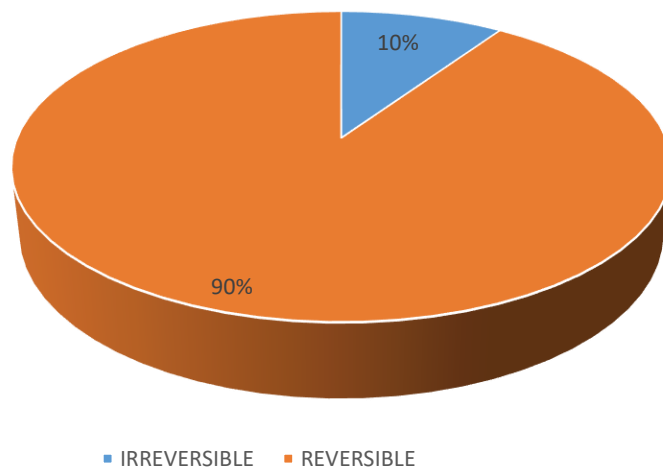


Imagen V. 4 Reversibilidad de los impactos.

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. En lo que se refiere al Sistema Ambiental presenta una clase de suelo. La asociación de suelos con mayor predominancia se trata del suelo con clave Gv+Ge+Vp/3, es decir Gleysol vértico-Gleysol eutricto-Vertisol pélico de textura fina con 570.78 hectáreas que corresponden con el 77.20% del SAR, este tipo de asociación de suelos se localiza en un dos grandes mosaicos, uno al poniente y el otro al oriente del Sistema. Sobre esta asociación de suelos se desarrollaron originalmente los tulares que actualmente muestran un gran impacto con un completo cambio de uso de suelo hacia el agropecuario con grandes extensiones de ganadería. Mientras que el 22.80% restante, es decir 168.56 hectáreas se tratan del Río Papaloapan.

Tabla V. 5. Atributos del suelo y nivel de susceptibilidad en el Sistema Ambiental Regional del proyecto.

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	ESTABILIDAD DE AGREGADOS			CONSISTENCIA			PROFUNDIDAD EFECTIVA			TEXTURA		
	Alta	Media	Baja	Masiva	Friable	Firme	Menor 50 cm	100 cm	Más de 150 cm	Fina	Media	Gruesa
Gleysoles			X		X		X			X		

UNIDAD DE SUELO (WRB-SR-FAO, 2006)	PERMEABILIDAD É INFILTRACIÓN			DRENAJE			PH		
	Alta	Media	Baja	Excesivo	Media	Deficiente	Ácido	Neutro	Base
Gleysoles			X			X			X

Dentro de la sensibilidad del elemento suelo, se tienen a los suelos Gleysoles los cuales se describen a continuación:

- **Gleysoles.** Los Gleysoles son el suelo con mayor extensión tanto en el municipio como en la zona colindante. Ocupa el 88.75% del área total del municipio de Tlacotalpan y se caracteriza por presentar una textura de tipo fina o arcillosa. De manera general, los Gleysoles se forman sobre materiales no consolidados recientes, principalmente en los de origen fluvial, marino y lacustre, en relieves planos y depresiones. Estos suelos se asocian principalmente a zonas de

inundación, debido a que se caracterizan por un estado de saturación durante largos periodos por la presencia de aguas freáticas. Uno de los principales problemas para el manejo de este tipo de suelos es la necesidad de instalar un sistema de drenaje de canales profundos para disminuir la saturación hídrica. Los Gleysoles drenados adecuadamente pueden usarse para cultivos arables e incluso horticultura. Sin embargo, no es recomendable laborearlos cuando están bajo condiciones de alta saturación o en zonas de depresión, debido a que eventualmente volverán a inundarse, por lo que es mejor conservarlos con su cubierta forestal. Cabe mencionar que los Gleysoles en el municipio de Tlacotalpan presentan también características de suelos de tipo Vertisol y Fluvisol principalmente, cuya característica es que han estado fuertemente influenciados por el agua. Este tipo de suelos se forman también sobre terrenos deprimidos o planos, a partir de material no consolidado, lo cual determina que la textura dominante sea de fina o arcillosa. Finalmente, de acuerdo a lo registrado por el INEGI en el Conjunto Nacional de Datos Vectoriales de Edafología, dentro del municipio existen Gleysoles con altas concentraciones de sales solubles, condiciones sobre la cual es común encontrar vegetación de manglar (Mapa de vegetación y uso del suelo). Los Gleysoles con estas características tienen poco valor agrícola, por lo que generalmente son usados para pastoreo extensivo, sin embargo, es recomendable conservar la vegetación nativa, especialmente tratándose de manglares.

Tabla V. 6. Indicadores de sensibilidad del suelo en el Sistema Ambiental.

UNIDAD DE SUELO (WRB-FAO, 2006)	Erosionabilidad	Riesgos de inundación	Contaminación profunda	Sensibilidad Total
Gleysoles	1	2	1	4

En el Sistema Ambiental Regional las combinaciones de suelos presentan sensibilidades muy parecidas, sobre estos tipos de suelos se asientan los pastizales cultivados.

GEOLOGÍA. El municipio de Tlacotalpan, Veracruz, se ubica en la provincia Llanura Costera Veracruzana, y se encuentra dentro de la cuenca del río Papaloapan. Su geología está intrínsecamente relacionada con la evolución tectónica del Golfo de México que ocurre desde el Triásico Superior con la ruptura del supercontinente Pangea y que continúa con la sedimentación de diversas Formaciones sobre las cuales sobreyacen las unidades litológicas que se encuentran en el municipio. En Tlacotalpan se diferencian dos unidades litológicas, ambas del Holoceno, los sedimentos palustres y los aluviales, cuyo origen ha sido favorecido por la planicie que domina el municipio y la constante aportación de agua que ha originado zonas de inundación periódica. Los primeros están relacionados con zonas inundadas permanente o intermitentemente, las cuales han permitido el desarrollo de la vegetación y la constante aportación de materia orgánica; en Tlacotalpan los sedimentos palustres se componen principalmente de granos de limo y arcilla de color oscuro y de olor fétido debido a la eutrofización de la materia orgánica y están relacionados a zonas cubiertas por manglares o popales (Mapa de vegetación y uso del suelo). Las zonas cubiertas por sedimentos aluviales corresponden a áreas de aportación de material detrítico, arenas y limos principalmente, depositado por la dinámica de la red de drenaje detrítica, que alimenta al río Papaloapan, alrededor del cual se extiende la mayor parte de la planicie aluvial, debido a las dimensiones de su caudal.

El Sistema Ambiental Regional del trazo del proyecto subyace en suelos aluviales del Cenozoico del Cuaternario.

Tabla V. 7. Sensibilidad Geológica del Sistema Ambiental Regional.

Litología	Estabilidad Geológica		Intemperismo		Estabilidad Tectónica		Sensibilidad Total
	Deslizamientos	Derrumbes	Antropológico	Natural	Fallas	Fracturas	
Suelo aluvial	0	0	1	1	0	0	2

GEOMORFOLOGÍA. En lo que respecta al Sistema Ambiental Regional, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur y a la Subprovincia de Llanura Costera Veracruzana, La Provincia Llanura Costera del Golfo Sur, es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Sus principales ríos son el Papaloapan, río motivo del presente proyecto el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta. La mayor parte de su superficie, a excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Dentro de la parte correspondiente al estado de Veracruz dominan los climas cálidos subhúmedos, sin embargo, en la región de Los Tuxtlas prevalece el cálido húmedo con lluvias todo el año. La vegetación se ajusta a estos regímenes con selva mediana subperennifolia en las zonas menos húmedas y selva alta perennifolia en las más húmedas. En la entidad esta provincia está representada por áreas que forman parte de dos subprovincias y una discontinuidad. Finalmente, el Sistema Ambiental Regional se asienta sobre la topografía de la llanura aluvial costera inundable en elevaciones que oscilan entre el nivel del mar y los 5 msnm.

Tabla V. 8 Sensibilidad Geomorfológica del Sistema Ambiental Regional.

GEOFORMA	Procesos Geomorfológicos		
	Denudación	Acumulación	Derrumbes
Llanura aluvial costera inundable	1	1	0

GEOFORMA	Intemperismo		Erosión		Sensibilidad Total
	Antropológico	Natural	Antropológica	Natural	
Llanura aluvial costera inundable	1	1	1	1	6

HIDROLOGÍA. En lo que se refiere al municipio de Tlacotalpan, éste se ubica sobre la Región Hidrológica Papaloapan, la cual abarca gran parte de la porción centro-sur de Veracruz, las corrientes que la integran tienen una disposición radial y paralela, controlada por algunas elevaciones de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico (el Cofre del Perote y el Pico de Orizaba), así como por otros aparatos volcánicos y sierras plegadas, compuestas por rocas sedimentarias marinas. Las cuencas que la conforman son: "Papaloapan" y "Jamapa". La primera es una de las tres más importantes del país. Su corriente principal – el río Papaloapan– tiene su origen en las serranías oaxaqueñas, donde los ríos Tonto y Santo Domingo son los formadores principales. El río Jamapa, escurrimiento del cual toma el nombre la cuenca, nace en las faldas del Pico de Orizaba con la denominación de río Pantepec. De las estaciones hidrométricas ubicadas en esta

región hidrológica, 37 quedan dentro de Veracruz y reportan un gasto medio de 68.01 m³/seg), es decir, el 11.37% del gasto total. En la zona norte de la región se encuentra establecido el distrito de riego "La Antigua y Actopan", que se abastece de los ríos Jamapa, San Juan Pancaya, Santa María y Actopan.

VEGETACIÓN. A continuación, se realiza una descripción del tipo de uso de suelo y vegetación con el que cuenta el área del proyecto y el Sistema Ambiental Regional, apoyados de la guía para la interpretación de cartografía uso de suelo y vegetación del INEGI Serie VI.

- ✓ **Pastizal Cultivado.** Sistema en el cual se han introducido, intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies, bajo un programa de productividad y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo, clasificados como Pastizales Cultivados. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero

Tabla V. 9. Indicadores de Sensibilidad de la vegetación del Sistema Ambiental del Proyecto.
 Sistema Ambiental Regional= 739.34 Hectáreas

CVE_UNION	DESCRIPCIÓN	AREA_HA	Sensibilidad
PC	Pastizal Cultivado	575.92	Baja
NA	Cuerpo de Agua	163.42	Baja
	Total	739.34	

De la superficie total del SAR (739.34 ha), solo se ocuparán para el proyecto 0.97 ha, que representan el 0.13% de toda la superficie del SAR, es decir que el 99.87% del SAR no tendrá ninguna interacción ni afectación directa con las actividades del Proyecto. Se tiene que el área total ocupada por el proyecto será de 0.9748 ha, de las cuales 0.5448 ha pertenece a Cuerpo de agua y 0.4300 ha corresponden a la superficie a afectar por el proyecto de las cuales el Pastizal cultivado tiene una superficie del 100 %.

Tabla V. 10 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 (HA)	SUP. OCUPADA POR EL TRAZO (HA)	% DE OCUPACIÓN POR EL PROYECTO EN EL SAR
Pastizal cultivado	575.92	0.4300	0.06
Cuerpo de Agua	163.42	0.5448	0.07
Total	739.34	0.9748	0.13

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.

Con la finalidad de identificar y evaluar eficazmente los impactos ambientales, se emplearán las mejores metodologías existentes actualizadas, con la finalidad de ofrecer certidumbre al panorama del impacto que se causará al ambiente, por el desarrollo del nuevo proyecto. Lo anterior apegado a 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, interpretar los resultados y finalmente, establecer las medidas para prevenir y/o compensar los efectos negativos 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 y etapas programadas, dentro de la obra, lo cual requiere las especificaciones particulares y puntales, en tiempo y espacio, así como valorar 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, que tiene 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, 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 establecidas 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.
- Se procede a establecer las jerarquías de las actividades identificadas y ponderadas como las de mayor impacto y se agrupan en tres categorías, para 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, con la ayuda de un dron y las imágenes obtenidas en la visita de campo. 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 puntuales, en tiempo y espacio, y 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
- ✓ Geomorfología
- ✓ Suelo
- ✓ Geología
- ✓ Hidrología
- ✓ Vegetación
- ✓ Fauna
- ✓ Hábitat y Paisaje
- ✓ Factores Sociales y Económicos

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 la 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, donde 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 la obra proyectada, infraestructura 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 trazo del proyecto y otro análisis con el proyecto una vez inmerso en el Sistema Ambiental Regional 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 genera 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 Regional, para poder realizar, bajo límites, un análisis cartográfico de las unidades de paisaje. Para ello se consideraron las escalas de trabajo de 1:7,500 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 el análisis espacial para 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 SELECCIONA.

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 Regional 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.

LISTA DE VERIFICACIÓN O CHECK LIST.

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 primer lista simple de chequeo para cada proyecto; también se desarrolla la identificación de los factores, atributos e indicadores involucrados. A continuación se presentan las primeras 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 de la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se muestran en la lista de cotejo

correspondiente a las actividades de la Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730. 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 de la integración de proyecto, con la secuencia de impactos analizados. Las actividades del proyecto de la Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730 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. 11 Lista de Actividades del proyecto.

ETAPA	COMPONENTES
Preparación del sitio	1) Rescate de fauna y vegetación.
	2) Desmonte.
	3) Despalme.
	4) Excavación.
	5) Instalación de Infraestructura de apoyo.
	6) Limpieza, trazo y nivelación .
	7) Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).
	8) Generación y Manejo de residuos.
	9) Uso maquinaria, equipo y transporte.
	10) Colocación de Geotextil.
Construcción	11) Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)
	12) Tapete anti socavación.
	13) Cuerpo de protección marginal
	14) Desmantelamiento de Infraestructura de apoyo.
	15) Limpieza General.
	16) Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)
	17) Generación y Manejo de residuos.
	18) Uso maquinaria, equipo y transporte
Mantenimiento	19) Limpieza General y Mantenimiento.
	20) Generación y Manejo de residuos.
	21) Uso maquinaria, equipo y transporte

En el presente estudio se adoptan, a partir de la discusión del Listado de chequeo, los siguientes factores del medio natural y socioeconómico para conformar las matrices de identificación o de interacción, de impactos, así como su evaluación:



Tabla V. 12. Factores y atributos del medio físico, biótico y socioeconómico, para la construcción de la matriz de interacción de impactos de la Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730.

Geología	Materiales Geológicos.
	Estabilidad.
Geomorfología	Relieve.
	Línea de Costas
	Denudación
	Movimientos de materiales
Limnología	Oleaje.
	Calidad del agua.
Suelo	Horizontes
	Erodabilidad
	Contaminación
	Procesos erosivos
Aire	Calidad del aire (composición)
	Nivel de ruido
Hidrología superficial	Calidad (físicoquímica)
	Caudal
	Patrón de drenaje superficial
Hidrología subterránea	Calidad (físicoquímica)
	Caudal
Vegetación Terrestre y Acuática	Abundancia
	Diversidad
Fauna terrestre y Acuática	Abundancia
	Distribución
Paisaje	Calidad estético-paisajística
	Estructura del paisaje
Socio económicos	Economía regional
	Seguridad Social

El Proyecto de la protección marginal contra la erosión ocasionada por el Río Papaloapan del km 8+770 al 9+730, Tramo Buenavista - Límites Estados Ver./Oax., de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el Municipio de Tlacotalpan, Estado de Veracruz se asienta sobre

llanura aluvial costera inundable, por el que atraviesa el Río Papaloapan, geomorfología sobre la que descansan los suelos Gleysols, sobre los que los pastizales cultivados usados con fines pecuarios se han extendido sobre lo que antes se desarrolló el pastizal natural y el tular, que actualmente se ve acentuada por la deforestación durante las últimas décadas, debido a la presión que las actividades agropecuarias ejercen sobre los recursos naturales. Estas áreas en la actualidad presentan áreas ganaderas, así como organismos aislados de vegetación introducida, amén de especies invasoras, con gramíneas colonizadoras y pioneras de zonas de inundación. Para la estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo y matrices de identificación y ponderación. Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades del proyecto, con sus especificaciones, 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, mencionados previamente, estas se elaboraron de acuerdo a las características de cada una de las obras a desarrollar en el área de estudio y por la discusión interdisciplinarias de los factores del medio físico, biológico y socioeconómico. El listado de actividades utilizado para la matriz de identificación y ponderación de impactos se agrupa en cada etapa del proyecto del para la Protección Marginal Contra Erosión del Km 8+770 al 9+730, Tramo Buenavista - Límites Estados Ver./Oax., de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el Municipio de Tlacotalpan, Estado de Veracruz, de la siguiente manera: Preparación del sitio, Construcción, Operación y Mantenimiento.

Los factores ambientales para considerar son geomorfología, geología, suelo, hidrología, vegetación, fauna, hábitat y paisaje, factores sociales y económicos. Una vez obtenidas estas listas se analizan con la matriz de interacciones, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas. Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se construyen las 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. La matriz de identificación de impactos ambientales se presenta en la siguiente sección.

VALORACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.

Para el presente proyecto se realizó una modificación a la matriz de Leopold, utilizando 25 factores ambientales, 3 etapas y 22 acciones; marcando con el número 1 los posibles impactos ambientales y finalmente sumando las filas y columnas para obtener los impactos totales por acción y por componente ambiental. A continuación, se muestra la matriz de Leopold Modificada, empleada para el proyecto.

Tabla V. 13. Matriz identificación de impactos ambientales de la Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730.

		Preparación del sitio								Construcción								Mantenimiento			Total			
		Rescate de fauna y vegetación	Desmante.	Despalme.	Excavación.	Instalación de Infraestructura de apoyo.	Limpieza, trazo y nivelación .	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).	Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte.	Colocación de Geotextil.	Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	Tapete antisocavación.	Cuerpo de protección marginal (bolsacreto)	Desmantelamiento de Infraestructura de apoyo.	Limpieza General.	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte	Limpieza General y Mantenimiento.		Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte	
Geología	Geología			1	1					1		1												4
	Estabilidad.		1		1		1			1		1												
Geomorfología	Relieve.		1		1		1			1			1											5
	Línea de Costas				1		1			1		1	1											5
	Denudación		1	1	1				1	1	1	1	1				1							9
	Movimientos de materiales		1	1	1				1	1	1	1	1				1							9
	Oleaje.												1											1
Limnología	Calidad del agua.								1		1													4
	Horizontes		1	1	1	1			1	1	1	1	1			1								10
Suelo	Erodabilidad		1	1	1				1				1											5
	Contaminación			1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
	Procesos erosivos			1	1					1			1											4
	Calidad del aire (composición)			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
Aire	Nivel de ruido		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
	Calidad (físicoquímica)				1				1	1	1		1	1				1	1			1	1	10
Hidrología superficial	Caudal						1					1	1											3
	Patrón de drenaje superficial				1								1											2
	Calidad (físicoquímica)		1			1																		2
Hidrología subterránea	Caudal					1																		1
	Abundancia	1	1	1	1	1				1		1	1	1										9
Vegetación Terrestre y Acuática	Diversidad	1	1	1						1		1	1											6

		Preparación del sitio									Construcción									Mantenimiento			Total
		Rescate de fauna y vegetación	Desmonte.	Despalme.	Excavación.	Instalación de Infraestructura de apoyo.	Limpieza, trazo y nivelación .	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).	Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte.	Colocación de Geotextil.	Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	Tapete antisocavación.	Cuerpo de protección marginal (bolsacreto)	Desmantelamiento de Infraestructura de apoyo.	Limpieza General.	Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte	Limpieza General y Mantenimiento.	Generación y Manejo de residuos.	Uso maquinaria, equipo y transporte	
Fauna terrestre y Acuática	Abundancia	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1		1	1	1		1	1	1	18
	Distribución	1	1	1				1			1	1	1	1		1							9
Paisaje	Calidad estético-paisajística	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
	Estructura del paisaje	1			1	1	1		1	1			1						1				9
Socio económicos	Economía regional		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
	Seguridad Social				1	1		1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	16
Total, de impactos		6	11	14	17	11	7	10	8	9	17	10	14	18	7	6	10	8	9	6	8	9	215



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 739.34 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con pastizal cultivado con 575.92 hectáreas que representan 77.90%. en segundo sitio de importancia el cuerpo de agua del Río Papaloapan cuenta con 163.42 hectáreas que equivalen al 22.10%. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 14. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE UNIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
H ₂ O	Cuerpo de agua	163.42	22.10%
PC	Pastizal Cultivado	575.92	77.90%
	TOTAL	739.34	100.00%

Para el presente análisis de fragmentación se tomará en cuenta la superficie terrestre del Sistema Ambiental Regional, es decir se trata de los pastizales cultivados, esto en el entendido de que dichas zonas difícilmente presentarán fauna silvestre. Sin embargo, se tomarán en consideración como el espacio 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 brechas, veredas y carreteras pavimentadas que sirven de conexión entre las comunidades presentes en el Sistema Ambiental Regional. Aunque la principal fragmentación natural se da por el Río Papaloapan. En las siguientes imágenes se puede verificar el estado de fragmentación que prevalece en el Sistema Ambiental Regional:

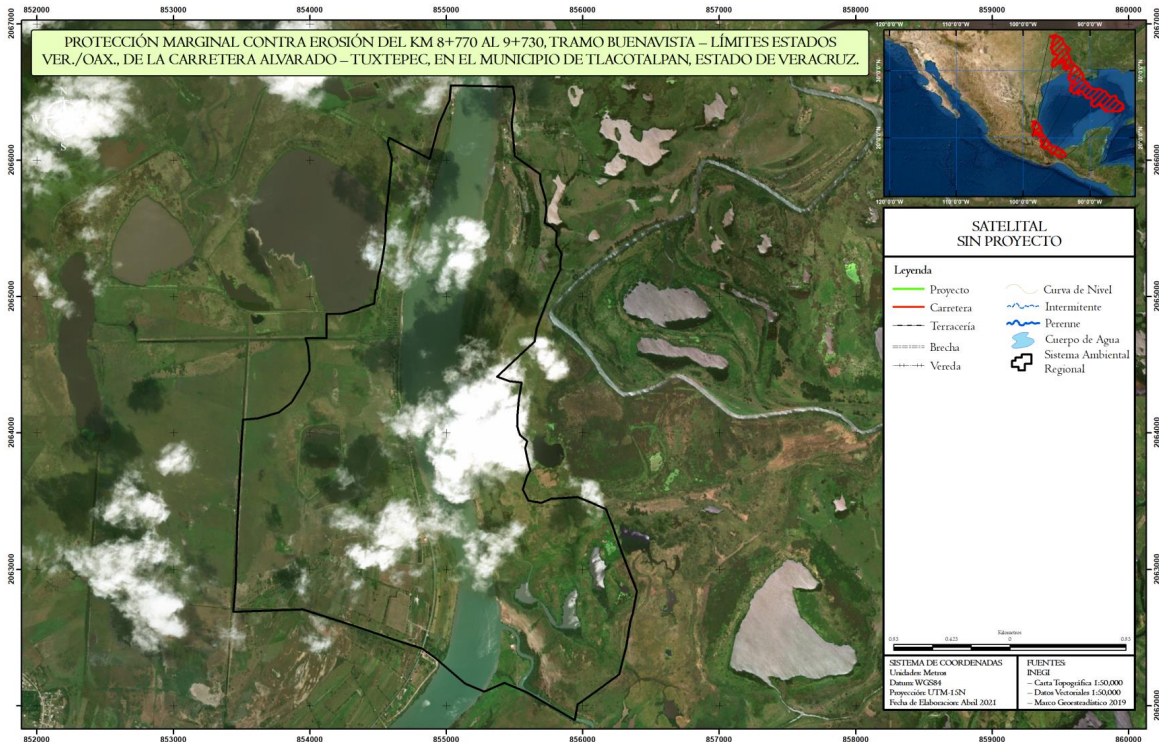


Imagen V. 5 Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación antes del ingreso del trazo del proyecto.

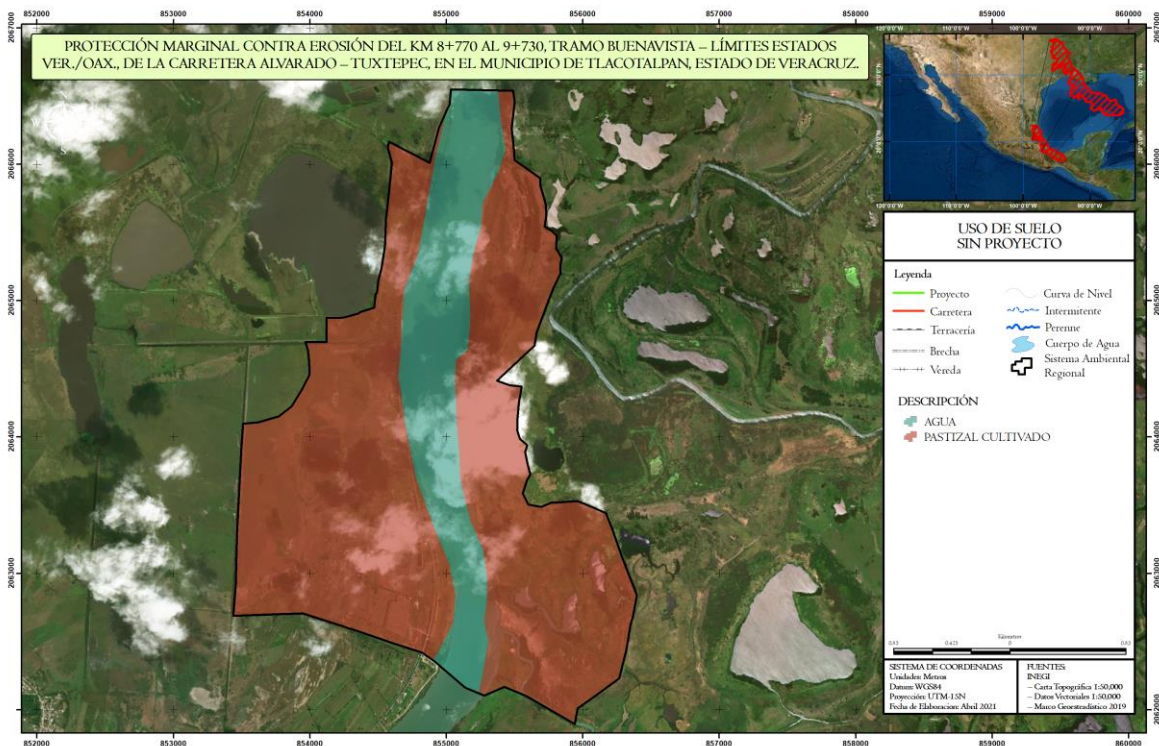


Imagen V. 6 Paisaje existente con usos de suelo y vegetación antes del ingreso del proyecto.

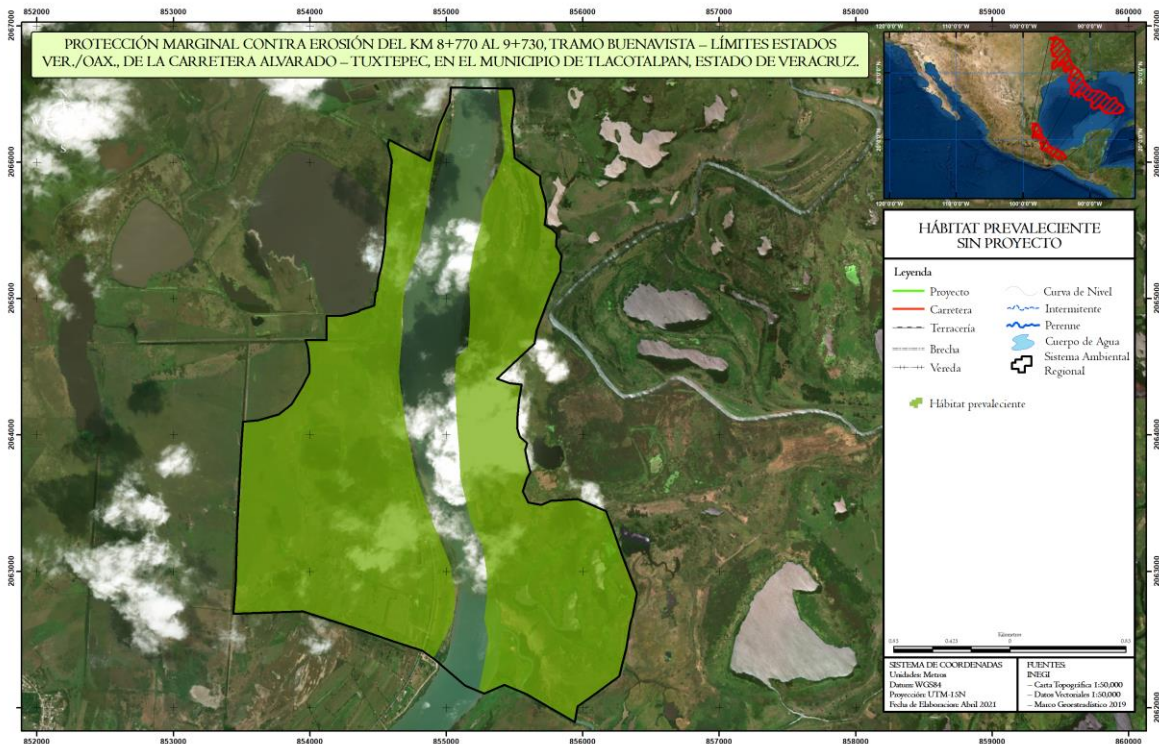


Imagen V. 7 Fragmentos de hábitat prevalecientes en que el encuentro entre dos animales de la misma especie pueda ocurrir.

Una vez ingresados los elementos que fragmentan el paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional, se obtienen un total de 7 fragmentos (referirse a la siguiente imagen). Para el presente análisis se escogieron las infraestructuras lineales (brechas, veredas y pavimentadas), en cuanto a los elementos de origen antropogénico que han fragmentado el paisaje de manera antropogénica y el Río Papaloapan como causa natural. Es decir que en nuestro proyecto la parte terrestre del pastizal cultivado 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.



Imagen V. 8 Fotografías de fragmentación en el Sistema Ambiental Regional.





En las fotografías aéreas anteriores capturadas mediante vehículo aéreo no tripulado (dron) durante la visita de campo, evidencian los elementos antropogénicos que fragmentan el pastizal cultivado, es decir los caminos de tipo brecha y/o vereda o las carreteras 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. Sin olvidar la gran partición que se da por el Río Papaloapan.

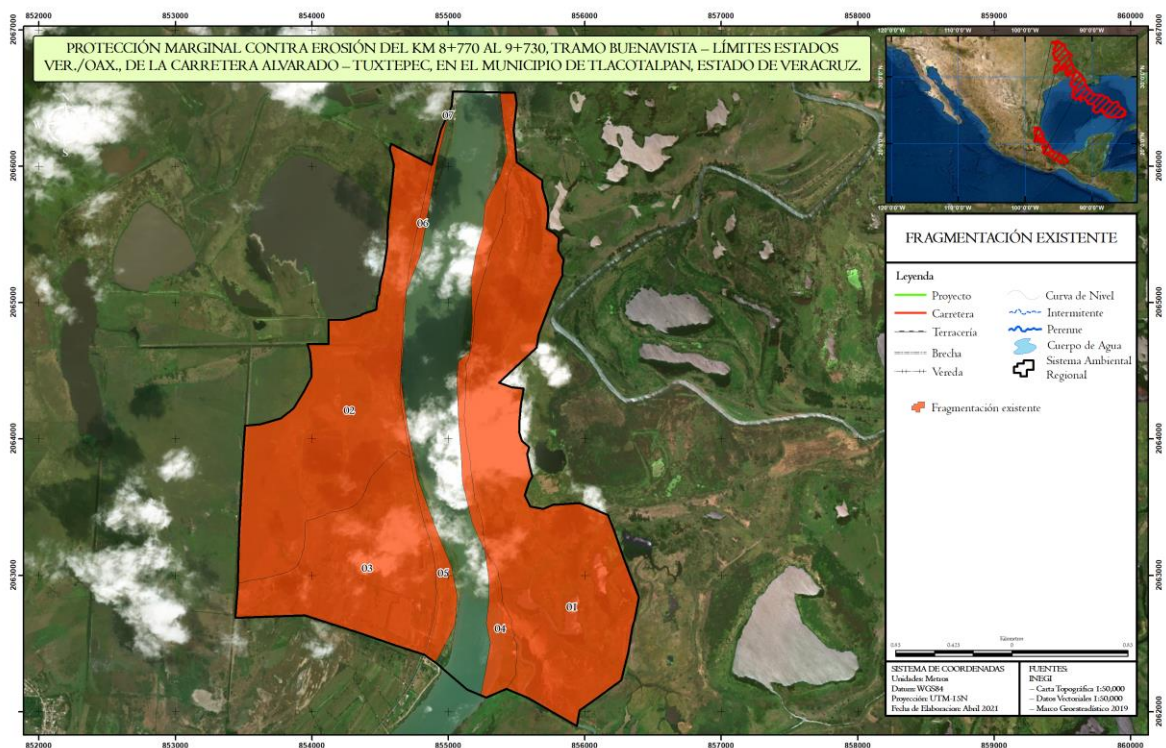


Imagen V. 9 Fragmentación existente en el Sistema Ambiental Regional antes del proyecto.



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, esto 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 esto 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 **29.51%**, 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 del pastizal es **bajo**, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje **alto** con el **70.49%**. 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 = 527.75 hectáreas) con el **16.52%**, mientras que los fragmentos con menor probabilidad son los fragmentos 06 y 07, que presentan probabilidades muy cercanas a cero, en otras palabras, la conectividad en estos dos fragmentos es casi nula. En cuanto al **tamaño efectivo de la malla** es igual a **169.98 hectáreas**, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad **baja** de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como caminos de tipo brecha, veredas o carreteras pavimentadas o por el Río Papaloapan. Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: **3.39**, lo cual es igual a decir que se deben obtener 3.39 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (**575.92 has/169.98 has**). En tanto que el número de “mallas” per unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: 0.0059/ha o lo que es más conveniente **5.9 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 **97,892.45 ha²**. Todo esto se puede verificar en la siguiente tabla:



Tabla V. 15. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en el pastizal cultivado antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN ACTUAL DEL HÁBITAT PREVALECIENTE DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA											
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	234.077		0.165194018			54,792.15					
02	168.657		0.085759855			28,445.14					
03	113.541		0.038866821			12,891.49					
04	38.691	575.92	0.004513305	29.51%	70.49%	1,496.99	331,683.63	3.39	169.98	0.0059	97,892.45
05	15.334		0.000708909			235.13					
06	5.617		9.51189E-05			31.55					
07	0.003		2.93673E-11			0.00					

En la siguiente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (234.077 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 16.52% (fragmento 01):

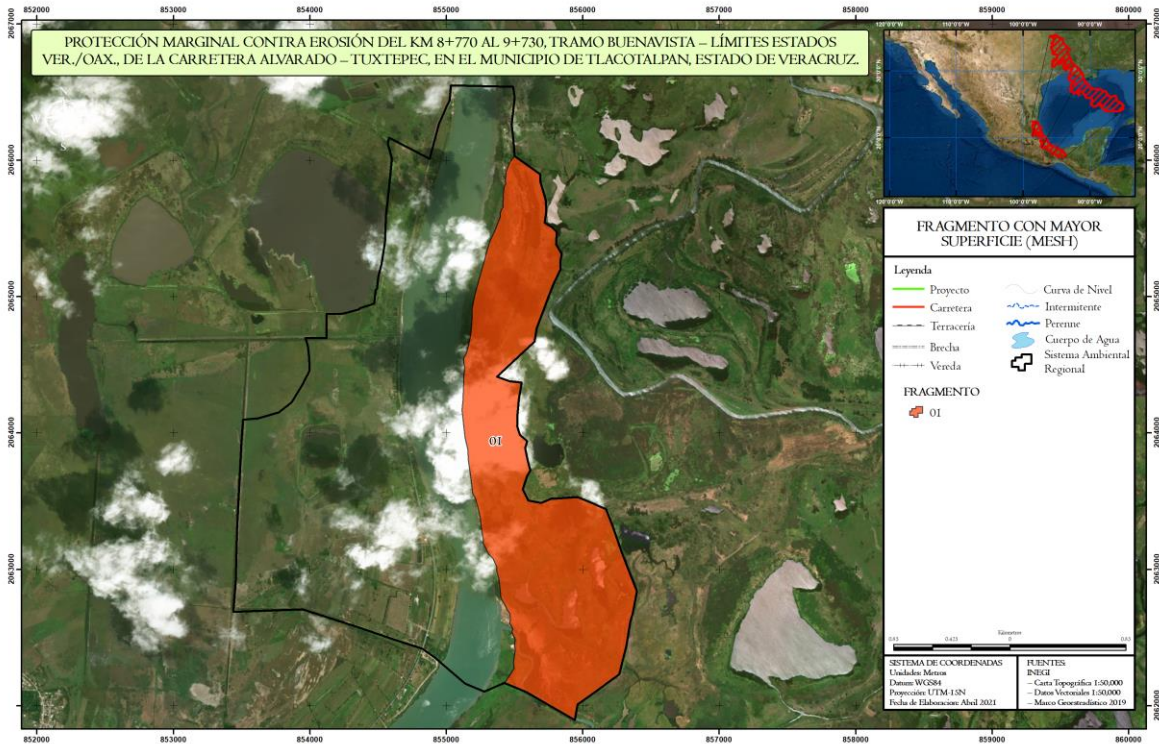


Imagen V. 10 Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) antes de ingresar el proyecto.

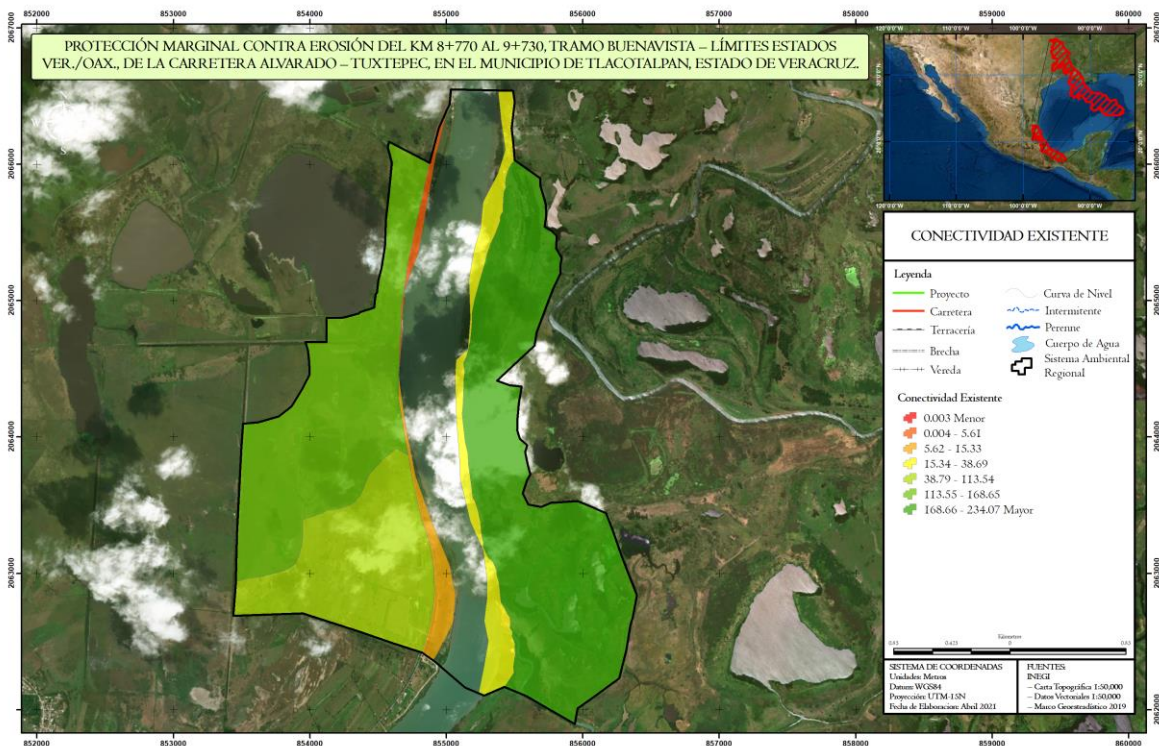


Imagen V. 11 Conectividad existente.

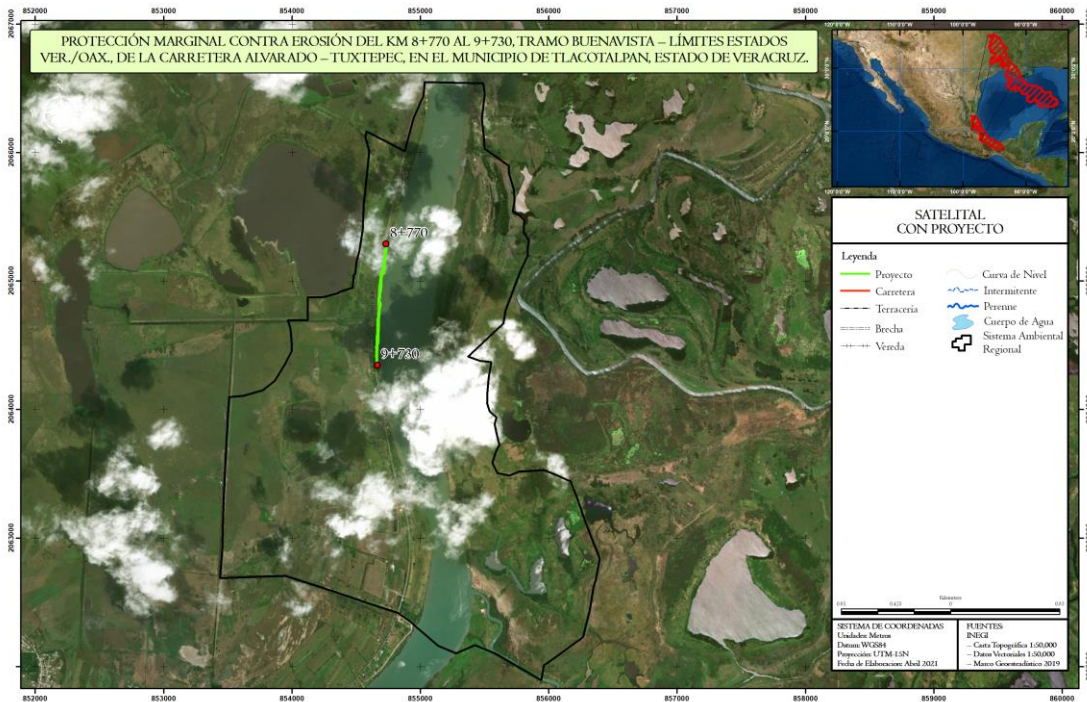


Imagen V. 12 Paisaje existente sin usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

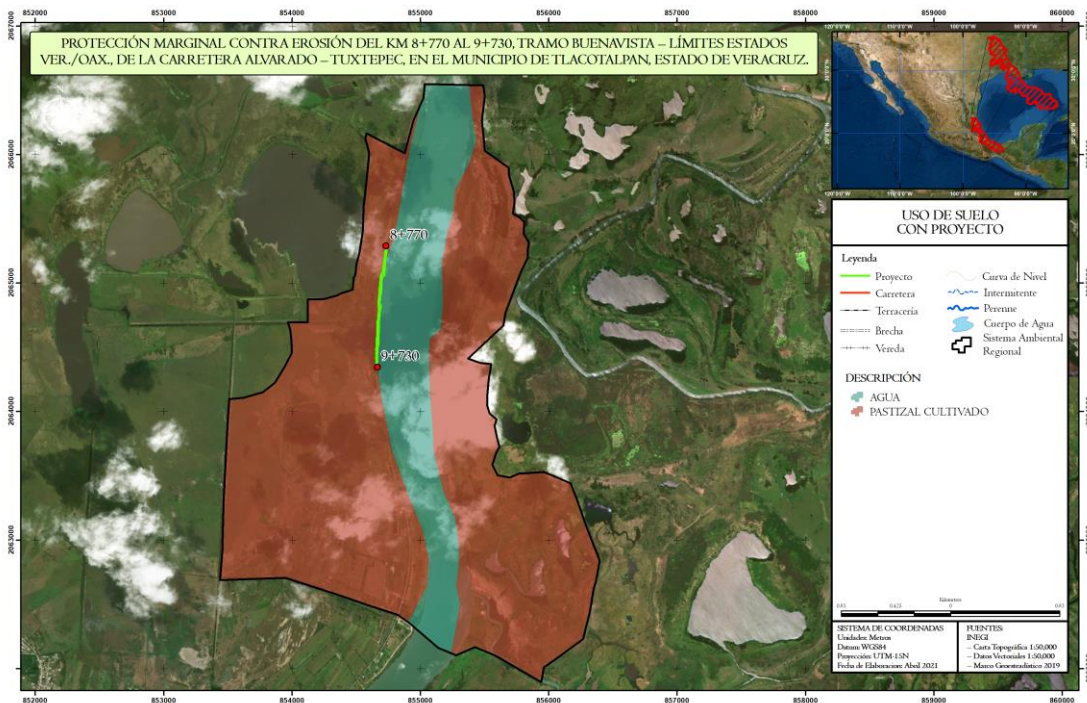


Imagen V. 13 Paisaje existente con usos de suelo y vegetación una vez ingresado el trazo del proyecto.

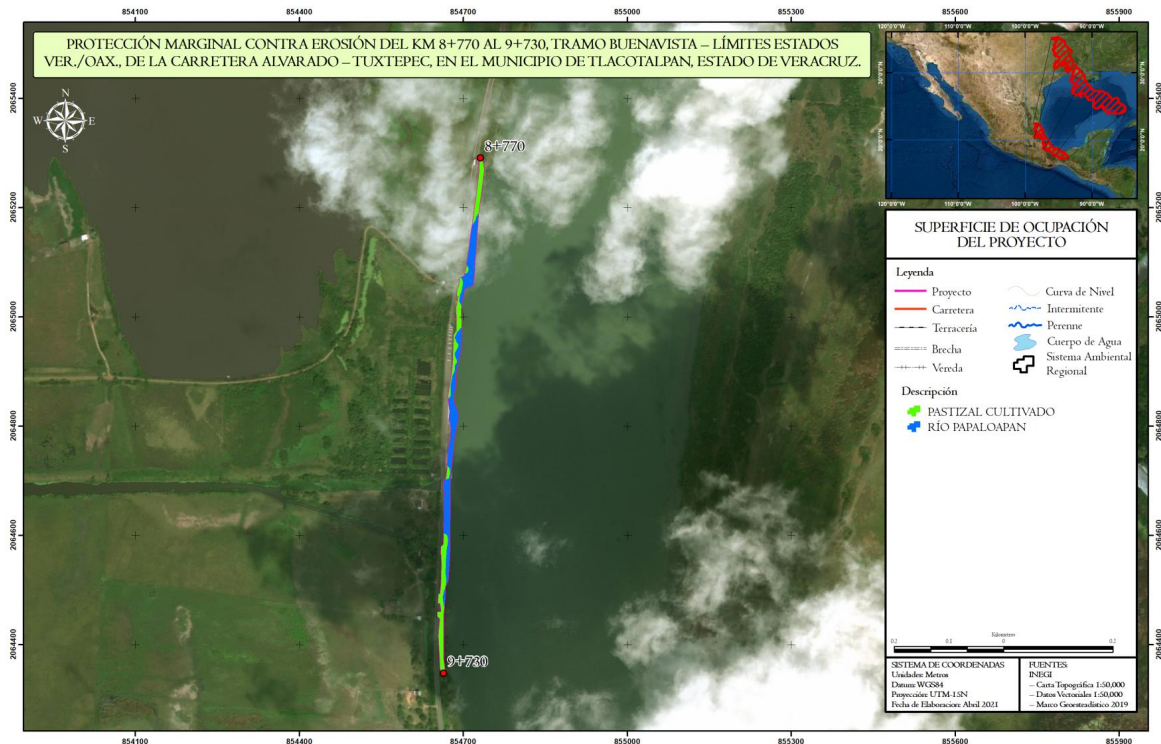


Imagen V. 14 Proyecto.

Una vez introducido el proyecto para realizar el cálculo de las diferentes medidas de fragmentación se tiene un grado de coherencia de **29.51%**, 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 del pastizal es **bajo**, y por consiguiente se presenta un grado de división del paisaje **alto** con el **70.49%**. 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 = 527.75 hectáreas) con el **16.52%**, mientras que los fragmentos con menor probabilidad son los fragmentos 06 y 07, que presentan probabilidades muy cercanas a cero, en otras palabras, la conectividad en estos dos fragmentos es casi nula. En cuanto al **tamaño efectivo de la malla** es igual a **170.02 hectáreas**, lo cual nos sugiere que se presenta una probabilidad **baja** de que dos puntos escogidos al azar en la zona estén conectados, sin estar separados por barreras tales como caminos de tipo brecha, veredas o carreteras pavimentadas o por el Río Papaloapan. Toda vez que el índice de división S (SPLI) nos arrojó lo siguiente el siguiente resultado: **3.39**, lo cual es igual a decir que se deben obtener 3.39 fragmentos si se divide el área total del paisaje entre el tamaño efectivo de la malla (**575.74 has/170.02 has**). En tanto que el número de “mallas” por unidad de área está dado por la densidad de división de la malla: **0.0059/ha** o lo que es más conveniente **5.9 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 **97,890.11 ha²**. Todo esto se puede verificar en la siguiente tabla:



Tabla V. 16. Cálculo de las medidas de fragmentación del hábitat en el pastizal cultivado antes del proyecto.

FRAGMENTACIÓN ACTUAL DEL HÁBITAT PREVALECIENTE DE SELVA BAJA CADUCIFOLIA											
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	234.08		0.165194018			54,792.15					
02	168.66		0.085759852			28,445.14					
03	113.54		0.038866821			12,891.49					
04	38.69	575.74	0.004513304	29.51%	70.49%	1,496.99	331,480.67	3.39	170.02	0.0059	97,892.11
05	15.31		0.00070706			234.52					
06	5.46		8.99017E-05			29.82					
07	0.0031		2.93673E-11			0.00000097					

En la siguiente imagen se muestra el fragmento 01 que presenta la mayor superficie (234.077 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 16.52% (fragmento 01):

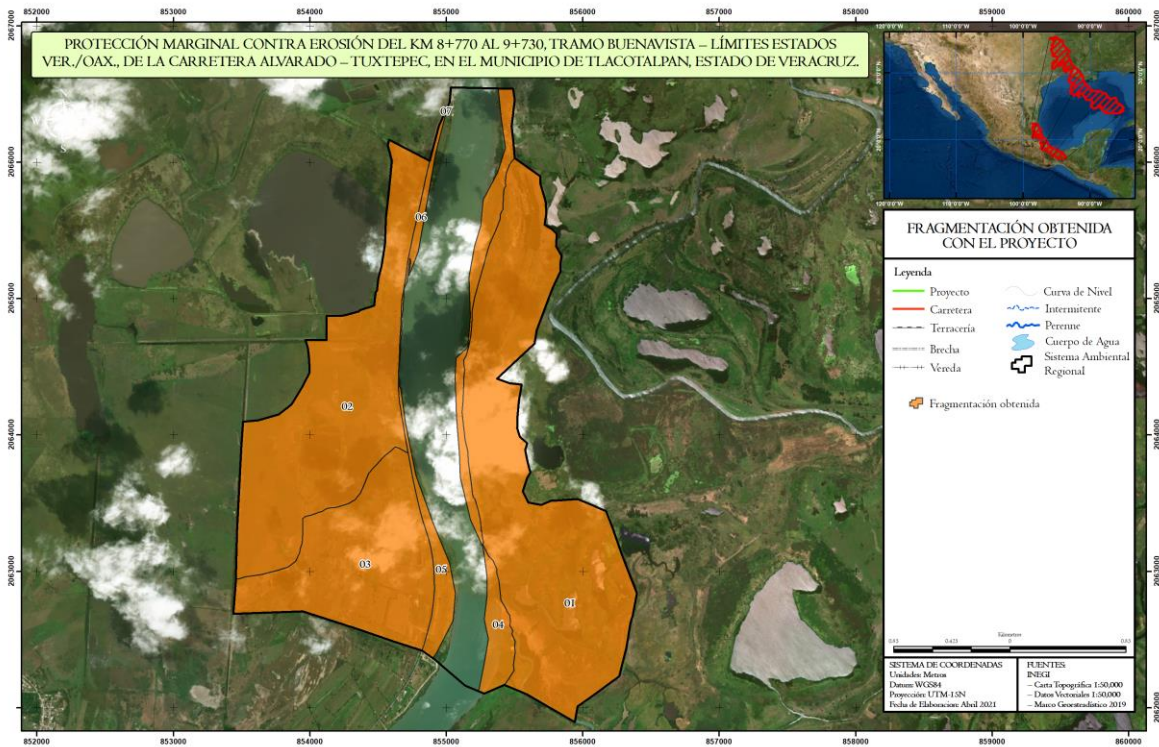


Imagen V. 15 Fragmentación obtenida después de ingresar el proyecto.

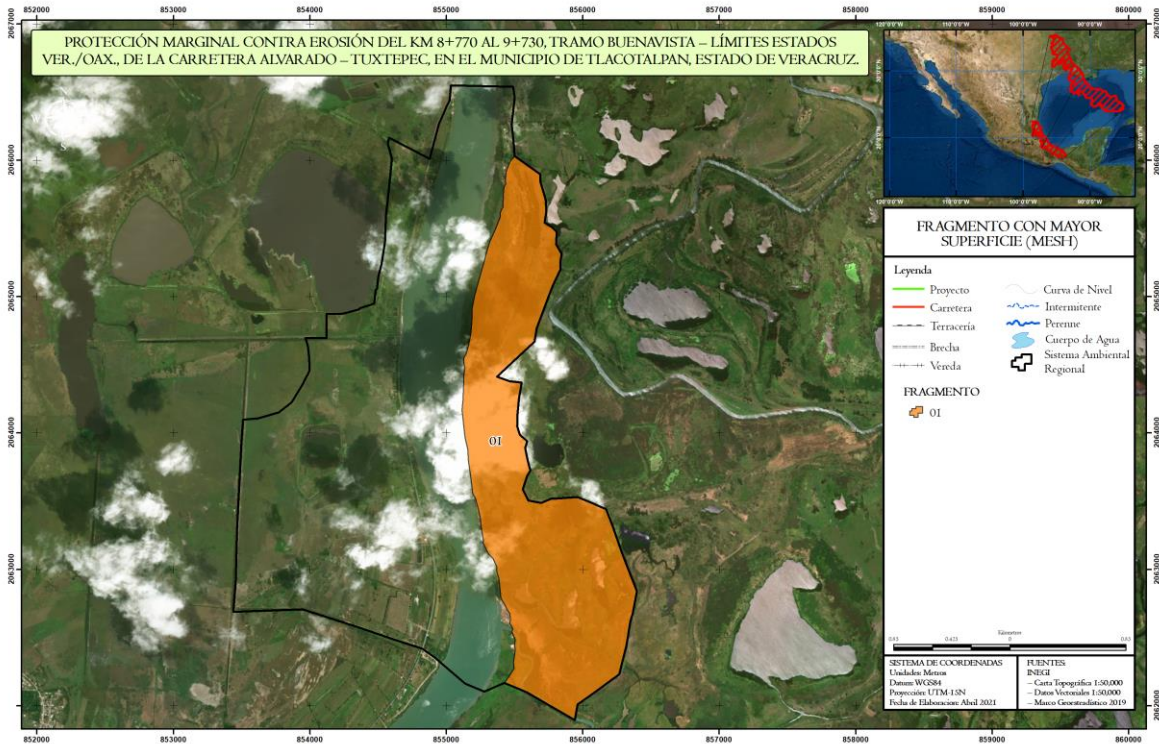


Imagen V. 16 Fragmento con el mayor valor de tamaño efectivo de la malla (mesh) después de ingresar el proyecto.

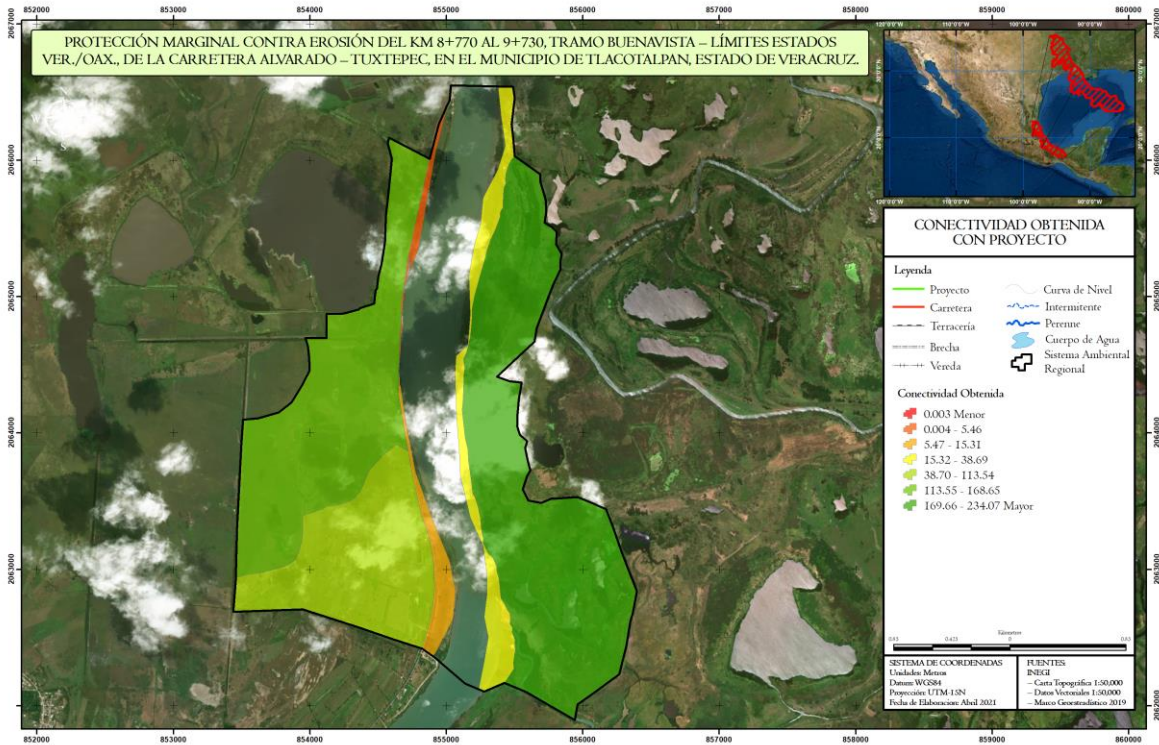


Imagen V. 17 Conectividad obtenida

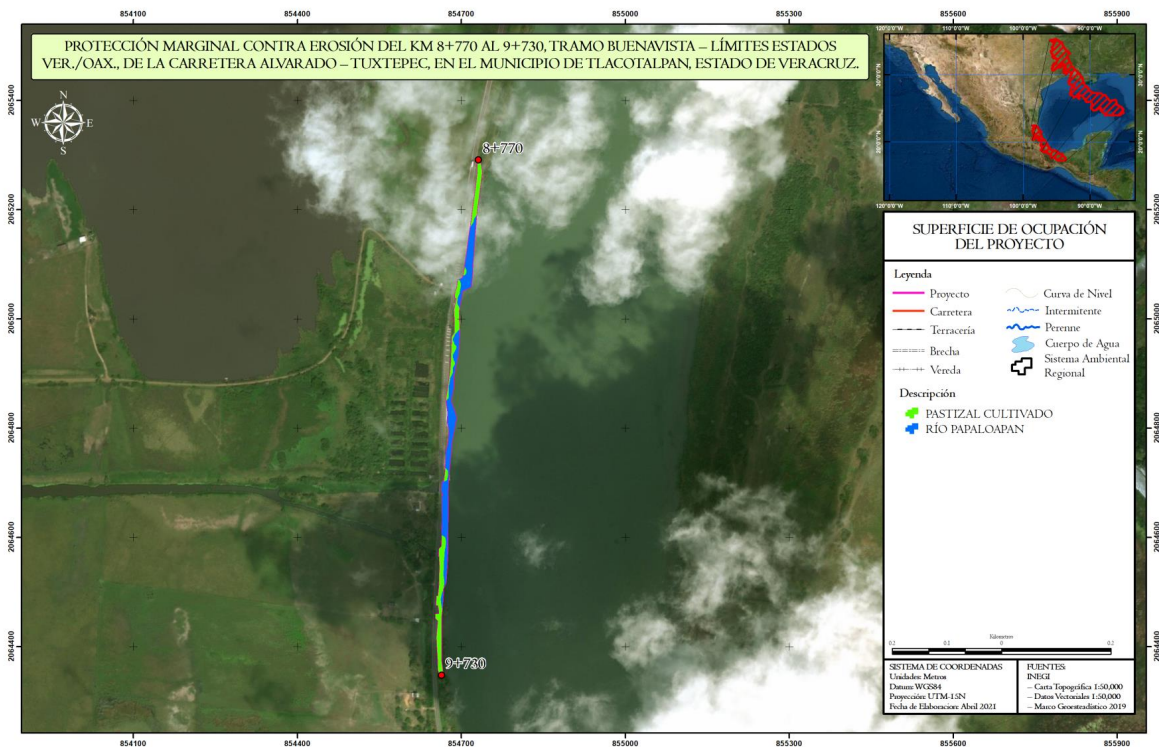


Imagen V. 18 Protección marginal contra la erosión

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 alto grado de división del paisaje en todo el pastizal cultivado, esto a causa de los caminos como brechas, veredas y los trazos carreteros existentes pavimentadas, amén del Río Papaloapan, dichos elementos se ha demostrado que impiden el libre tránsito de las especies animales a lo largo y ancho del lugar.

Imagen V. 19 Protección marginal contra la erosión.



Como podemos observar en los resultados obtenidos no existe cambio más significativo alguno producido por el proyecto una vez ingresado a la modelación, toda vez que se trata de la protección marginal contra erosión entre el km 8+770 al km 9+730 de la carretera Buenavista -Límite Veracruz/Oaxaca, carretera Alvarado-Tuxtepex.

**Tabla V. 17 Lista de control de los impactos que se pueden producir en cada actividad, correspondiente a su etapa de aplicación.**

Etapa	Actividades	Componente	Impactos
Preparación del sitio	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza y acondicionamiento de superficies 	Aire	<ul style="list-style-type: none"> Generación de emisiones a la atmosfera (gases, polvos partículas, ruidos) Generación de RSU (malos olores y emisión de gases)
		Agua	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de probabilidades de riesgo de derrames de sustancias contaminantes a cuerpos de agua (aceites, gasolinas, etc.) Aumento de riesgo de derrame de lixiviados producto de RSU a corrientes de agua
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> Generación de acciones repelentes y de estrés a fauna por ruidos y movimiento de tierras por uso de maquinaria y equipos. Posibilidad de proliferación de fauna nociva por mal manejo de RSU.
		Flora	<ul style="list-style-type: none"> Retiro de cobertura vegetal, escape de CO₂ retenido.
	<ul style="list-style-type: none"> Traslado e instalación de maquinaria, materiales y equipo Instalación de obras de apoyo 	Aire	<ul style="list-style-type: none"> Generación de emisiones a la atmosfera (gases, polvos partículas, ruidos) Generación de RSU (malos olores y emisión de gases)
		Agua	<ul style="list-style-type: none"> Aumento de probabilidades de riesgo de derrames de sustancias contaminantes a cuerpos de agua (aceites, gasolinas, etc.) Aumento de probabilidades de riesgo de derrames de lixiviados de RSU a cuerpos de agua.
		Suelo	<ul style="list-style-type: none"> Compactación y erosión de suelos por el tránsito de maquinaria pesada y vehículos automotores.
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> Alteración de rutas de transito de fauna que usualmente se traslada por la zona.
		Flora	<ul style="list-style-type: none"> Modificación de suelos que no permitirán el establecimiento de las especies de flora existentes actualmente.
		Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> Modificación del paisaje actual, por retiro de vegetación y establecimiento de maquinaria, equipos y obras complementarias, generación de polvos y humos, presencia de elementos no armoniosos con el paisaje.
Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> Derrama monetaria Intensidad laboral 		



Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de Bordo de protección 	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de emisiones a la atmosfera (gases, polvos partículas, ruidos, humos) • Generación de RSU (malos olores y emisión de gases)
		Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de turbiedad en la corriente de agua del Río. • Aumento de probabilidades de riesgo de derrames de hidrocarburos, anticongelantes y aguas residuales.
		Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Compactación y erosión de suelos por el tránsito de maquinaria pesada y vehículos automotores. • Aumento de probabilidades de riesgo de derrames de hidrocarburos, anticongelantes y aguas residuales. • Posible dispersión de contaminantes por mal manejo.
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de hábitos y desplazamiento de especies posiblemente establecidas o que transiten por la zona.
		Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de suelos que no permitirán el establecimiento de las especies de flora existentes actualmente.
		Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Modificación del paisaje actual, cambio de la armonía del paisaje por la presencia de elementos no armoniosos (polvos, gases, humos).
		Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> • Derrama monetaria • Intensidad laboral
Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura desarrollada 	Aire	<ul style="list-style-type: none"> • Nulo impacto. Considerando que el proyecto en su etapa operativa no comprende la realización de actividades o acciones que generen algún tipo de emisión a la atmosfera.
		Agua	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor capacidad hidráulica del cauce del río. • Menor carga de turbiedad en la corriente de agua.
		Suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación y protección de márgenes. • Mitigación de erosión hídrica.
		Fauna	<ul style="list-style-type: none"> • Zonas de transito que permitan el flujo de la posible fauna silvestre existente en la región entre las zonas fragmentadas de desarrollo.
		Flora	<ul style="list-style-type: none"> • Mínima modificación de suelos que permitirá el establecimiento de las especies de flora existentes actualmente.
		Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de nuevos elementos en el paisaje, que con el tiempo y en base a la influencia antropogénica, se homogenizaran y mejoraran el paisaje existente anteriormente.

		Socioeconómico	<ul style="list-style-type: none"> Mitigación de riesgos de inundación y daños a infraestructura vial. Limpieza de áreas.
--	--	----------------	---

Análisis descriptivo

Comprende la descripción de los impactos por la etapa desarrollada del proyecto, quedando de la siguiente manera:

- Etapa de preparación del sitio

Tabla V. 18. Descripción de impactos correspondiente a la etapa de preparación del sitio.

Impactos		Descripción
Contaminación por derrame o fuga de RSU, RME, RP	Alteración de la calidad del Aire, agua, Suelo, fauna	Ocasionado por la disposición de los residuos generados cuyos contenedores y almacén temporal (obra de apoyo) presente ineficiencias, durante horas laborales.
Aumento de niveles de emisiones a la atmósfera		El aumento de la emisión de gases será ocasionado principalmente en la combustión de combustible fósil empleado por la maquinaria, equipo y vehículos. Por otra parte, las emisiones de partículas serán generadas durante la remoción de vegetación, así como por el paso vehicular en suelo desprovisto de vegetación
Reducción del hábitat de reposo		Producto de las actividades de retiro de la cobertura vegetal, ya que al haber reducción de cobertura vegetal se reducen los espacios de reposo para la fauna, provocando la migración de estos a otros lugares.
Aumento de los niveles de ruido y vibración	Alteración de la calidad del suelo, agua y aire	Ocasionado principalmente por el empleo de maquinaria y equipo durante el desarrollo de las actividades de retiro de la cobertura vegetal para el acondicionamiento del área del proyecto De manera secundaria por el tránsito del personal mediante el empleo de vehículos particulares
Contaminación por derrame o fuga RSU, RME, RP		Correspondiente al derrame o vertido accidental de las sustancias y materias resguardadas en la bodega temporal o almacén de residuos (obra de apoyo instalada), así como de letrinas portátiles, que por accidente sean volteados o virados, poniendo en contacto directo este residuo con el suelo.
Erosión del suelo / compactación		Ocasionado principalmente por la remoción de la cobertura vegetal, dejándolo desprovisto de la vegetación ruderal presente.
Cambios en los elementos naturales	Alteración de la calidad escénica	Ocasionado principalmente por el retiro de cobertura vegetal, cuyos elementos naturales permiten la interacción entre flora-fauna-hábitat/sitio de reposo, donde ya no estarán presentes dentro del sitio, sino que interactuarán con los elementos que ahí sean establecidos.
Reducción de masa vegetativa	Alteración de la calidad florística	Principalmente por la ejecución de las actividades de retiro de cobertura vegetal, reduciendo los ejemplares florísticos, y, por ende, disminuyendo espacios para reposo de fauna de paso.
Derrama monetaria	Aumento de productividad	Este será beneficioso para la población obrera que requiera sustento económico mediante el empleo temporal, para realizar los trabajos correspondientes a las actividades de preparación del sitio.
Intensidad laboral		

- **Etapa de construcción**

Tabla V. 19 Descripción de impactos correspondiente a la etapa de construcción.

Impactos		Descripción
Contaminación por RSU, RME, RP	Alteración de la calidad del Aire, agua, Suelo	Ocasionado por la disposición de los residuos generados cuyos contenedores y almacén temporal (obra de apoyo) presente ineficiencias, durante horas laborales.
Aumento de niveles de emisiones a la atmósfera		El aumento de la emisión de gases será ocasionado principalmente en la combustión de combustibles fósiles empleados por la maquinaria, equipo y vehículos. Por otra parte, las emisiones de partículas serán generadas debido al movimiento de maquinaria y equipos
Aumento de los niveles de ruido y vibración	Alteración de la calidad del Suelo	Ocasionado principalmente por el empleo de maquinaria y equipo durante el desarrollo de las actividades del proyecto. De manera secundaria por el tránsito del personal mediante el empleo de vehículos particulares.
Erosión del suelo/compactación		Se considera como secundario por la exposición directa del suelo por pequeñas ráfagas de viento. Mientras que la compactación será debido a la frecuencia de paso de maquinaria y vehículos.
Cambios en los elementos naturales	Alteración de la calidad escénica	Ocasionado por la presencia de obras del proyecto, siendo mayores que los elementos naturales y afectando directamente la vista escénica de los sitios
Derrama monetaria	Aumento de productividad	Este será beneficioso para la población obrera que requiera sustento económico mediante el empleo temporal, para realizar los trabajos correspondientes a las actividades de construcción de las obras contempladas en el proyecto.
Intensidad laboral		

Caracterización de los impactos

Indicadores de impacto

Una vez que han sido determinados los impactos ambientales se proseguirá con la identificación de los impactos ambientales, mismo que, permitirán definir el estado del componente/atributo acorde a su impacto.

Donde un indicador ambiental es un elemento o concepto asociado a un factor ambiental que proporciona una medida o magnitud de las actividades que pudieran causar daños al ambiente en cada etapa del proyecto, proporcionando un aspecto cualitativo o cuantitativo.

- **Etapa de preparación del sitio**

Tabla V. 20 Indicadores de impactos en la etapa de preparación del sitio

Impactos	Indicadores
Contaminación por derrame o fuga de RSU, RME, RP	Condición de parámetros de fertilidad del suelo
Aumento de niveles de emisiones a la atmósfera	Concentración de gases y partículas
Reducción del hábitat de reposo	Migración de especies
Aumento de los niveles de ruido y vibración	Confort sonoro, niveles sonoros de acuerdo con la normatividad NOM.081-SEMARNAT-1994



Contaminación por derrame o fuga RSU, RME, RP	Alteración de la calidad del agua y suelo	Condición de parámetros de fertilidad y calidad
Erosión del suelo/compactación	Alteración de la calidad del suelo	Pérdida del horizonte
Cambios en los elementos naturales	Alteración de la calidad escénica	Contaminación de suelos, agua y aire
Reducción de masa vegetativa	Alteración de la calidad florística	Cambios de biomasa
Derrama monetaria	Aumento de productividad	Condiciones ambientales
Intensidad laboral		

- **Etapas de construcción**

Tabla V. 21 Indicadores de impactos para la etapa de construcción

Impactos		Indicadores
Contaminación por RSU, RME, RP	Alteración de la calidad del Aire, agua, Suelo	Condición de parámetros de fertilidad del suelo
Aumento de niveles de emisiones a la atmósfera		Concentración de gases y partículas
Aumento de los niveles de ruido y vibración	Alteración de la calidad del Suelo y aire	Confort sonoro, niveles sonoros de acuerdo con la normatividad NOM.081-SEMARNAT-1994
Erosión del suelo/compactación		Pérdida del horizonte
Cambios en los elementos naturales	Alteración de la calidad escénica	Contaminación de suelos, agua y aire
Derrama monetaria	Aumento de productividad	Condiciones ambientales, laborales y económicas
Intensidad laboral		

Es importante señalar que en el caso del presente proyecto, considerando que su naturaleza es hidráulica y que comprende el establecimiento de infraestructura de protección que tiene como objetivo detener la erosión hídrica de la margen del Río y proteger a la población e infraestructura de inundaciones y deslaves, la etapa de operación del proyecto no comprende la ocurrencia de impactos ambientales generados por actividades constantes o por presencia de maquinaria (la cual será de manera esporádica únicamente para acciones de mantenimiento), siendo que la etapa de operación del proyecto se limita únicamente a la presencia de la infraestructura funcionando como un componente más de la margen y acoplado a las características originales de esta.



V.2.1. Indicadores de impacto.

Para determinar si alguna de las acciones que están asociadas al proyecto generará un impacto sobre algún elemento constitutivo del ambiente, es necesario establecer los elementos que pudieran resultar afectados. A esos elementos del ambiente que son sensibles a la acción ejercida por diferentes agentes de cambio se les denomina indicadores ambientales.

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. 22. Población total de la cabecera municipal

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
Geomorfología, relieve e Inestabilidad	Superficie afectada de la geomorfología	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		
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



FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA			
		PREPARACIÓN	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN	MANTENIMIENTO
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		

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 Preparación del sitio y en segunda jerarquía durante la etapa de Construcción 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. 23. Identificación y descripción de los elementos ambientales que pueden resultar afectados por el proyecto.

FACTOR AMBIENTAL DEL SAL	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	
Hidrología Subterránea	Patrón de drenaje	Se considera la afectación en la calidad del agua existente y el grado de disponibilidad del recurso en función de las diferentes actividades desarrolladas durante las fases del proyecto.
	Calidad del agua	
Geomorfología	Disponibilidad del recurso	Se evalúan las modificaciones que pudieran sufrir las formas originales que presenta el relieve dentro del área de estudio (modificación del relieve).
	Modificación del relieve	
Flora	Cobertura vegetal	Magnitud de la superficie cubierta por vegetación.
	Diversidad de especies	El número de especies vegetales diferentes presentes dentro del Sistema Ambiental.
	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.	

**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, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

Tabla V. 24. 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.
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.



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 participantes, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, esto es si el impacto es Negativo o Positivo, los cuales se detallan en la siguiente tipificación de los impactos ambientales a considerar dentro de las matrices de ponderación del proyecto:

VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

PREPARACIÓN DEL SITIO.

Los resultados que se obtuvieron de la matriz de ponderación en la preparación del sitio se presentan en la tabla y en la gráfica siguiente donde se observa que la actividad con mayor impacto negativo es la excavación seguida del despalme debido a que afecta a una mayor cantidad de atributos ambientales que se encuentra interrelacionados, tales como agua, suelo, vegetación y fauna, provocando la pérdida del hábitat. En tercer lugar, se encuentra la habilitación de los caminos de acceso, ya que implica darle mantenimiento a los que se encuentran el desmonte con la instalación de infraestructura otros impactos asociados se encuentran en la preparación y que se contemplan son los asociados a que existirá riesgo de contaminación del agua provocado por posibles goteos de hidrocarburos provenientes de maquinaria y equipo en malas condiciones. Las actividades positivas son el rescate de especies de la fauna, que permitirá su restablecimiento y la colecta en caso de ser necesario.

Tabla V. 25. Ponderación de los impactos evaluados en la preparación del sitio

PREPARACIÓN DEL SITIO	
ACTIVIDAD	PONDERACIÓN
Rescate de fauna y vegetación	6.45
Limpieza, trazo y nivelación .	-7.53
Generación y Manejo de residuos.	-8.60
Uso maquinaria, equipo y transporte.	-9.68
Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).	-10.75
Desmonte.	-11.83
Instalación de Infraestructura de apoyo.	-11.83
Despalme.	-15.05
Excavación.	-18.28

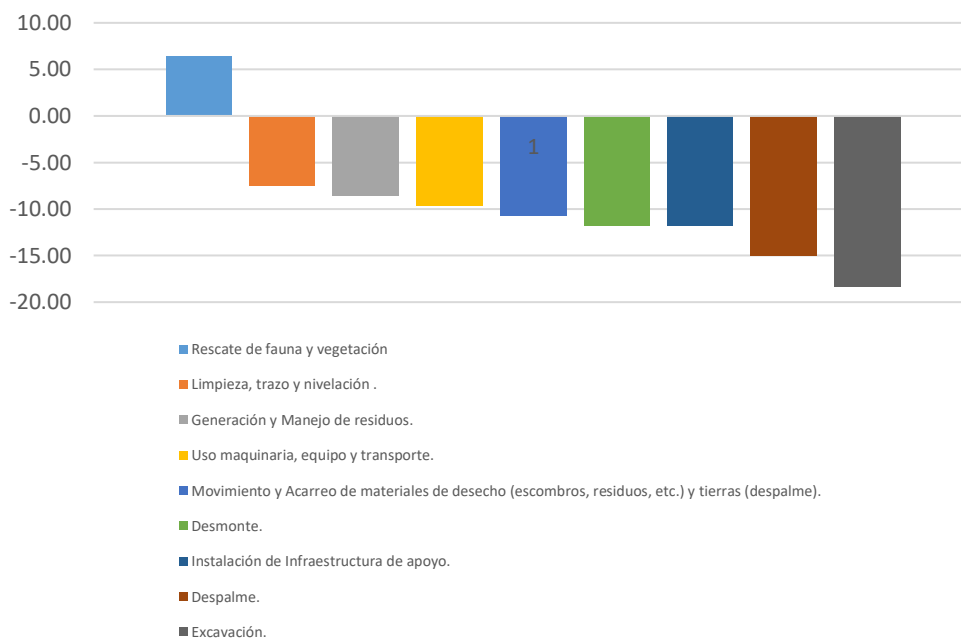


Imagen V. 20 Importancia del impacto de las actividades durante la preparación del sitio.

CONSTRUCCIÓN.

Durante la construcción destaca como actividades positivas la Colocación del Geotextil, el Cuerpo de protección marginal y el tapete, todo esto tomando como base la necesidad de prever un posible daño si se sigue los procesos de erosión que tiene la zona, y con la construcción de esto se podrá prever una catástrofe que no solo se puede considerar de bienes ambientales o económicos, si no que pone en riesgo vidas humanas. Entre las actividades negativas se encuentra el uso de Maquinaria, el Acarreo de materiales ya que existirá emisiones de gases de combustión y polvos derivados de la utilización de maquinaria y equipo, así como por el tránsito de vehículos, aunado a la Modificación de la distribución de especies, Modificación de la distribución de fauna y modificación de la calidad del agua.

Tabla V. 26. Ponderación de los impactos evaluados en la construcción.

CONSTRUCCIÓN	
ACTIVIDAD	PONDERACIÓN
Colocación de Geotextil.	19.47
Cuerpo de protección marginal (bolsacreto)	18.58
Tapete anti socavación.	15.93
Desmantelamiento de Infraestructura de apoyo.	6.19
Limpieza General.	5.31
Generación y Manejo de residuos.	-7.08
Uso maquinaria, equipo y transporte	-7.96
Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	-9.73
Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	-9.73

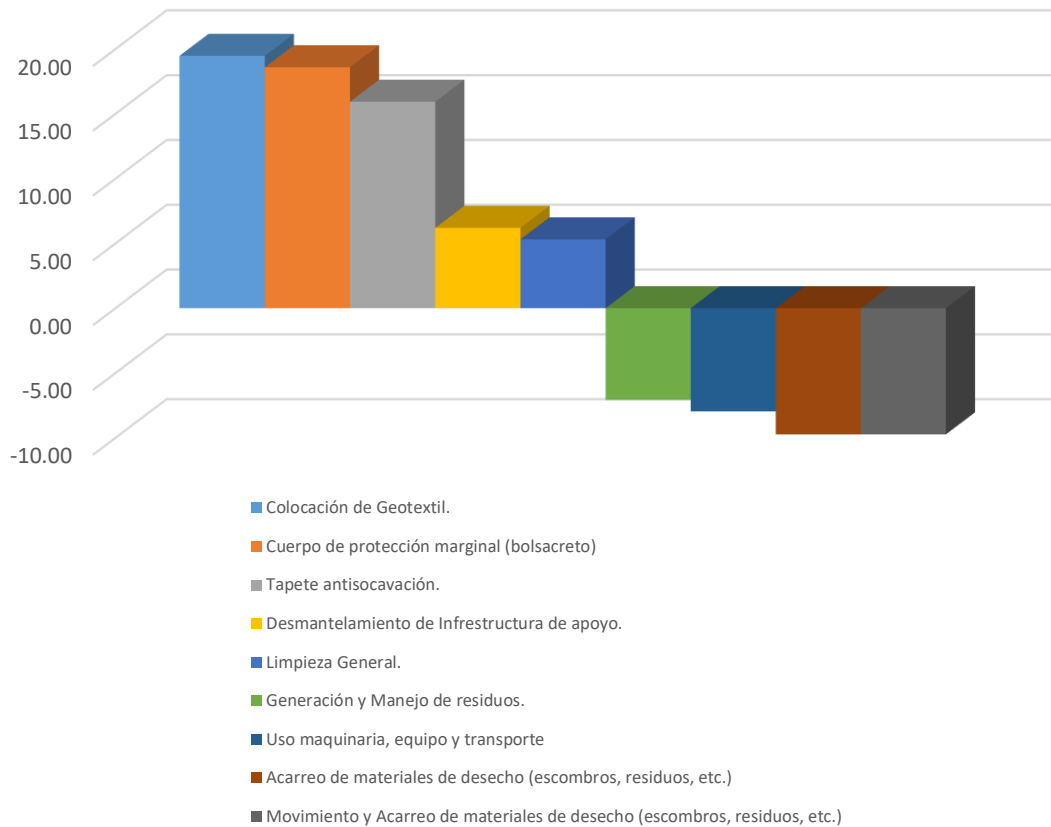


Imagen V. 21. Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de construcción.

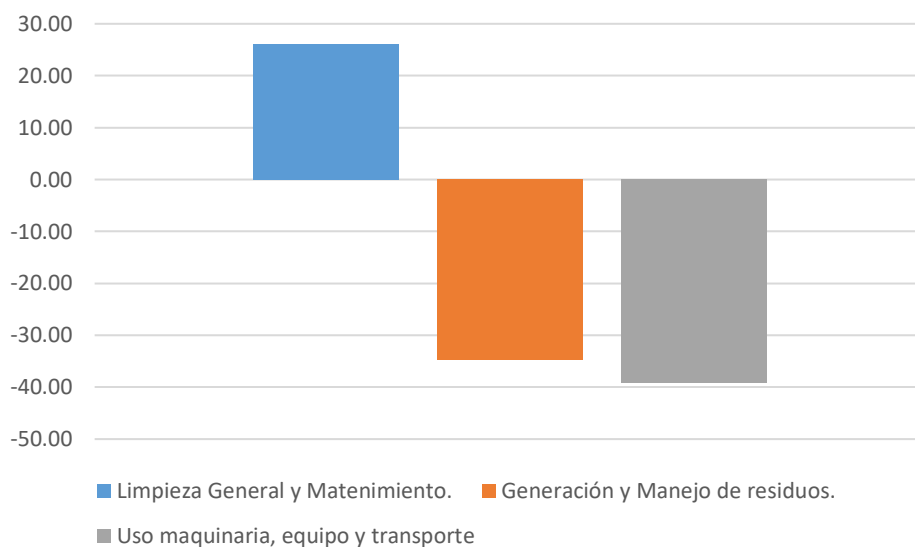
MANTENIMIENTO.

Durante la etapa de mantenimiento se observan dos actividades de carácter negativo, las actividades relacionadas con la Generación y Manejo de Residuos y el uso de Maquinaria, equipo y transporte , ya que implican daños a la cobertura vegetal, a las características físicas del suelo y a la atmosfera. Por otro lado, la limpieza contribuye positivamente, ya que permitirán mantener el sistema en las mejores condiciones posibles y evitar alguna complicación o problema futuro por su instalación.

Tabla V. 27. Ponderación de los impactos evaluados en el mantenimiento.

MANTENIMIENTO	
ACTIVIDAD	PONDERACIÓN
Limpieza General y Matenimiento.	26.09
Generación y Manejo de residuos.	-34.78
Uso maquinaria, equipo y transporte	-39.13

Imagen V. 22 Importancia del impacto de las actividades durante la etapa de mantenimiento.



JERARQUIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES CON UN IMPACTO NEGATIVO.

Una vez analizadas las actividades en cada etapa se llevó a cabo la clasificación de los impactos, en función del grado de afectación, de todos los impactos negativos que podrían generarse durante el proyecto, utilizando los límites superior e inferior mostrados. El nivel con bajo impacto no representa modificaciones considerables o que alteren las condiciones normales del sitio, donde se llevarán a cabo las actividades, ya que pueden ser de manera temporal y no representan daños irreversibles. Las que resulten con impacto medio, dependiendo del atributo y el tiempo en que se pueda recuperar, se deberá considerar la necesidad de presentar medidas de prevención contra que el daño se extienda por tiempo indefinido y ocasionen serias alteraciones y modificaciones. Para aquellas actividades que resulten con impacto alto, deberán preverse medidas de mitigación y corrección que aseguren un nivel inferior y así evitar mayores afectaciones o destrucción de elementos ambientales valiosos.

Tabla V. 28 Clasificación de grado de impacto por actividad.

ATRIBUTO AMBIENTAL	PONDERACIÓN TOTAL	PORCENTAJE
Uso maquinaria, equipo y transporte	-39.13	19.37
Generación y Manejo de residuos.	-34.78	36.60
Excavación.	-18.28	45.65
Despalme.	-15.05	53.10
Desmonte.	-11.83	58.96
Instalación de Infraestructura de apoyo.	-11.83	64.81
Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.) y tierras (despalme).	-10.75	70.14
Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	-9.73	74.95
Movimiento y Acarreo de materiales de desecho (escombros, residuos, etc.)	-9.73	79.77
Uso maquinaria, equipo y transporte.	-9.68	84.57
Generación y Manejo de residuos.	-8.60	88.82
Uso maquinaria, equipo y transporte	-7.96	92.77
Limpieza, trazo y nivelación .	-7.53	96.49
Generación y Manejo de residuos.	-7.08	100.00

Tabla V. 29. Límites para la clasificación del grado de impacto por actividad.

IMPACTO	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Alto	-28.30	-39.16
Medio	-17.69	-28.29
Bajo	-7.08	-17.68

De acuerdo con la clasificación, el Manejo y Generación de residuos así como el Uso de maquinaria, equipo de transporte presenta un alto grado de impacto, siguiendo la excavación tienen un impacto medio y las restantes actividades se presentan como bajo.


Imagen V. 23. Distribución de impactos según su clasificación por actividad.

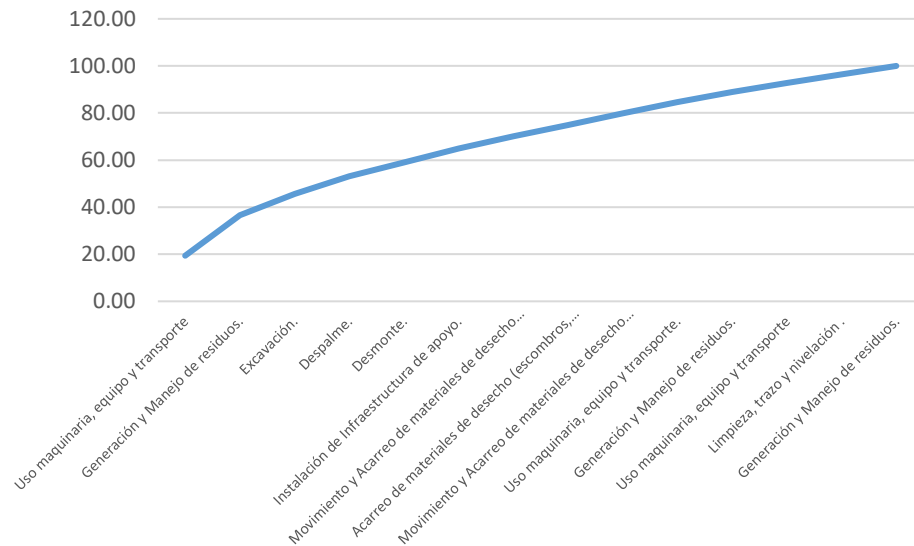


Imagen V. 24. Porcentaje acumulado de las actividades con mayor impacto.

CONCLUSIONES DE LA VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS.

La valoración de impactos permitió concluir que la mayor parte de los impactos negativos son de baja intensidad, temporales y con cierto grado de reversibilidad; destacan actividades con mayor repercusión. Sin embargo, los impactos negativos ocasionados por las actividades de la etapa de construcción son compensados por el beneficio ecológico, ambiental y social a largo plazo por la seguridad que brindara el proyecto. Así mismo debido a que los estudios demuestran la necesidad de modificar las estructuras existentes para mejorar y detener la erosión.

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 1:10,000 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 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 y 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 proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS PARA LA PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie total de 739.34 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con pastizal cultivado con 575.92 hectáreas que representan 77.90%. en segundo sitio de importancia el cuerpo de agua del Río Papaloapan cuenta con 163.42 hectáreas que equivalen al 22.10%. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla V. 30. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

CLAVE UNIÓN	USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN	ÁREA (HECTÁREAS)	PORCENTAJE (%)
H2O	Cuerpo de agua	163.42	22.10%
PC	Pastizal Cultivado	575.92	77.90%
	TOTAL	739.34	100.00%

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, con pastizal cultivado, carreteras pavimentadas, el Río Papaloapan, entre otros. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

**Tabla V. 31. Unidades del paisaje presentes en el SAR.**

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Camino tipo brecha	0.12	0.02%
Camino tipo vereda	1.19	0.16%
Carretera pavimentada	2.67	0.36%
Cauce intermitente	1.44	0.20%
Cuerpo de agua intermitente	28.62	3.87%
Pastizal cultivado	527.92	71.40%
Río Papaloapan	177.38	23.99%
Total	739.34	100.00%

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 del trazo existente del camino. 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 V. 32 Análisis Local a escala 1:10,000.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Camino tipo brecha	0.12	5	0.59	100
Camino tipo vereda	1.19	5	5.95	
Carretera pavimentada	2.67	5	13.34	
Cauce intermitente	1.44	7	10.11	
Cuerpo de agua intermitente	28.62	7	200.34	
Pastizal cultivado	527.92	5	2639.61	
Río Papaloapan	177.38	7	1241.64	
Total, en la región	739.34			
Total, superficie equivalente			4111.58	
Ci				

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

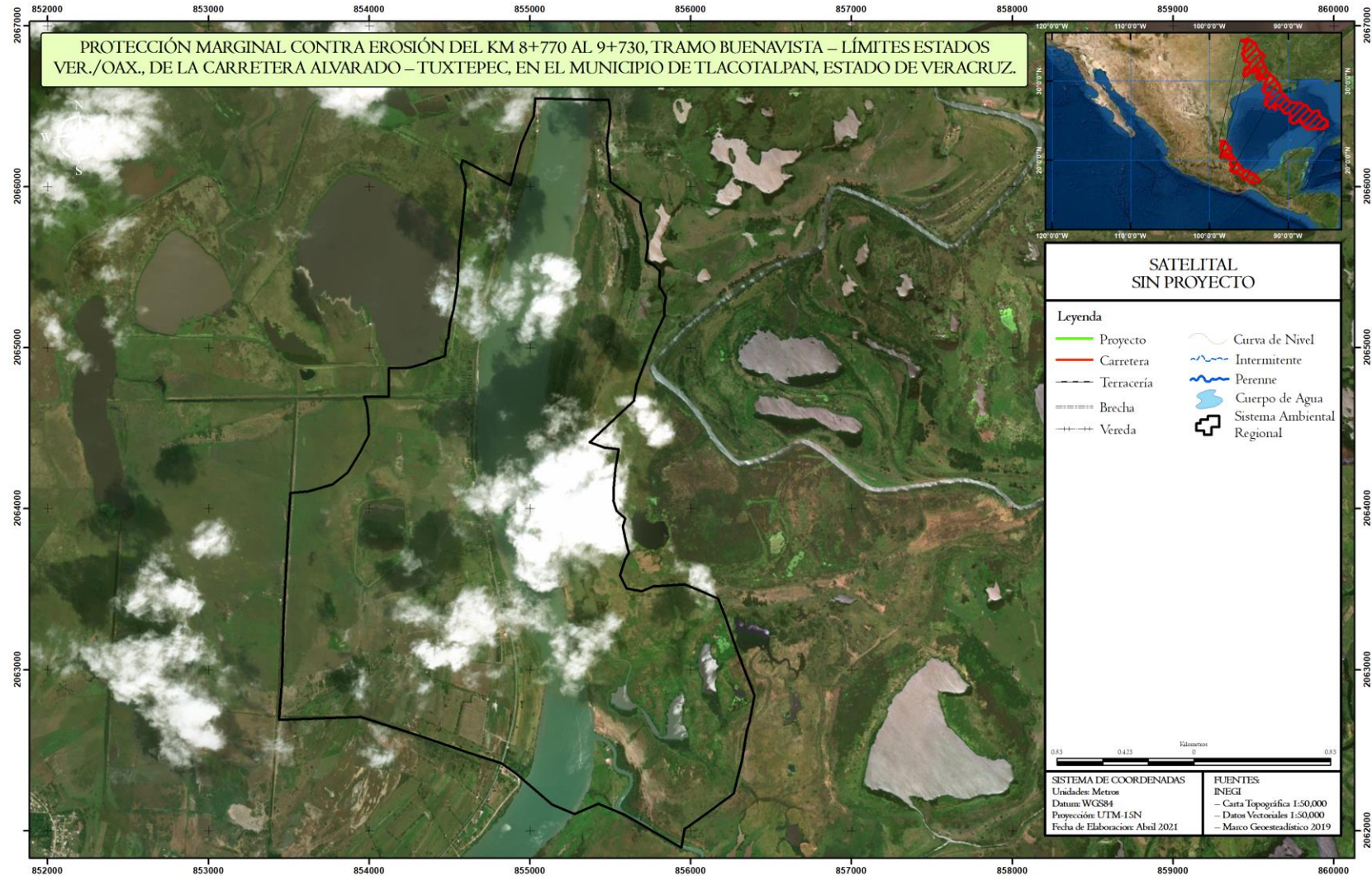


Imagen V. 25 Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.

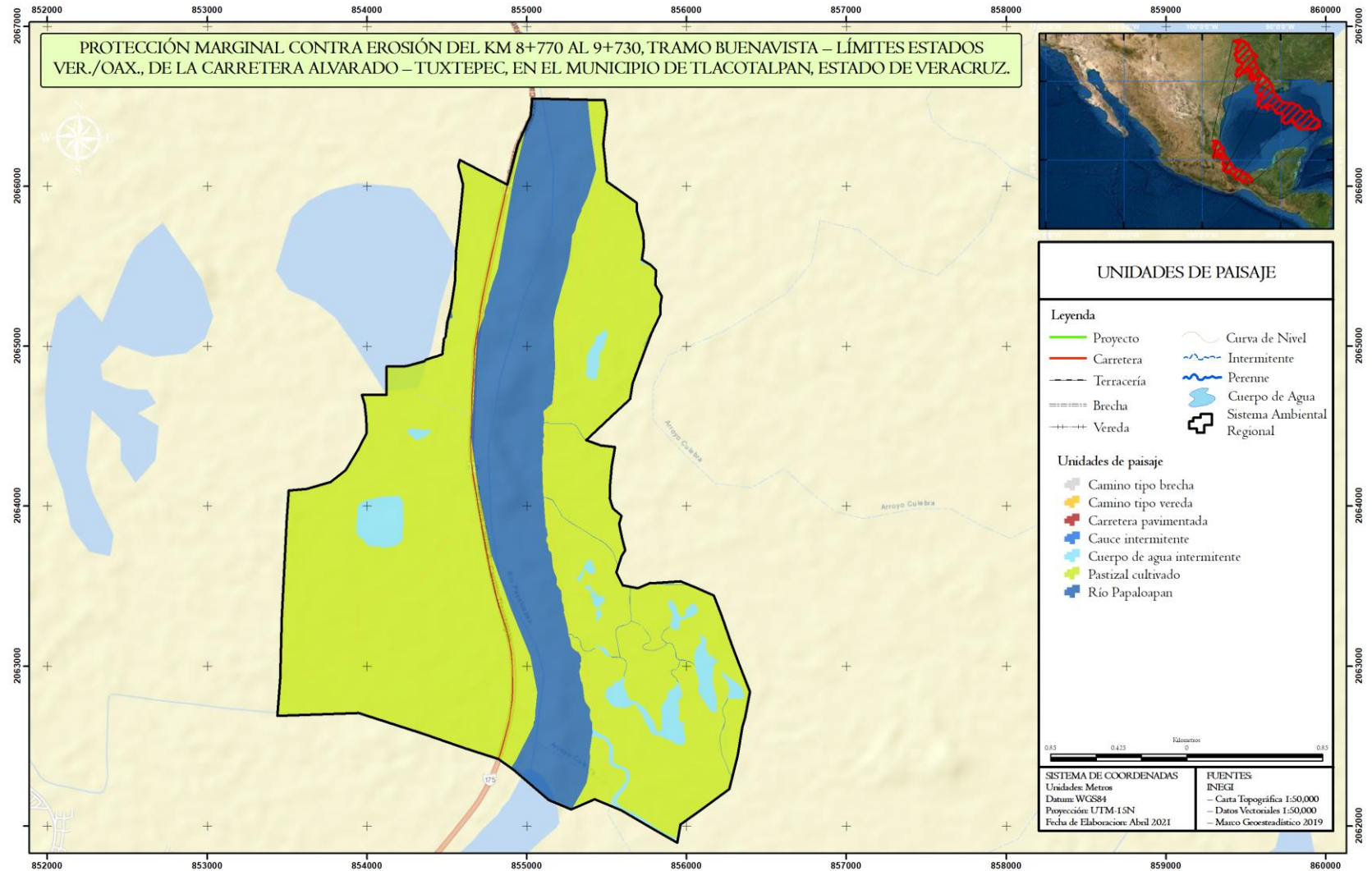


Imagen V. 26 Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

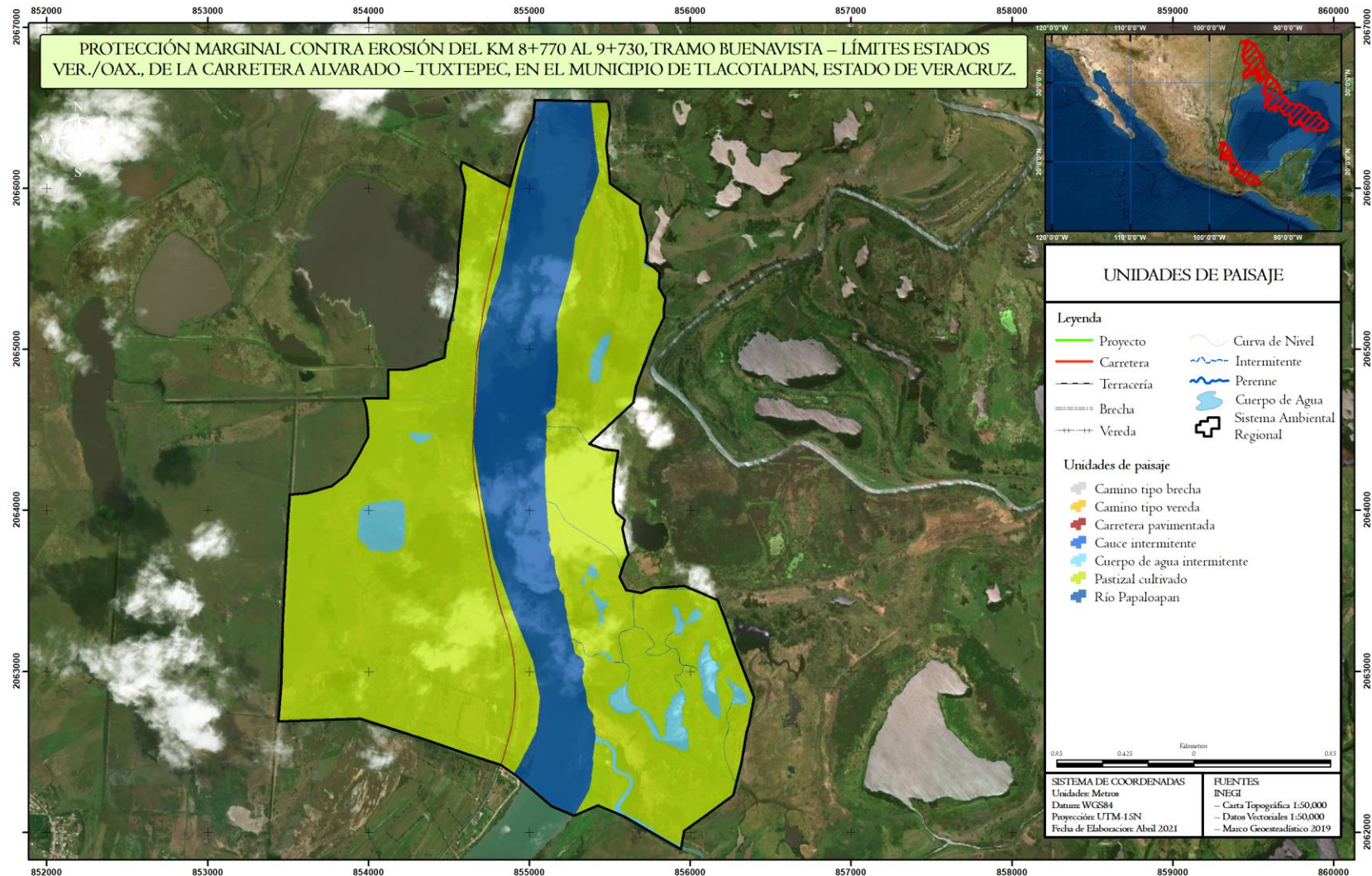


Imagen V. 27 Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.



A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo del proyecto, para ponderar la viabilidad y compatibilidad de la propuesta antes de su ingreso, cabe mencionar y recordar que se trata de un puente. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del trazo del proyecto:

Tabla V. 1. Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Río Papaloapan	0.5448	81.95%
Pastizal cultivado	0.4300	18.05%
TOTAL	0.9748	100.00%

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación se dará en el Río Papaloapan por el ingreso del trazo del proyecto con el 55.89% que corresponden con 0.5448 hectáreas, y el pastizal cultivado con un 44.11% es decir 0.4300 hectáreas del SAR. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla V. 2. Ponderación Local 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
Camino tipo brecha	0.12	0.00	0.12	5	0.60	99.84%
Camino tipo vereda	1.19	0.00	1.19	5	5.95	
Carretera pavimentada	2.67	0.00	2.67	5	13.35	
Cauce intermitente	1.44	0.00	1.44	7	10.08	
Cuerpo de agua intermitente	28.62	0.00	28.62	7	200.34	
Pastizal cultivado	527.92	0.4300	527.744	5	2638.72	
Río Papaloapan	177.38	0.5448	176.581	7	1236.067	
Total, en la región	739.34	0.9748	738.365			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					4105.107	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					4111.58	
Ci						

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para la *Protección Marginal Contra Erosión del Km 8+770 al 9+730, Tramo Buenavista - Límites Estados Ver./Oax., de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el Municipio de Tlacotalpan, Estado de Veracruz*, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.



Tabla V. 33. 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%	99.84%	0.16%	Compatible

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **0.16%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como **compatible**. Toda vez que se trata de la protección marginal contra erosión causada por el Río Papaloapan, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional.

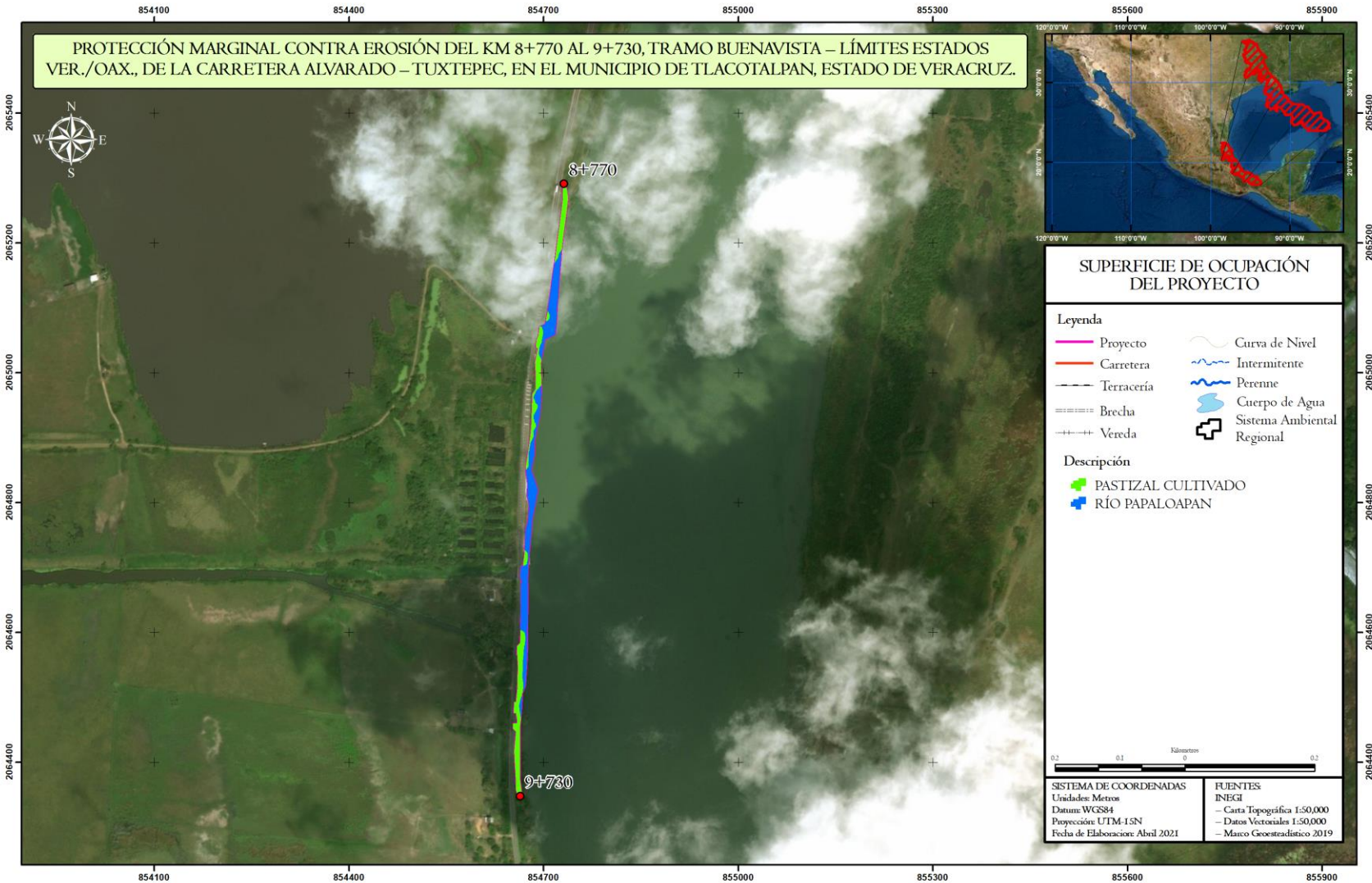


Imagen V. 28. Satelital.

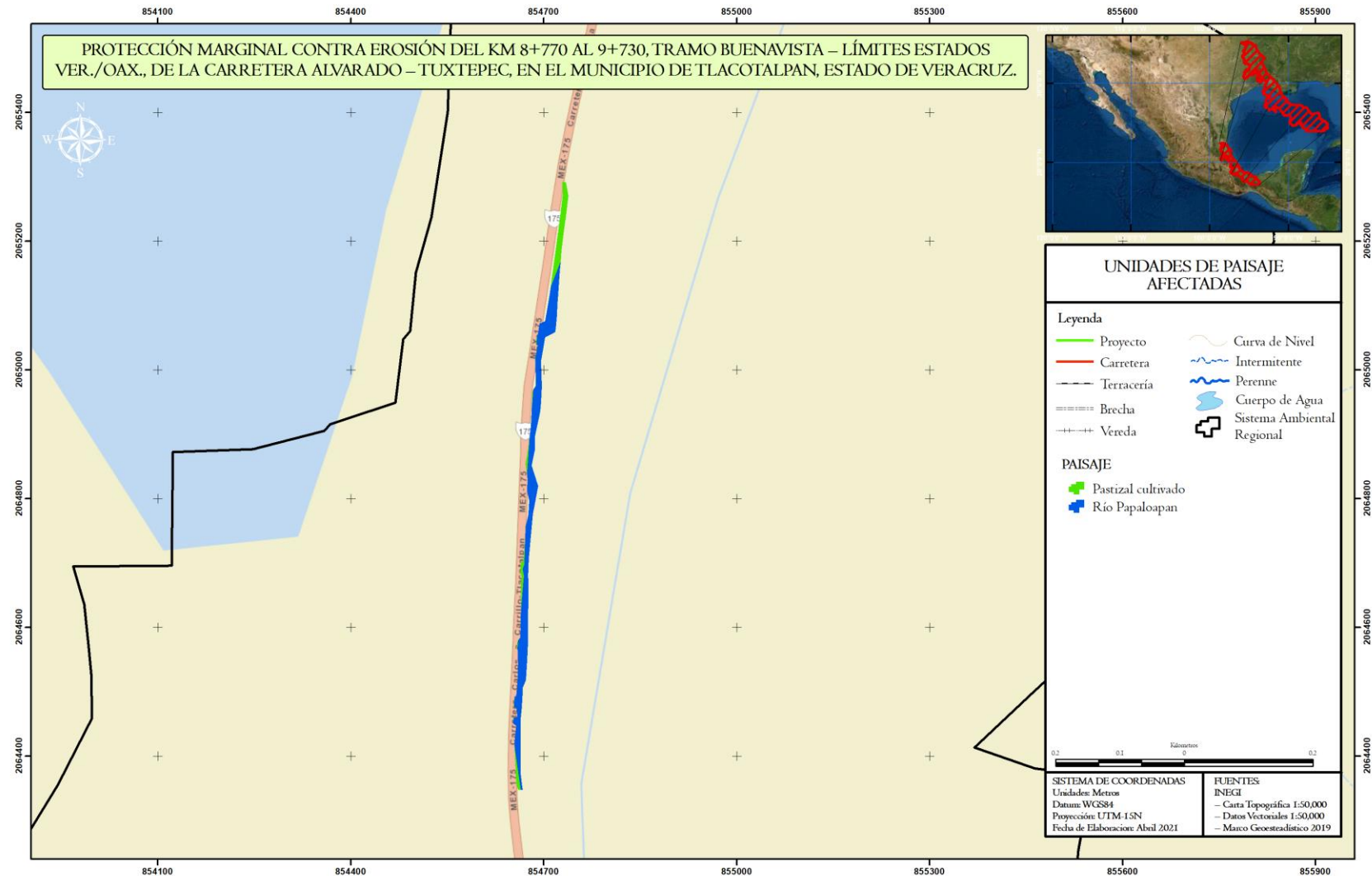


Imagen V. 29. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen Google Maps.

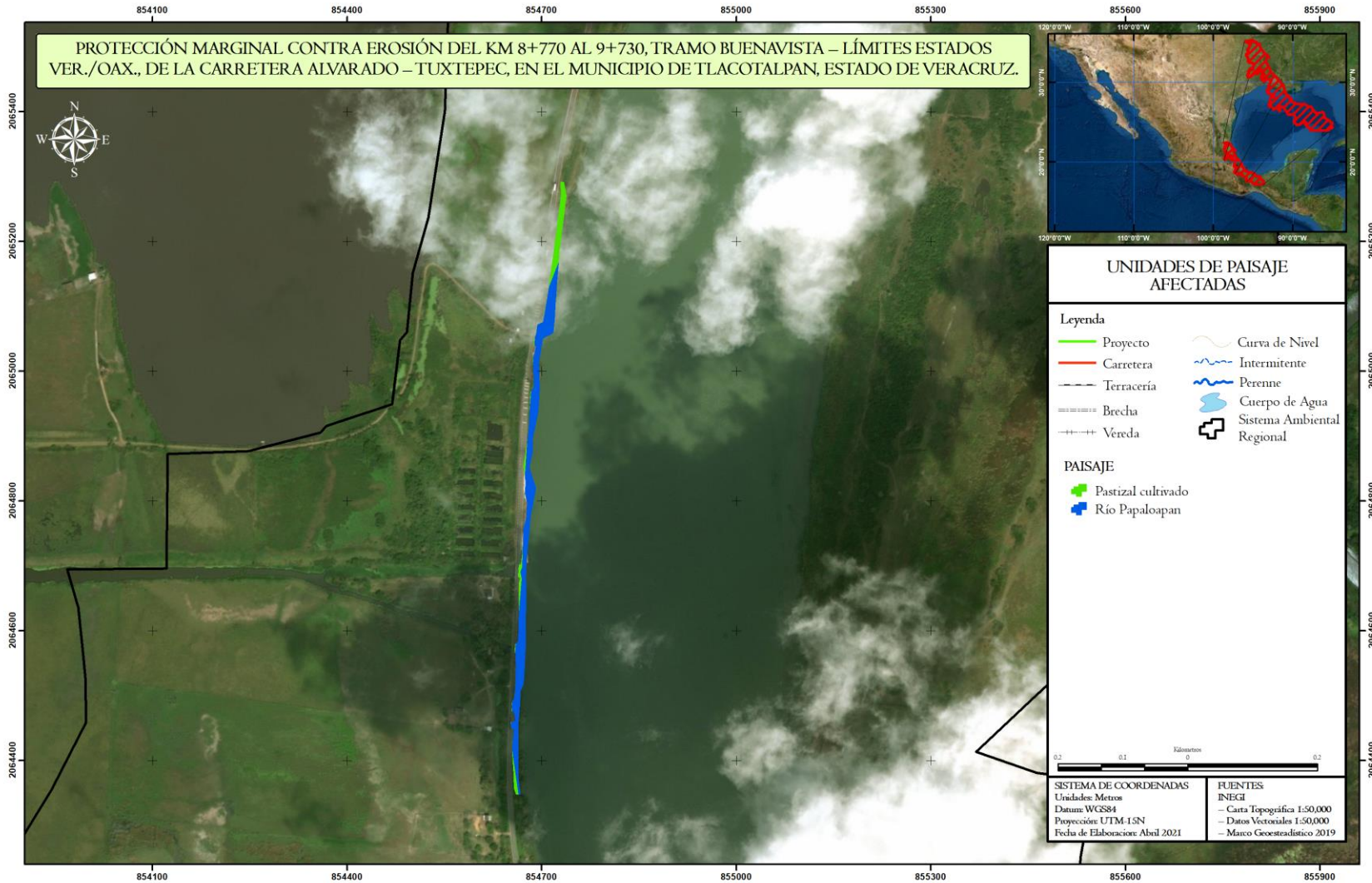


Imagen V. 30. Afectedación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con proyecto con imagen satelital.

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 se tiene que el Proyecto generará los siguientes impactos residuales negativos:

- Pérdida de cobertura vegetal y uso del suelo.
- Pérdida de la estética del paisaje.
- Pérdida de las características geológicas y geomorfológicas.
- Pérdida de suelos, la excavación y nivelación modifican permanentemente el suelo.

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 aportaciones principalmente por flujos vehiculares.

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.

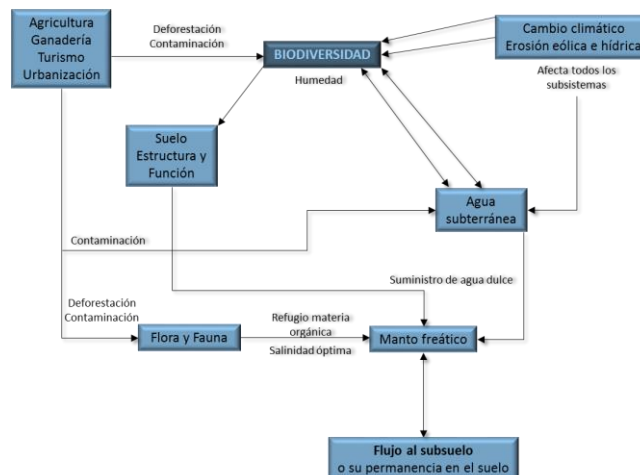


Imagen V. 31 . Diagrama de flujo donde se representan las interacciones entre subsistemas.

El estudio del estado de los servicios ambientales de un ecosistema, 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. Otra estrategia asumida corresponde al uso sustentable de los recursos de la biodiversidad, para ello, la identificación de los impactos ambientales 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, las cuencas están formadas por un grupo de subsistemas que interactúan entre sí, definidos de manera práctica por los tipos de vegetación tales como: bosque de pino y matorral desértico rosetófilo, además de 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 con 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 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.

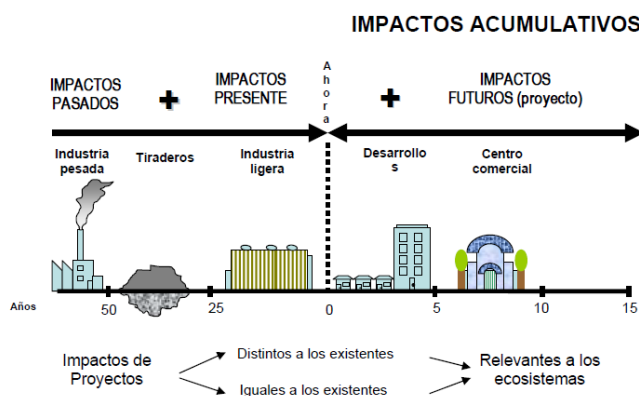


Imagen V. 32 Impactos acumulados.

Considerando que las matrices de interacción y las listas de chequeo tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos, se debe destacar que éstos impactos fueron identificados, con la aplicación de los diferentes métodos empleada, con el juicio de expertos y la interpretación geográfica e incorporados como atributo a valorar para cada impacto en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, tomando en cuenta la caracterización del SAR, de lo cual se identificaron los siguientes impactos acumulativos negativos, que fueron evaluados en la matriz de Evaluación de Impactos Ambientales y que serán retomados para su análisis dentro de la descripción de impactos presentada a continuación:

- * Pérdida mínima de cobertura vegetal.
- * Alteración mínima de la geomorfología.
- * Pérdida de una superficie reducida de suelo.
- * Pérdida de escasos individuos de la vegetación.
- * Desplazamiento temporal de fauna silvestre fuera de las zonas del Proyecto.

V.6. Conclusiones.

Al construir la Protección Marginal Contra Erosión del Km 8+770 al 9+730, Tramo Buenavista - Límites Estados Ver./Oax., de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el Municipio de Tlacotalpan, Estado de Veracruz se cumplirán los lineamientos necesarios en materia ambiental, para garantizar que su realización sea factible y viable, ya que sus procedimientos de preparación del sitio y construcción 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, con repercusiones importantes favorables a nivel local. Asimismo, el proyecto se justifica ampliamente 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, pero lo más importante a destacar que es una necesidad de seguridad para prevenir una situación de emergencia que dañe ambientalmente, económicamente y socialmente la zona. Dentro de las conclusiones del presente proyecto se encuentran las siguientes:

- A. El proyecto que se pretende realizar corresponde a la protección marginal contra la erosión causada por el Río Papaloapan, con esto evitar que el Río se desborde, además de que con ello buscando continuar con el desarrollo económico dentro de los Estados, brindando así caminos con mejores especificaciones técnicas ofreciendo un rápido y seguro acceso a otros Municipios y Poblados importantes dentro de la Región, así mismo ser una vía segura y cómoda para el usuario que transita por esta vialidad, es de resaltar que los mayores impactos ambientales ya se han presentado debido que el sitio proyecto presenta diferentes actividades antropogénicas como son la ganadería, la carretera pavimentada y algunas localidades cercanas.
- B. Los principales impactos ambientales irreversibles se presentarán en los atributos físicos del escenario ambiental, como son suelo y geomorfología.
- C. La mayoría de los impactos ambientales identificados serán de carácter local, temporales, reversibles y mitigables, con una escasa posibilidad de generar impactos significativos o acumulativos de importancia.
- D. Las obras por incorporar se integran a un escenario modificado, con una vegetación y fauna terrestre y acuática, con intensa presencia humana, ya sea por la población local como los usuarios de las instalaciones actuales.
- E. El escenario futuro esperado, es un control del límite del Río Papaloapan y con ello evitar probables accidentes en la carretera.
- F. Es necesario desarrollar programas y acciones para la capacitación ambiental a todos los involucrados, principalmente a la población, que puede ser un agente



- importante en la protección de los recursos faunísticos locales, que coadyuven a reducir la intensificación de los impactos ambientales identificados.
- G. Es necesario establecer controles, como normas y reglamentaciones estrictas a las empresas constructoras, a fin de evitar afectaciones innecesarias o irresponsables a los componentes bióticos, vegetación y fauna silvestre, tanto acuática como terrestre, y los físicos, destacando el suelo.
 - H. 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.
 - I. 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 habrá de derivar múltiples y permanentes beneficios sociales a los usuarios y, en consecuencia, económicos a sus pobladores y a la región adyacente, ofreciendo mayores posibilidades de desarrollo, comunicación y movimiento de personas, mercancías y productos, con las expectativas de una mejora en su calidad de vida.
 - J. El proyecto será un promotor del desarrollo social regional, ya que se amplían y facilitan las posibilidades de movilidad y, por ende, al acceso a los servicios de salud, educación, empleo, comercio, movimiento y ampliación de las actividades urbanas, extractivas y agropecuarias, favoreciendo un desarrollo económico a la región.
 - K. El proyecto es compatible con las políticas en materia ambiental, federales y estatales, establecidas en el Plan de Desarrollo del Estado de Jalisco, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto.
 - L. El proyecto es totalmente concordante con los principales instrumentos de planeación del desarrollo para la región, tanto federales como regionales. Los usos actuales de suelo no serán afectados de manera sustancial, por su construcción, debido a que ya existe una protección, aunque ésta es insuficiente, por ello la necesidad del presente proyecto, además de que se trata de zonas pecuarias, y rurales. Máxime que se trata de un proyecto puntual.
 - M. La zona del proyecto ya se encuentra impactada, por el retiro de la vegetación natural con fines pecuarios.
 - N. Durante la etapa de operación el impacto de mayor relevancia es positivo, debido a los beneficios que traerá consigo, al desarrollo de la región, el funcionamiento de la protección marginal del Río Papaloapan, aunque su mantenimiento, si no se lleva cabo observando las pertinentes medidas de prevención, también puede ocasionar impactos negativos, sobre todo por la generación de residuos peligrosos, el ruido y las emisiones a la atmósfera.
 - O. El presente proyecto contribuirá al crecimiento de los servicios municipales, la infraestructura carretera, el incremento de actividades comerciales y principalmente se abaten los costos de operación del transporte, con lo que se beneficiará la economía a escala regional. En el aspecto socioeconómico el proyecto definitivamente tendrá un impacto benéfico en la zona que, combinado



con las actividades comercial e industrial, serán una fuente de empleo y por lo tanto de ingresos para los habitantes de la zona.

- P. La construcción de la presente obra deberá tomar en consideración todos los ordenamientos y lineamientos, que para la zona de ejecución están plasmados en las distintas normas y regulaciones y legislación ambientales vigentes, para la conservación de los recursos naturales, mismos que están plasmados en el Capítulo III del presente estudio.

Por todo lo expuesto anteriormente se concluye que el proyecto denominado **PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ, ES VIABLE** desde los puntos de vista ambiental, social y económico.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ

Capítulo VI
Modalidad Regional



VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

ÍNDICE DE CAPITULO.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	3
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental.	3
VI.2. Programa de Vigilancia Ambiental.	24
VI.3. Seguimiento y Control (Monitoreo).	37
VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.	47



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 programas de conjunto, desde la selección del sitio, hasta el mantenimiento 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.

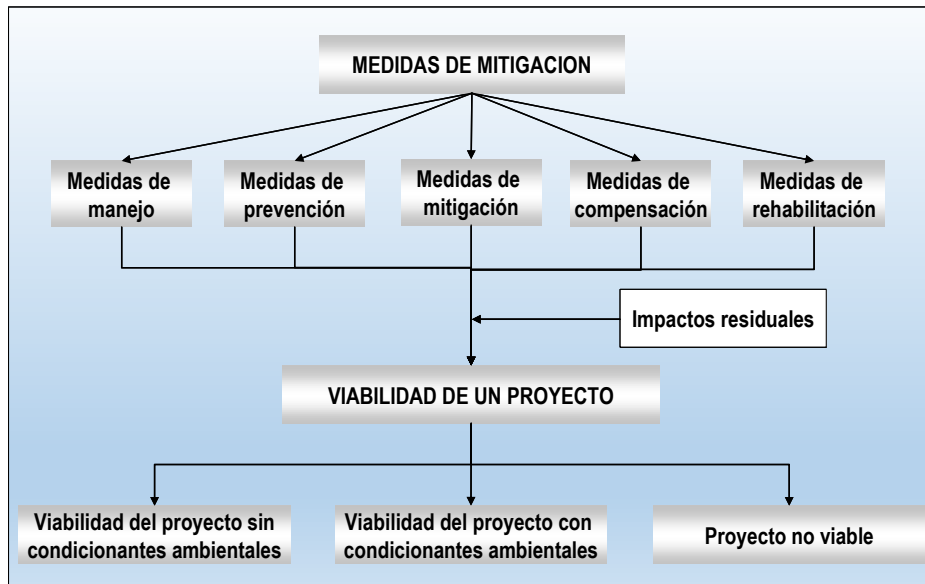


Figura VI. 1 Tabla de medidas de mitigación.

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”. Y servicios ambientales se definen 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.

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



COMPONENTE	SISTEMA	FACTOR	RECURSO	DESCRIPCIÓN
				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 cantidad calidad	en y 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 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.

Enfocándonos específicamente en el proyecto, podemos encontrar que el tipo de vegetación del ecosistema dentro de los predios pertenece a Pastizal Cultivado, a continuación, se presenta la tabla de impactos identificados a los factores ambientales más importantes en el proyecto.

Tabla VI. 2. Impactos identificados a los recursos forestales, flora y fauna.

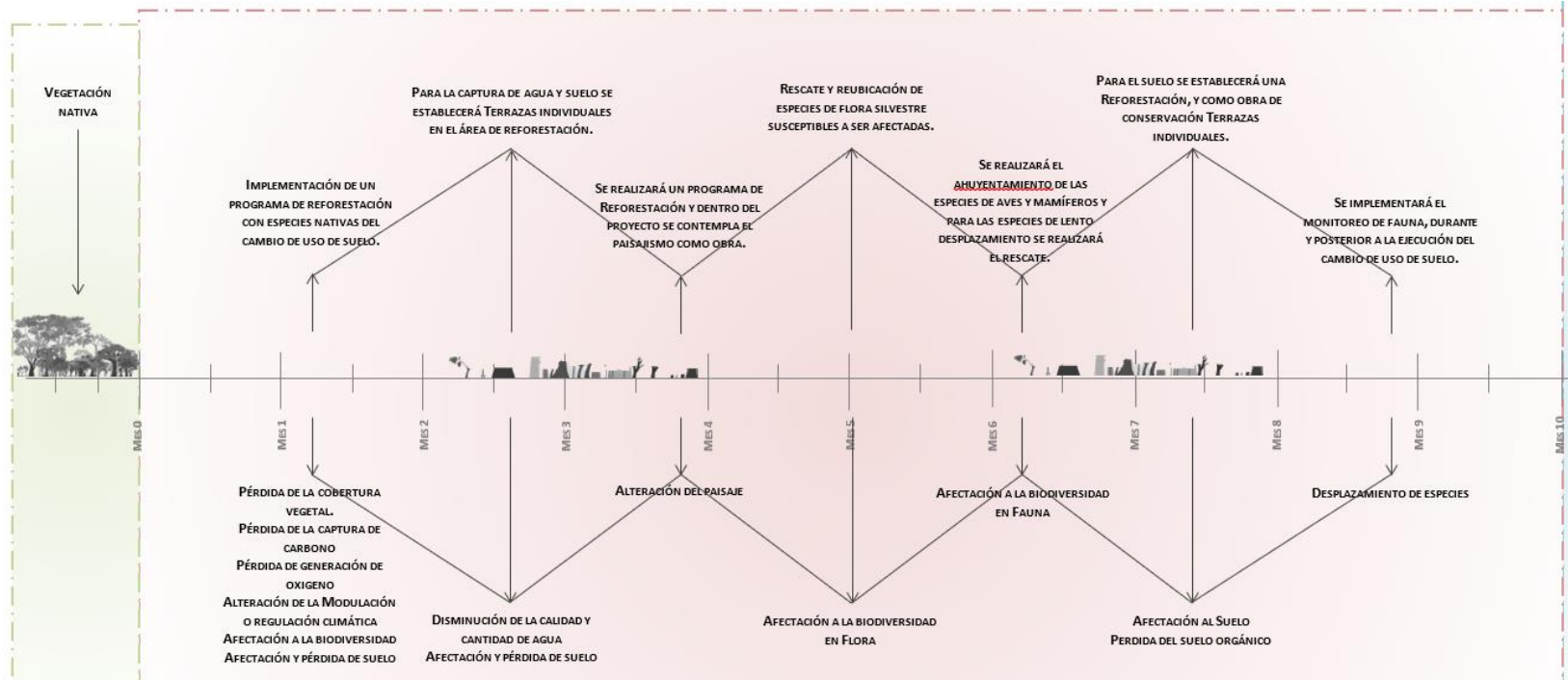
FACTOR AMBIENTAL	ETAPA		ACTIVIDAD	IMPACTO GENERADO
	DESMONTE	DESPALME		
AGUA	♣	♣	Remoción de la vegetación y suelo	Disminución de la calidad del agua
	♣	♣	Remoción de la vegetación y suelo	Disminución de la infiltración del agua
	♣	♣	Taludes para obras de protección	Disminución de la calidad del agua
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
	♣		Remoción de la vegetación	Pérdida de generación de oxígeno
	♣		Remoción de la vegetación	Alteración de la modulación o regulación climática
FAUNA	♣	♣	Remoción de la vegetación y suelo	Afectación a la biodiversidad
	♣	♣	Remoción de la vegetación y suelo	Desplazamiento de especies

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. El siguiente esquema contempla los procesos, así como los impactos y medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas; cabe resaltar que para interpretar dicho esquema se explica que en la parte central horizontal se presenta una línea de tiempo correspondiente al plazo estimado para llevar a cabo los procesos, en la



parte inferior de esta se presentan los impactos potencialmente identificados y en la parte superior las medidas propuestas para contrarrestar dichos impactos.

Imagen VI. 1. Medidas de prevención, mitigación y compensación para las actividades de desmonte y despalme.



A continuación, se presenta un cuadro en el que se establecen los compromisos a realizar para prevenir mitigar y/o compensar los principales impactos ambientales identificados para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.

A continuación, se presenta un cuadro en el que se establecen los compromisos a realizar para prevenir mitigar y/o compensar los principales impactos ambientales identificados para cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, conforme a las principales actividades identificadas

Tabla VI. 3. Medidas de mitigación para los impactos identificados.

MEDIDAS PARA LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS					
FACTOR	IMPACTO		MEDIDA		TIPO DE MEDIDA
	CONCEPTO	CANTIDAD	CONCEPTO	CANTIDAD	
DESMONTE					
Recursos forestales	Pérdida de la cobertura vegetal	Hectáreas	Implementar acciones de reforestación con especies de mayor abundancia y valor ecológico.	No hay pérdida de cobertura vegetal forestal, no obstante se proponen acciones reforestación.	Compensación
	Disminución de la calidad y cantidad de agua	Disminución de agua	Implementar acciones de reforestación con especies de mayor abundancia y valor ecológico.	No habrá una pérdida de infiltración, no obstante, se realizará una reforestación.	Mitigación / Compensación
	Pérdida de la captura de carbono	Se estima una pérdida de carbono y biomasa aérea	Implementar acciones de reforestación con especies de mayor abundancia y valor ecológico.	Se estima una ganancia de carbono y biomasa aérea.	Compensación
	Pérdida de generación de oxígeno	Se estima la pérdida de oxígeno	Implementar acciones de reforestación con especies de mayor abundancia y valor ecológico.	Con la medida se estima una ganancia de oxígeno.	Compensación
	Alteración de la Modulación o regulación climática	Se removerán individuos del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.	Implementar acciones de reforestación con especies de mayor abundancia y valor ecológico.	Se reforestarán individuos y se rescatarán individuos susceptibles de ello.	Compensación
	Afectación a la biodiversidad		Implementar acciones de reforestación y rescate de flora.		Compensación
	Pérdida del suelo orgánico	Se estima una pérdida de suelo.	Se propone la realización de acciones de protección de suelos.	Habrà pérdida del suelo somero, no obstante, se realizará su rescate.	Compensación
	Alteración del paisaje	Hectáreas	Se realizará el manejo del paisaje	Una de las intenciones del proyecto es conservar el paisaje y aprovechar el escenario natural existente	Compensación
Flora	Afectación a la biodiversidad	Se removerán individuos del estrato arbóreo, individuos del arbustivo y herbáceo.	Rescate y reubicación de especies de flora silvestre.	Se realizará de rescate y reubicación de los elementos que sea viable	Mitigación
			Rescate y reubicación de especies de flora silvestre	No existen especies con estatus dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, no obstante, no se descarta el rescate en caso de encontrar alguna.	Mitigación
Fauna	Afectación a la biodiversidad	Afectación.	Ahuyentado y rescate de especies de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos	Acciones de ahuyentado y rescate de especies de fauna.	Prevención
Hidrología	Afectación de la calidad	Afectación	Trabajos direccionados y por medios mecánicos para evitar la caída de elementos al cauce	Bitácora de acarreo	Prevención
		Afectación	Limpieza continua del margen del Río Papaloapan, para evitar caída de materiales	inspección visual	Prevención
DESPALME					
Recursos forestales	Afectación al suelo	Hectáreas	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del desmonte y despalme.	Acciones de rescate de suelo, donde se describe la técnica y la cantidad de suelo a remover	Mitigación
Fauna	Desplazamiento de especies	Afectación la fauna silvestre	Se implementará el monitoreo de fauna, durante y posterior a la ejecución del proyecto	Monitoreo de las especies de fauna reportadas en las áreas del proyecto	Mitigación y compensación



Hidrología	Afectación de la calidad	Afectación	Trabajar en fase húmeda para evitar caída de particular al cauce	Bitácora de riegos	Prevención
		Afectación	Limpieza continua del margen del Río Papaloapan, para evitar caída de materiales	inspección visual	Prevención
TRANSPORTE DE MATERIAL ORGÁNICO					
Recursos forestales	Afectación al suelo y Perdida del suelo orgánico	Perdida potencial de material fértil producto del despalme.	Se rescatará y resguardará el suelo fértil y material orgánico que resulte de la ejecución del proyecto	Acciones de rescate de suelo, donde se describe la técnica para conservar el material orgánico.	Mitigación
COLOCACION DE GEOTEXTIL					
Hidrología	Afectación de la calidad	Afectación	Diseñar los trabajos de tal modo que el tiempo de la obra no se exceda de manera innecesaria evitando la permanencia de personal en los frentes de trabajo	Supervisión Bitácoras	Prevención
			Evitar el almacenar residuos que puedan caer al cauce del río	Bitácoras Fotografías	Prevención
			Limpiar el frente de trabajo al termino de la jornada laboral	Bitácoras Fotografías	Prevención
TAPETE ANTISOCAVACION					
Hidrología	Afectación de la calidad	Afectación	Diseñar los trabajos de tal modo que el tiempo de la obra no se exceda de manera innecesaria evitando la permanencia de personal en los frentes de trabajo	Supervisión Bitácoras	Prevención
			Evitar el almacenar residuos que puedan caer al cauce del río	Bitácoras Fotografías	Prevención
			Limpiar el frente de trabajo al término de la jornada laboral	Bitácoras Fotografías	Prevención
CUERPO DEPROTECCION MARGINAL					
Hidrología	Afectación de la calidad	Afectación	Evitar la caída de material al cauce del río, ya que se puede elevar el nivel de solidos suspendidos	Supervisión Bitácoras	Prevención
Suelo	Erosión	Perdida potencial de suelo	Garantizar niveles óptimos de compactación	Laboratorio de calidad	Prevención
	Materia orgánica	Perdida de la disponibilidad y de germoplasma	Recuperar el suelo orgánico y emplearlo en los trabajos de reforestación	Bitácora Evidencia fotográfica	Compensación
	Infiltración	Perdida	Colocar espacios adecuados conforme al diseño de la obra entre bolsacretos	Supervisión Evidencia fotográfica	Prevención
GENERACION Y MANEJO DE RESIDUOS					
Fauna	Desplazamiento	Afectación	El constante movimiento de personal ocasionará el desplazamiento de la fauna, por lo que se debe respetar en medida de lo posible	Platicas de concientización Reporte fotográfico	Prevención
Aire	Polvos	Afectación	Los camiones siempre deberán ir cubiertos por lonas y en velocidades moderadas	Platicas de concientización Reporte fotográfico	Prevención

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 previsiones 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 el sitio específico donde se desarrolla el proyecto es un ambiente agrícola, y no constituye hábitat preferente de flora y fauna silvestre, no obstante, se consideran las medidas de protección a las especies de flora y fauna durante la etapa de preparación del sitio y construcción de la protección marginal. 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.

- ✚ 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 o individuos aislados de lo que sea estrictamente necesario.

Lo anterior, dando cumplimiento a las disposiciones y especificaciones establecidas en la NOM-060-SEMARNAT-1994 y NOM-061-SEMARNAT-1994.

Tabla VI. 4. 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 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, pesca, 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, ¿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,
10.	Efectuar limpieza y retiro de todos los residuos de la obra, en el margen del río Tlacotalpan, evitando la acumulación de material cerca del cauce
11.	Todas las instalaciones provisionales se deberán colocar en el hombro opuesto de la carretera, para evitar una posible migración de contaminantes al Río Papaloapan
MEDIDAS DE PREVENCIÓN	
11.	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.
12.	Los residuos peligrosos se colocarán en un almacén temporal el cual estará cubierto y el piso con una plancha de concreto, al interior los botes deberán contar con tapa.
13.	Los camiones que circulen con materiales que emitan polvo, deberán estar cubiertos con una lona.



14.	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.
15.	Se deberá cumplir con la normatividad en materia de ruido.
16.	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.
17.	Utilizar sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, arrendados a empresas especializadas y autorizadas.
18.	Trabajar en fase húmeda en las actividades de despalme y excavaciones para talud de las obras de protección marginal
19.	La parte constructiva del bolsacreto se realizará preferentemente en época de sequías
20.	Limpieza continua en el margen del río Papaloapan, para evitar caída de materiales al cauce
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN	
21.	Desmontar únicamente sobre el sitio donde se construirá la obra.
22.	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.
23.	Colocar la capa superficial del suelo (máximo hasta los 15 cm de profundidad) de los despalmes en un sitio destinado expreso 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.
24.	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 movimiento del agua.
25.	En las actividades realizadas en las obras, cerrar cualquier zanja abierta, para evitar que se convierta en un obstáculo para la fauna.
26.	Retirar todos los residuos de la construcción, así como piezas y componentes metálicos, recuperación de material ferroso (chatarra) para su adecuada disposición.
27.	Contar y aplicar un programa integral de residuos, tanto domésticos como peligrosos y de manejo especial.
28.	Deberá obtener el permiso para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial ante la autoridad municipal y estatal correspondiente
29.	Deberá obtener los manifiestos de entrega transporte recepción de residuos peligrosos cuando realice la deposición final adecuada
30.	Informar al personal mediante pláticas de concientización de acuerdo al lineamiento de buenas prácticas ambientales enfocadas a la conservación y protección de la flora y fauna y deberá colocar letreros alusivos al medio ambiente durante todo el transcurso de la obra
31.	El desmonte y despalme deberá efectuarse de manera paulatina y progresiva, conforme avance la construcción del proyecto
32.	En las áreas donde se lleve a cabo movimientos de suelo con material de despalme, no deberá dejarse este material acamellonado, de ser posible dejar el sitio con la menor modificación
33.	Quedan prohibidas la disposición de materiales fuera del área destinada para el proyecto, así como la acumulación o azolve de lechos de los cauces con materiales
34.	Queda prohibido realizar la quema de materiales de desecho.
35.	Queda prohibido derramar en cualquier sitio lubricantes, grasas, aceites y todo material que pueda dañar o contaminar los suelos y cuerpos de agua
36.	Queda prohibido el almacenamiento de combustible a cielo abierto

37.	Deberán dotar a su personal con el equipo de seguridad básico de acuerdo a la norma oficial mexicana: nom-017-stps-2008. relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo
MEDIDAS DE COMPENSACIÓN	
38.	Implementar la compensación de la vegetación arbórea y de ornato afectada.
MEDIDAS DE REHABILITACIÓN	
39.	Al finalizar cada etapa de la obra reforestar con especies de la zona, sin utilizar especies exóticas.
40.	En las zonas a reforestar utilizar el suelo producto del despalme, enriquecido con el producto del desmote previamente triturado.

Las medidas de mitigación por etapa y factor ambiental se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI. 5. Medidas de mitigación por etapa, factor y componente.

COMPONENTE AMBIENTAL	FACTOR	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN		
Aire	Calidad del aire	<p>Contar con un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y el consumo de combustible</p>
	Partículas suspendidas	<p>Se deberán humedecer cuando sean necesario las áreas que se estén trabajando y que puedan generar material particulado.</p> <p>Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos manteniendo los registros actualizados.</p>
	Niveles de ruido	<p>La maquinaria, vehículos y equipo contarán con un Programa de mantenimiento preventivo, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Utilizar en horario diurno los equipos de mayor emisión de ruido.</p> <p>Se evitará que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir emisión de contaminantes y consumo de combustible.</p>
Geología y Geomorfología	Relieve y Microrelieve	<p>Se limitarán las nivelaciones y compactaciones únicamente a las zonas definidas en el Proyecto.</p> <p>Se tendrá un control estricto de los materiales para evitar su caída a la carretera y ocasionar algún tipo de accidente vehicular.</p>
	Suelo	<p>delimitar el área del desmote y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar la superficie específica destinada a la preparación del sitio y construcción.</p> <p>El suelo retirado deberá colocarse un área sin actividades constructivas, alejado del cauce del Río.</p>
	Calidad del suelo	Se elaborará e implementarán acciones de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que



		<p>contarán con indicadores para medir su efectividad en la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas por incluir en el Plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Acciones de Manejo de Residuos Peligrosos <p>Se debe monitorear los posibles derrames de hidrocarburos en área del proyecto.</p>
	Erosión	<p>Se realizarán, en caso de ser estrictamente necesarios, riegos durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, en el área del Proyecto.</p> <p>Los trabajos de terraplenes deberán estar compactados conforme el proyecto constructivo, para evitar deslizamientos</p>
Hidrología superficial	Calidad del agua	<p>Elaborar e implementar Acciones 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. Deberá incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acciones de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Acciones de Manejo de Residuos Peligrosos <p>Utilizar letrinas portátiles. Una por cada 20 trabajadores, durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción.</p> <p>Llevar el monitoreo de detección de derrames de productos líquidos en la zona del proyecto.</p> <p>Evitar acumular materiales producto del desmonte y despalme cerca del cauce del Río</p> <p>El patio de maquinaria y almacén, deberán colocarse en el margen opuesto de a carretera</p> <p>Durante los trabajos de colocación del bolsacreto no dejar residuos cerca del cauce</p> <p>Limpieza de los frentes de trabajo al terminar la jornada diaria</p> <p>Se prohíbe el uso de agua del Río Papagayo en algún proceso constructivo de la obra o para riego</p>
Vegetación	Estructura y composición	<p>Se implementará acciones de reforestación en una proporción 1:2</p> <p>Se implementará el Programa de compensación ambiental.</p> <p>No se podrá derribar fuera de las áreas autorizadas</p> <p>La poda se realizará por medios manuales y dirigidos</p>
Fauna	Abundancia y distribución de las comunidades	<p>Se ejecutará las acciones de rescate de fauna silvestre que incluye:</p> <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



		<p>con el ciclo reproductivo para posteriormente reubicar las crías</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	<p>Tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible</p> <p>Mantener en óptimas condiciones la vegetación.</p>
	Partículas suspendidas	<p>Aplicar un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Prohibir que vehículos, maquinaria y equipo estén funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes y uso de combustible</p> <p>Mantener en óptimas condiciones la vegetación y zona de conservación para que absorban la contaminación ambiental</p>
	Ruido	<p>Se deberá tener un programa de mantenimiento preventivo a vehículos y maquinaria, manteniendo los registros actualizados.</p> <p>Evitar que vehículos, maquinaria y equipo se quede funcionando mientras no sea necesario, para reducir la emisión de contaminantes por el uso de combustible</p>
Suelo	Calidad del suelo	<p>Se elaborará e implementará el Plan de Manejo Integral de Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad en cuanto a la recolección, separación, almacenamiento temporal y eventual transferencia a sitios de disposición adecuados. Los programas del Plan son:</p> <ul style="list-style-type: none"> Programa de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial Programa de Manejo de Residuos Peligrosos <p>Se monitoreará la detección de derrames de hidrocarburos o de otras sustancias en las áreas del</p>



		proyecto, para evitar su conducción a las escorrentías cercanas.
Hidrología superficial	Calidad del agua	Se llevará a cabo el monitoreo de detección de derrames de hidrocarburos o de cualquier sustancia en la zona del proyecto. Contar con un Programa de manejo de residuos sólidos y evitar su disposición en las zonas de escorrentía superficial.

Adicionalmente a las medidas antes enlistadas el proyecto deberá de contemplar la realización de los siguientes programas: Los programas que a continuación se enlistan se deberán de adecuar y presentar como medidas de mitigación para que se han evaluados por la SEMARNAT, los cuales contendrán los criterios, metodologías y procedimientos, para la correcta ejecución de las acciones necesarias. -

- I. Acciones de rescate y reubicación de flora.
- II. Acciones de rescate y reubicación de fauna y propuestas para paso de fauna.
- III. Acciones de reforestación y/o restauración ecológica.
- IV. Acciones de conservación de suelos.
- V. Plan de vigilancia ambiental
- VI. Acciones de manejo integral de residuos
- VII. Acciones de protección del Río Papaloapan.

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. 6. 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.		<p><u>Duración:</u> Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> se requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta medida</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental y especialista</p>
	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.		<p><u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado en la formación de terraplenes y/o arropes</p> <p><u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +residente de obra</p>
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.		<p><u>Duración:</u> Todo el tiempo que dure el proyecto</p> <p><u>Recursos:</u> No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión.</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +especialistas</p>
	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura.		<p><u>Duración:</u> Los meses en que se realice el retiro de vegetación</p> <p><u>Recursos:</u> Ninguno, únicamente la supervisión</p> <p><u>Responsable:</u> Supervisor ambiental +especialistas</p>

Contaminación.

Tabla VI. 7. 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

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. 8. 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

Tabla VI. 9. 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	Limpieza de los frentes de trabajo, para evitar caída de materiales al cauce del Río, todos los residuos deberán ser constantemente retirados y dispuestos conforme el plan de acciones de residuos.	<u>Duración:</u> Durante las actividades de preparación del sitio construcción <u>Recursos:</u> Almacén de residuos <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 SEAMARNAT	<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

Tabla VI. 10. 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 <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-2006, 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 obra (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> durante toda la obra <u>Recursos:</u> almacén de residuos <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> durante toda la obra <u>Recursos:</u> almacén de residuos peligrosos <u>Responsable:</u> supervisor ambiental
Reducción	Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía	<u>Duración:</u> durante toda la obra <u>Recursos:</u> ninguno <u>Responsable:</u> supervisor ambiental

Tabla VI. 11. 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 construcción.	<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, tapones 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 con el 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
Prevención	Contar con charlas de concientización ambiental a los trabajadores	<u>Duración:</u> preparación del sitio y construcción <u>Recursos:</u> material didáctico <u>Responsable:</u> supervisor ambiental

VI.2. 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 indisociables, 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 de acuerdo a la calendarización de la instalación del proyecto y de acuerdo a lo establecido en las diferentes acciones y medidas 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 Vigilancia ambiental.



Tabla VI. 12. Ejemplo de Plan de Vigilancia 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	LIMPIEZ A GRAL	OP. Y MTTO
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 la LC propuesta					
Capacitación a los trabajadores sobre el respeto a la vegetación					
Adecuación de las OD 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 la LC propuesta					
Remoción del suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles o aceites					
CALIDAD DEL RÍO PAPALOAPAN					
Evitar acumulación de material de desmonte y despalme cerca del cauce del río					
Trabajar en fase húmeda para evitar la generación de aeropartículas					
Adecuada compactación en taludes del terraplén de las obras de protección					
Trabajar en época de secas					
No dejar residuos de la construcción en el margen del Río Papaloapan					
No se puede disponer los residuos cerca del margen del Río Papaloapan					
EL patio de maquinaria y obras provisionales se ubicarán en el margen opuesto de la carretera					
Instalar recipientes para disposición de residuos urbanos					
Disposición final de RU 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					
Descompactación del suelo al retirar instalaciones provisionales					
Establecer un programa permanente de recolección de residuos en el DV					



PERIODOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PROYECTO, EN QUE SE APLICARÁN LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS	TRAMITES PREVIOS	PREP. DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	LIMPIEZ A GRAL	OP. Y MTTO
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					■

En la siguiente figura se presenta un esquema general de las Acciones que componen el Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.

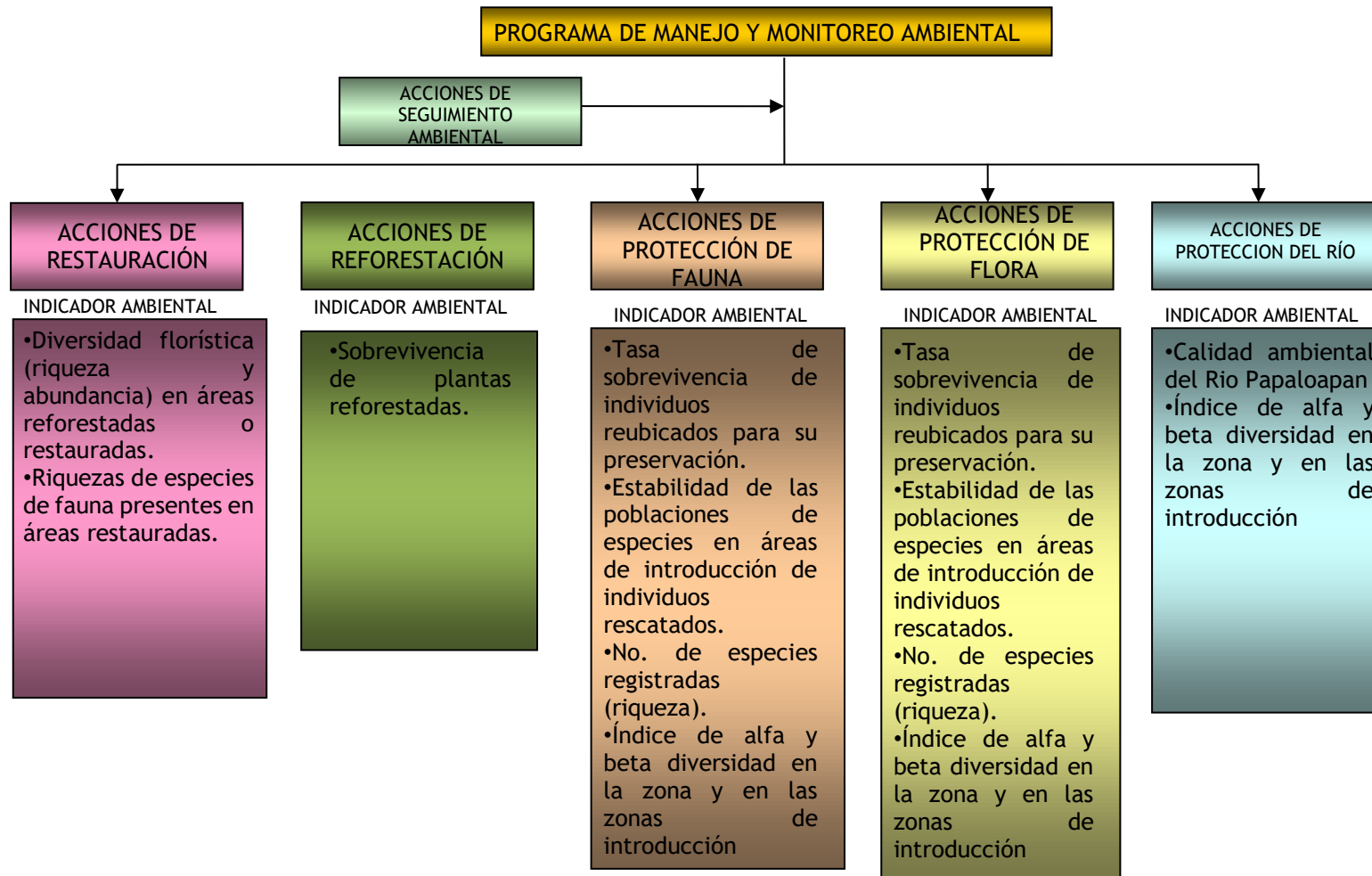


Figura VI.1. Elementos del Programa de manejo y monitoreo ambiental.

Se aplicará el plan vigilancia 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.

Etapas que se aplicara:

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.- Se deberá vigilar que los vehículos que transporten materiales estén cubiertos con lonas o plásticos para evitar la fuga de materiales y polvos.

2.- Se prohibirá que los trabajadores realicen fogatas para calentarse o cocinar sus alimentos.

3.- Se vigilará la separación de residuos sólidos y se verificará 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 y se tener 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 del proyecto (y durante la etapa de abandono del sitio en caso de que se presente).

Equipos:

Cubiertas plásticas.

Lonas.

Recipientes de residuos con trampas 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 construcción del proyecto, hasta limpiar el área del proyecto después de concluida la obra y se desmantele el patio de maniobras.

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.

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 inadmisibile:

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.- ACCIONES DE REFORESTACIÓN.

Etapas que se aplicara:

Construcción y operación.

Parámetro:

A los individuos reforestados se les deberá proporcionar los cuidados correspondientes para garantizar una sobrevivencia mínima del 80%.

Impactos objetivo:

Compensación y aumento de cobertura vegetal.

Procedimientos:

1. Identificación y delimitación de áreas a reforestar
2. Determinación de especies y cantidad de planta
3. Obtención de material vegetativo (producción de planta en vivero y propagación vegetativa).
4. Preparación y protección del terreno
5. Transportación de planta
6. Plantación
7. Mantenimiento de la plantación

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 a utilizar para la planta.

Duración de aplicación:

Durante todas las fases de desarrollo del proyecto, y en particular en la fase crítica que corresponde la sobrevivencia de las plántulas.

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 plántulas en un 5%
Umbral inadmisible:
Mortandad de plántulas en un 21%

3.- ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE ESPECIES DE FAUNA Y FLORA NATIVA (INCLUYE ACCIONES DE RESCATE Y REUBICACIÓN.

Etapas que se aplicará:
Preparación del sitio y construcción.
Parámetro:
Preservación y conservación de especies de flora y fauna silvestres.
Impactos objetivo:
Conservación y protección de la biodiversidad.
Procedimientos:

1. Efectuar el desplazamiento de fauna silvestre en la zona de los trabajos.
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,
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, y
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 silvestres.
Duración de aplicación:
Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio para ahuyentado, rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y hasta el final de la etapa de construcción para la adecuación de obras de drenaje.



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.- ACCIONES DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

Etapas que se aplicara:

Preparación del sitio y construcción.

Que el sitio de reubicación del suelo cuente con protección o inaccesibilidad para minimizar la perturbación por las personas, al depositar de manera clandestina residuos sólidos o sustancias contaminantes.

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 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 construcción para la adecuación de obras de drenaje. 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 inadmisibile:

Perdida de suelo en más del 40% de su volumen rescatado.

5. PLAN INTEGRAL DE MANEJO DE RESIDUOS, POR GENERACIÓN DE RESIDUOS Y USO DE SUSTANCIAS TÓXICAS.

Etapas que se aplicara:

Preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Parámetro:

Contaminación del medio físico.

Impactos objetivo:

Riesgos de toxicidad al agua y suelo.

Procedimientos:

- 1.- Se construirá 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 empresa registrada ante la SEMARNAT, para su manejo, tratamiento y disposición final.
- 3.- Se aplicará y vigilará el cumplimiento de un plan de separación de residuos sólidos en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.
- 4.- Se garantizará que no existirán restos de materiales producto de las excavaciones y rellenos, o bien de restos de construcción, a fin de eliminar 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.
- 6.- En la operación se aplicará una vigilancia estricta sobre el manejo de residuos.

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.

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 de los residuos.

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 construcción de la obra.

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 inadmisibles:

Contacto de residuos con la fauna.

Frecuencia de revisión del cumplimiento:

Se deberán vigilar diariamente el cumplimiento de estas medidas y tener reportes semanales que deberán mostrarse a la autoridad cuando se requieran, con evidencia fotográfica.

6. ACCIONES DE PROTECCION DEN RÍO PAPALOAPAN

Las acciones de protección del cauce del río Papaloapan, están en función de evitar la caída de materiales al cauce, así como posible contaminación al mismo por productos químicos, finalmente se debe considerar la instalación de las obras provisionales lejos del margen del río

OBJETIVO GENERAL

- Desarrollar una herramienta para el adecuado seguimiento de las acciones a ejecutar para la protección y conservación de los componentes hídricos del proyecto.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación específicas de los recursos hídricos propuestas en la MIA R.

El cumplimiento de las medidas de mitigación antes mencionadas deberá ser supervisadas constantemente durante el desarrollo de la obra. Aunado a esto se proponen las siguientes actividades:

1. Conformación de una brigada de dos personas.
2. En la semana de terminación de cada actividad de acuerdo al calendario de obra se harán recorridos en las zonas delimitadas y se cerciorarán de que no se tengan residuos de ningún tipo en la zona.
3. En caso de encontrar algunos residuos, estos se retirarán y se depositarán en el lugar previsto para el tipo de residuo encontrado.
4. Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.
5. Se realizará un registro fotográfico en cada zona en donde se tenga una zona de intersección, para constatar que el sitio está libre de residuos.
6. En caso de ubicarse el patio de maquinaria o sitio de almacén temporal, el mismo será reubicado inmediatamente
7. Se prohíbe verter cualquier tipo de contaminante al Río Tlacotalpan
8. SE prohíbe la explotación del Río para los trabajos propuestos

7. ACCIONES DE MANEJO INTEGRAL DE FAUNA MARINA.

La implementación de un Programa de Manejo Integral de la Fauna Marina (PMFM) es con el objetivo de orientar y coordinar de manera integrada todas las acciones relacionadas directa o indirectamente con la fauna marina incluyendo en las zonas de playa, previstas para su protección, conservación. Su alcance comprende las etapas de preparación del terreno, construcción, operación y mantenimiento. Su objetivo principal será el prevenir y/o mitigar los posibles impactos ambientales por la realización del proyecto, particularmente se tendrá especial énfasis en el cuidado de la fauna que se puede ver afectada por las obras y actividades del proyecto en sus diferentes etapas.

Las metas principales que contempla la implementación de este programa son las siguientes:

1. Proteger en el mayor grado posible la fauna relevante del sitio.

2. Implementar acciones permanentes de rescate y traslado para fauna de baja movilidad.
3. Propiciar el mantenimiento de áreas y hábitats para la fauna relevante del sitio y la región.
4. Implementar estrategias de manejo y monitoreo que propicien la conservación y apreciación de la fauna marina.
5. Ofrecer al turista como fuente de valor y atractivo, el disfrute de la fauna y elementos biofísicos existentes en el sitio.

El Programa de Manejo Integral de Fauna deberá cumplir las siguientes metas:

A). Garantizar la realización de acciones de rescate.

Dada la libre movilidad de los animales, especialmente aves, peces y mamíferos marinos, etc., y su sensibilidad a la perturbación (tránsito de embarcaciones, ruido), es de esperarse que éstos abandonen por sí mismos la zona a construir ocupando los hábitats disponibles en otras zonas. Sin embargo, es probable que retornen algunas especies de aves después de las construcciones. Por lo que, las acciones de rescate serán de manera muy ocasional cuando se requiera. El rescate de fauna no será una acción exclusiva de las etapas de preparación del sitio y construcción ya que asimismo deberá ser posible realizarla durante las etapas de operación y mantenimiento del proyecto. No obstante, es especialmente crítica su importancia en las dos primeras etapas, por lo cual antes del inicio de la etapa de preparación del sitio en cada área autorizada para su construcción se deberá implementar la campaña de rescate de fauna con especial énfasis en especies de poca movilidad. Cada ejemplar rescatado, será identificado y registrado en una bitácora, para posteriormente ser trasladado hacia áreas de conservación o a las zonas designadas por los especialistas.

A. Secuencia de actividades para el rescate de fauna.

- Contratación de técnico especializado.
- Delimitación de área.
- Recorridos para identificación de individuos.
- Construcción de sitios alternativos de refugio
- Rescate y reubicación de individuos.
- Monitoreo.
- Conferencias a trabajadores y distribución de tríptico.

B. Cuidados de la fauna rescatada.

Los ejemplares de fauna marina rescatados durante las etapas de preparación del terreno, construcción, operación o mantenimiento del proyecto, identificados y registrados en buenas condiciones serán trasladados de la manera más inmediata posible a áreas de conservación semejantes a su hábitat o sitio de captura. Durante la campaña de muestreo no se registró ninguna especie registrada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

B). Acciones de protección y conservación.

La estrategia fundamental para proteger a los animales silvestres es la de mantener la diversidad de los hábitats. Esto asegura la disponibilidad de los distintos medios para su sobrevivencia.

a) Criterios de elegibilidad de grupos o especies a proteger.

Conforme la opinión de los especialistas participantes en esta MIA-R, los grupos o especies a proteger se eligieron con base a dos criterios:

- ✓ Especies con distancias de dispersión cortas (baja movilidad).
- ✓ Hábitats críticos y/o zonas de reproducción.

b) Estrategias y métodos de protección

- ✓ Mantener la diversidad de los hábitats.
- ✓ Protección de individuos de baja movilidad.
- ✓ Rescate y reubicación de organismos de baja movilidad.

- ✓ Educación ambiental.

D). Indicadores de cumplimiento.

- ✓ Elaboración de catálogo de fauna que fue rescatada y de observaciones de campo.
- ✓ Total acumulado de número de ejemplares de fauna rescatados y reubicados.
- ✓ Grado de dominio de las técnicas de captura para rescate de especies de fauna.

E). Educación ambiental

Las actividades de educación ambiental se dirigirán hacia los trabajadores involucrados en la obra. Se deberán ofrecer pláticas abordando temas sobre: las características ecológicas y la importancia del área, normatividad en materia de protección de flora y fauna y medidas de seguridad en el manejo de fauna. Además, se deberá elaborar un folleto divulgativo con fotografías de las especies en estatus de protección.

8. PLAN DE SEGUIMIENTO Y CONTROL (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 monitoreo ambiental cubrirá todas aquellas condicionantes y términos establecidos por la SEMARNAT, para su monitoreo y verificación oportunamente, así como las recomendaciones que se dictan en el Programa de manejo ambiental.

Descripción.

El Plan de monitoreo 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 de monitoreo 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-P, así como en este Plan de Manejo Ambiental. 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.3. Seguimiento y Control (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, Construcción y Operación y Mantenimiento).

El seguimiento y control de las medidas de mitigación se harán de acuerdo con los cuadros siguientes:

Tabla VI. 13. 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 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 la zona de protección del talud, 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 documento 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, pesca y así como la muerte de cualquier tipo de elemento biótico existente.	Presentación del documento 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 quemas 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 y mantenimiento.	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 sobre la actual carretera y sitios de trabajo y respetar el límite de velocidad, para proteger a la fauna que cruza por estas vías.	Oficio con la instrucción Bitácora Registro fotográfico
9	Trabajar siempre en fase húmeda, implementando el riego periódico en los movimientos de materiales y excavaciones	Oficio con la instrucción Registro Fotográfico Contrato del servicio de pipas
10	señalética referente a los trabajos realizados, así como de concientización ambiental	Oficio con la instrucción Registro fotográfico
11	Queda prohibida la disposición de material cerca del cauce del Río Papaloapan	Oficio con la instrucción Registro Fotográfico
MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN		
12	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
13	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
14	Delimitar el área de trabajo, para evitar el desmonte y despalme en sitios no autorizados.	Oficio con la instrucción Bitácora Registro fotográfico
15	Construir un almacén de residuos peligrosos con botes con tapa, llevar registro de los residuos y manifiestos entrega recepción con empresa especializada	Presentación del documento Bitácora Registro fotográfico Manifiestos entrega-recepción

Tabla VI. 14. 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
<i>PREPARACIÓN EL SITIO Y CONSTRUCCIÓN</i>							
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 estabilización de talud, para evitar la generación de material particulado	Bitácora	Observación y documentar 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 actividad	Ausencia de partículas en el aire	Humedecer las zonas	Cuando sea necesario o se requiera
		Aplicar un programa de mantenimiento preventivo vehicular, con los registros actualizados.	Bitácora de mantenimiento	Documento del taller de mantenimiento	Funcionamiento correcto del vehículo	Llevar mantenimiento a	Mantenimiento que se requiera por uso
	Niveles de ruido	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 mantenimiento a	Mantenimiento que se requiera por uso



Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Geología y Geomorfología		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
	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	Presentación del documento	Cumplimiento del Plan	Registro del área libre de residuos	Limpiar la zona inmediatamente	Diario



Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
		Residuos, el cual incluirá programas que contarán con indicadores para medir su efectividad de 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"> • Acciones de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Acciones de Manejo de Residuos Peligrosos 	de acciones de manejo autorizado por SEMARNAT Contratos con las empresas de manejo de residuos		Memoria fotográfica	Restauración de zonas afectadas	
		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	Implementar medidas más estrictas para detener la erosión Limpiar la zona inmediatamente	En época de lluvias o vientos mensualmente Diario
		Garantizar que los trabajos de compactación se	Bitacora de campo	% de compactacion	Nula caída de material al cauce del río	Restauración de zonas afectadas	



Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Hidrología superficial		realicen conforme a las especificaciones técnicas en las áreas de protección marginal, para evitar la caída de material al cauce del Río Papaloapan	Trabajos de control de calidad. Pruebas de laboratorio				
	Calidad del agua	implementar Acciones de Manejo Integral de Residuos y sus programas 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"> • Acciones de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial • Acciones de Manejo de Residuos Peligrosos 	Presentación Acciones 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		
		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	Bitácora obra	Supervisión por las zonas	Superficies monitoreadas	Limpieza del suelo contaminado Memoria fotográfica	Semanalmente



Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
		del proyecto, para evitar su conducción a cuerpos de agua	Registro fotográfico		Memoria fotográfica	Contrato con la empresa de limpieza Restauración de zonas afectadas	
		Evitar disponer material cerca del Río Papaloapan	Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	monitoreadas Memoria fotográfica	Retiro del material, limpieza de la zona de trabajo	Semanalmente
		El patio de maquinaria debe estar en el margen opuesto de la Carretera	Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	monitoreadas Memoria fotográfica	eliminación del patio de maquina y reubicación del mismo	Semanalmente
		Estabilización de taludes en sitios de protección marginal	Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	monitoreadas Memoria fotográfica	Compactación emergente del talud	Semanalmente
		No disponer residuos del bolsacreto en el margen del Río Papaloapan	Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	monitoreadas Memoria fotográfica	Retiro del material, limpieza de la zona de trabajo	Semanalmente
		Revisar los sellos del bolsacreto para evitar fuga de mortero	Registro fotográfico	Supervisión por las zonas	monitoreadas Memoria fotográfica	Retiro del material, colocación de nuevas bolsacreto	Semanalmente
		Trabajar en época de estiaje	Fechas de contratos	Supervision	monitoreadas Memoria fotográfica	Ajustes a los programas	Semanalmente
Vegetación	Estructura y composición	Implementar Acciones de rescate y reubicación de especies de flora. Implementar Acciones de compensación ambiental.	Programa aprobado por SEMARNAT Programa de compensación ambiental	Bitácora y registro de especies rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el programa de compensación	Cumplimiento de los indicadores aprobados en el programa	Ajustes a los programas	De acuerdo con el programa
	Abundancia	Implementar acciones de reforestación	Programa aprobado por SEMARNAT	Bitácora y registro de especies reforestadas	Superficie de reforestación propuesta en el programa	Refoestacion de un sitio dentro del sistema ambiental	De acuerdo con el programa
Fauna	Abundancia y distribución	Se ejecutará acciones de rescate de fauna silvestre que incluye:	Programa aprobado por SEMARNAT	Bitácora y registro de especies	Cumplimiento de los indicadores	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
	de las comunidades	<ul style="list-style-type: none">• Previo a las actividades de desmonte y despalde, 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	Programa de compensación ambiental	rescatadas y reubicadas Realización de las actividades propuestas en el programa de compensación	aprobados en el programa		



Componente ambiental	Factor	Medidas de mitigación	Documentación	Indicador de la realización	Indicador de resultado	Medidas emergentes	Periodicidad
Paisaje		con anterioridad comprobando que sean lo más parecidos 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 registro de y la actividad. Memoria fotográfica	Registro de las zonas modificadas Memoria fotográfica	Rectificación del trazo. Restauración de zonas afectadas	Semestralmente
	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							
Suelo	Calidad del suelo	inspección de la estabilidad de taludes	Memoria fotografica	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Análisis de la calidad estructural del bolsacreto	Semestralmente
		supervisión de las características estructurales del bolsacreto	Memoria fotografica	Bitácora Supervisión	Bitácora Supervisión Memoria fotográfica	Análisis de la calidad estructural del bolsacreto	Semestralmente



VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

De acuerdo con el Artículo 7 Fracción XXVI de la Ley general de Desarrollo Forestal Sustentable se entiende que los Recursos biológicos forestales; las especies y variedades de plantas, animales y microorganismos de los ecosistemas forestales y su biodiversidad y en especial aquéllas de interés científico, biotecnológico o comercial. La importancia de la valoración económica ambiental radica en el intento de asignar valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales independientemente de si existen o no precios de mercado que nos ayuden a hacerlo o si son o no comercializables que nos permita analizar en qué medida se estará aprovechando o afectando el entorno natural.

En 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. 1. 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
Actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento	A	9,447.08	7,795.08
	B	9,259.84	7,607.84

En el área del proyecto se cuenta solo con ecosistema Tropical partiendo de una zona de Pastizal Cultivado 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. 2. Costo de la planta.

Ecosistema	Costo de planta
Tropical	\$90.00

II.- El precio del flete de planta, incluyendo la carga y descarga es de: \$1,500.00 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. 3. Salario mínimo en la zona del proyecto.

Área geográfica	Monto del salario mínimo/por jornal
A	\$141.7

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. 4. Número de plantas por hectárea.

Ecosistema	(Número de plantas por hectárea)
Tropical	1,260

II.- La cantidad de mano de obra por hectárea para llevar a cabo la reforestación 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. 5. Costo por hectárea, para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento.

Costo planta	\$90.00
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	\$141.7
Total, por hectárea	\$208,903.79

Derivado que se verán afectadas 0.43 ha y multiplicando por el costo por hectárea se obtiene el total de **\$89,828.62 (OCHENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTI OCHO PESOS 62/100 MN)**. 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.



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-2001	
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	10

En base a la tabla anterior se obtiene el valor de la compensación ambiental con ayuda de la siguiente fórmula

$$\text{Fórmula: } CA = (Po) (Fc) (S)$$

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 1:28. Derivado que en el SAR se tendrá una afectación de 0.43 ha. de uso de suelo catalogado como Pastizal Cultivado. El área total por compensar es de:

$$C = (10 \cdot 0.22 \cdot 0.44) = 0.968 \text{ HA}$$

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.”

En este caso no existen sitios con una vulnerabilidad y fragilidad relevantes, y por contrario toda la trayectoria del proyecto se encuentra con signos de deterioro evidentes. Aunado a lo anterior durante todas las etapas del proyecto no se han de liberar sustancias que puedan ser tóxicas, persistentes y bioacumulables, ni existen cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial; ni se hará ninguna actividad dentro de Áreas Naturales Protegidas.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

Capítulo VII
Modalidad Regional



CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	3
VII. 2. Descripción y análisis del escenario con proyecto.....	23
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.	35
VII.4. Pronostico Ambiental.	38
VII.5. Evaluación de alternativas.....	40
VII.6. Conclusiones	41

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES 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 Regional del Proyecto Denominado: Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730. 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, despalme, 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.

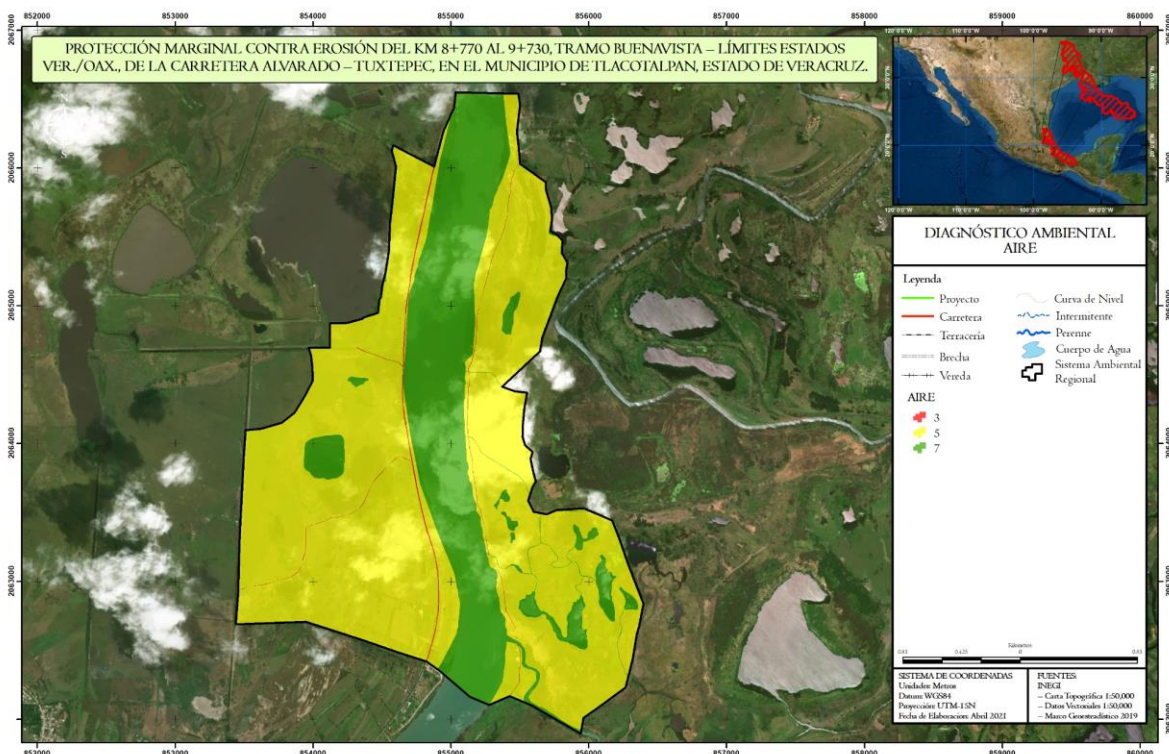


Figura VII.1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (aire).

La imagen anterior señala que la zona de mejor calidad ambiental en lo que se refiere al elemento aire, las zonas catalogadas con puntuación registrada **7 = buena**, se trata del Río Papaloapan. En seguida se ubican las zonas de pastizales cultivados, con la puntuación igual a **5 (regular/modificado)**, lo cual obedece a que estas zonas son generalmente usadas para el pastoreo de ganado, situación que incrementa el CO₂ en la zona, además del óxido nítrico que tiene un gran impacto calentamiento global, la mayor parte de este gas procede del estiércol. Amén del metano que se origina en su mayor parte en el sistema digestivo de los rumiantes, junto con el amoníaco que contribuye de forma significativa a la lluvia ácida.. A continuación, los caminos tipo brecha y vereda, las carreteras pavimentadas presentan la menor ponderación igual a **3 (mala)**, esto debido a que se trata de zonas con constante movimiento de vehículos automotores.

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 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.

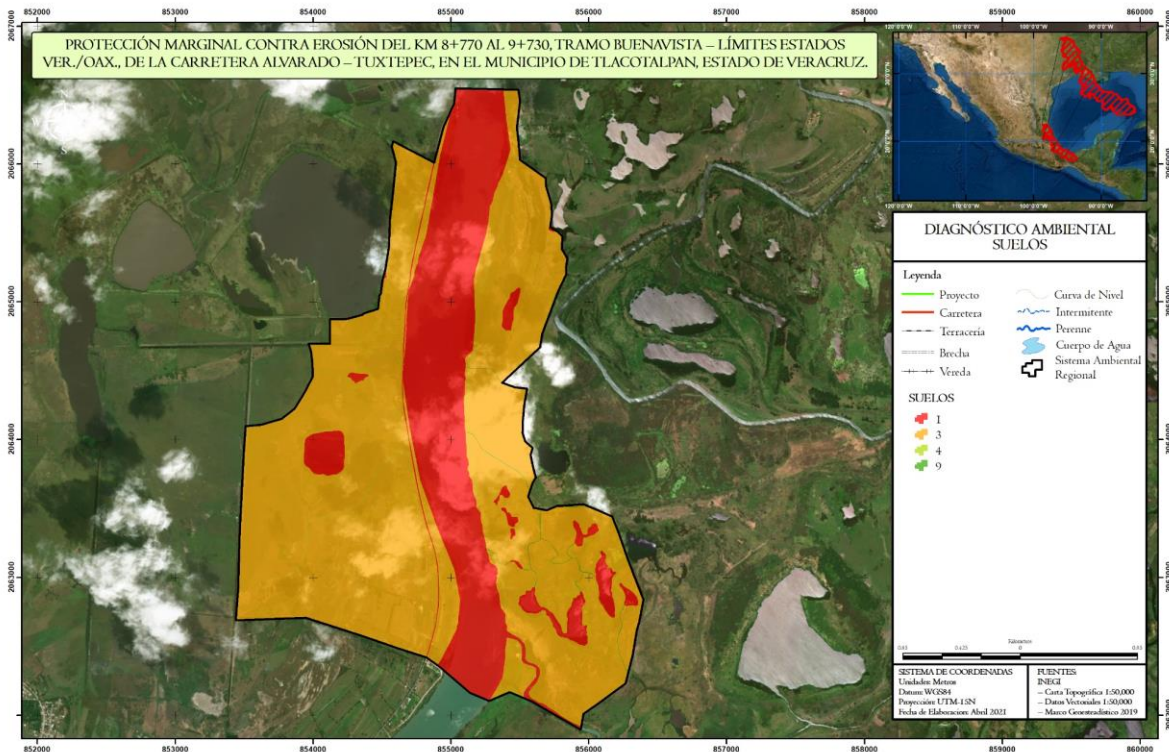


Figura VII. 2. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (suelo).

En lo que se refiere al diagnóstico ambiental en cuanto al suelo, se tiene que, la menor calidad ambiental (1=degradado) se presenta en las carreteras pavimentadas, en las que, el elemento suelo ha sido completamente cubierto por el pavimento. En esta misma ponderación se encuentra el Río Papaloapan. La siguiente evaluación en la calidad ambiental la tienen los pastizales con calidad designada como mala (3), con erosión severa y contaminación profunda en el caso de los pastizales utilizados como zonas de pastoreo de ganado por el estiércol. Los caminos tipo brecha y vereda presentan la ponderación 4 (moderada). Todas estas afirmaciones se pueden verificar en la imagen anterior.

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.

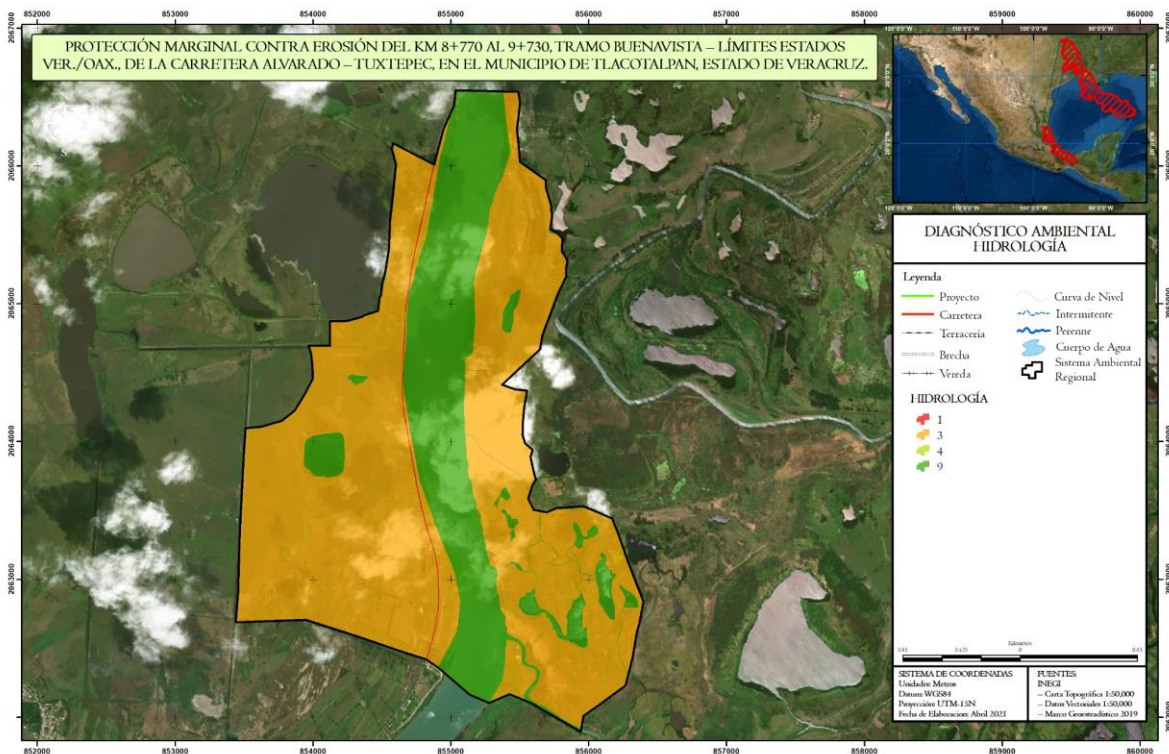


Figura VII.3. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (hidrología).

Como se puede apreciar en la imagen anterior gran parte de la zona del partaguas presenta la mayor ponderación (**puntuación=9**) zonas en las que se localizan todos los cuerpos de agua perenne e intermitente, aunado a las corrientes perennes e intermitentes de agua, con la máxima capacidad de infiltración del SAR (velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo). Agua en abundancia para mantener el manto freático al máximo y los ciclos biogeoquímicos. En tanto que, las menores calidades las presentan los caminos tipo brecha y vereda con 4 (**moderada**), en tanto que los pastizales presentan una ponderación igual a 3 (**mala**), con escasa retención de agua. Mientras la menor calidad ambiental hidrológicamente hablando se tratan de las áreas desprovistas de vegetación, con las carreteras pavimentadas con 1, es decir con capacidad de infiltración nula, por falta de suelo; presencia de escurrimientos por estratos endurecidos, compactados o la dominancia de una capa de roca superficial y sin retención de agua.

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.

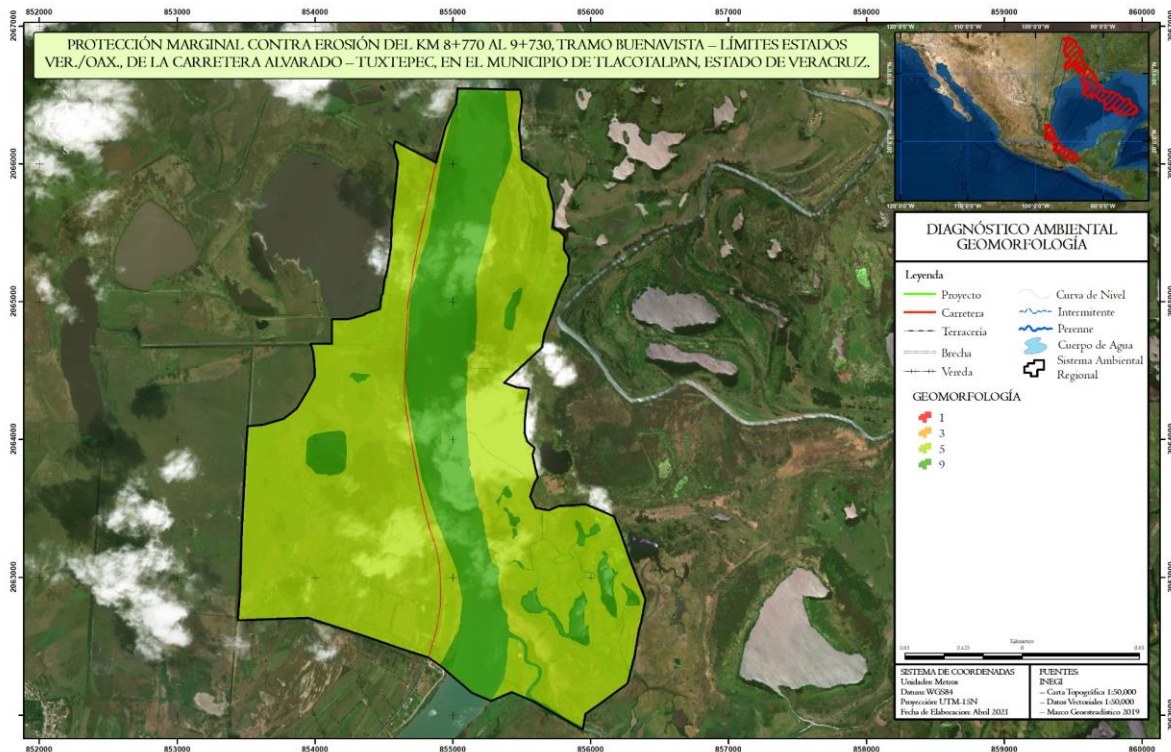


Figura VII.4. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (geomorfología).

Como su presentó oportunamente en el apartado de geomorfología, el Sistema Ambiental Regional, éste se asienta sobre la Provincia Fisiográfica de la Llanura Costera del Golfo Sur y a la Subprovincia de Llanura Costera Veracruzana, La Provincia es una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país, que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Sus principales ríos son el Papaloapan, río motivo del presente proyecto el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta. La mayor parte de su superficie, a Excepción de la discontinuidad fisiográfica de los Tuxtlas y algunos lomeríos bajos, está muy próxima al nivel del mar y cubierta de material aluvial. Dentro de la parte correspondiente al estado de Veracruz dominan los climas cálidos subhúmedos, sin embargo, en la región de Los Tuxtlas prevalece el cálido húmedo con lluvias todo el año. La vegetación se ajusta a estos regímenes con selva mediana subperennifolia en las zonas menos húmedas y selva alta perennifolia en las más húmedas. En la entidad esta provincia está representada por áreas que forman parte de dos subprovincias y una discontinuidad. En lo que se refiere a la subprovincia de la Llanura Costera Veracruzana, casi toda esta subprovincia se localiza dentro de territorio veracruzano, y es la que ocupa mayor extensión, con 27 001 .1 7 km², que representan el 37.29% de la superficie total estatal. Comprende 21 municipios completos, algunos de los cuales son Veracruz, Alvarado, Cosamaloapan, Tlacotalpan, Acula, Isla, Ignacio de la Llave,



Juan Rodríguez Clara, Boca del Río y Otatitlán; además abarca parte de otros 26, entre los que se encuentran: Actopan, Jalcomulco, Omealca, Tezonapa, Santiago Tuxtla, Hueyapan de Ocampo, Acayucan, Sotepan, Las Choapas, Minatitlán y Coatzacoalcos. En ella están ubicadas: la cuenca baja del río Papaloapan, situada en la porción central y noroeste; y la cuenca del río Coatzacoalcos, en el sureste. Estos ríos son permanentes pero erráticos, con fuertes inundaciones en los meses veraniegos. Los escurrimientos medios anuales de sus cuencas son de 39 1 75 y 22 395 millones de m³, respectivamente, cifras que equivalen al 1 2.1 0 y 6.86% de los recursos hidrológicos del país. De manera general esta subprovincia se divide en tres grandes regiones: los sistemas de lomeríos del oeste, la llanura costera aluvial propiamente y los sistemas de lomeríos del sur y sureste. Los sistemas de topoformas del oeste inician desde la Sierra de Chiconquiaco y constan de lomeríos tendidos con cañadas. Tales cañadas tienen una disposición radial y se aproximan a la costa, a la altura del puerto de Veracruz. Más o menos a partir de Tierra Blanca los lomeríos son muy suaves, a veces simplemente ondulados, asociados con llanuras relativamente amplias. La llanura aluvial es angosta en el norte, con una importante área alargada de dunas costeras cerca del puerto de Veracruz. Se ensancha en forma considerable a la altura de Boca del Río, donde desemboca el Atoyac. La llanura del Papaloapan y sus afluentes es también amplia, sufre inundaciones frecuentes en el sur, en tanto que, en el norte, en la confluencia de los ríos Tesechoacan y San Juan con el Papaloapan, hay áreas de inundación permanente. El segundo sistema de lomeríos queda al sur de la discontinuidad de la sierra de Los Tuxtlas. Son lomeríos suaves de materiales aluviales, casi todos menores de 1 00 m.s.n.m. Existen tres llanuras entre los lomeríos, dos inundables. La del río Coatzacoalcos, con inundación permanente cerca de la desembocadura, es la de mayor extensión. Finalmente, el Sistema Ambiental regional se asienta sobre la topoforma de la llanura aluvial costera inundable en elevaciones que oscilan entre el nivel del mar y los 5 msnm.

Dadas las condiciones tan homogéneas y uniformes, la mayor parte del SAR presenta una ponderación igual a **9 (sin perturbación)**, y de **regular/modificado** calidad (**5**). Mientras las de menor calidad geomorfológica se tratan de las vías de comunicación, esto obedece a que se trata de zonas modificadas en lo que respecta a la geoformas. Todo esto se puede observar en el mapa anterior.

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 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.

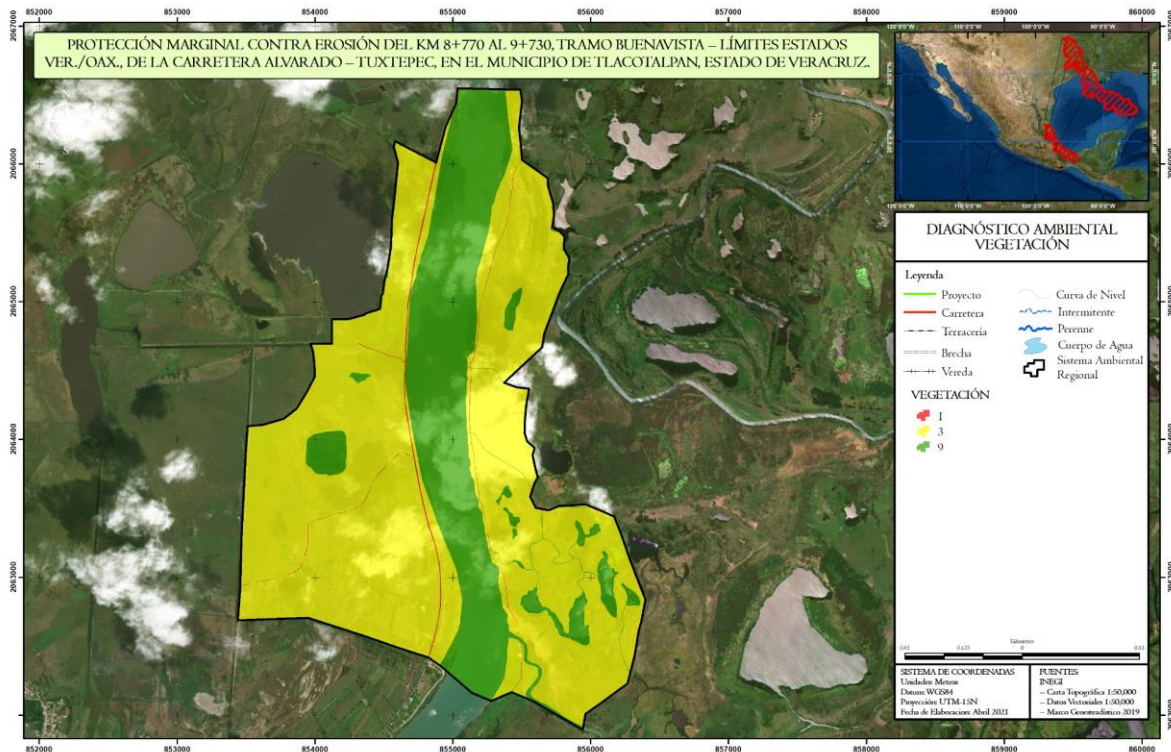


Figura VII.5. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente vegetación).

De acuerdo con el apartado de vegetación, se tiene que, dentro de la zona se presenta únicamente pastizal cultivado usado con fines pecuarios. Lo que originalmente estaba cubierto por tular ha sido transformado en un mosaico de vías de comunicación, zonas agropecuarias que han provocado consigo la pérdida y fragmentación del hábitat natural. Tomando en cuenta lo anterior expuesto, se tiene que, la vegetación con mejor ponderación la presentan los cuerpos de agua, esto es (sin perturbación) con 9, además de las corrientes de agua intermitente, lo cual obedece la cubierta forestal y el estado de conservación que se preserva en esta zona. Enseguida se presenta los pastizales presentan una ponderación igual a 3 (mala). Finalmente, la menor ponderación (1=degradado) la presentan todas las vías de comunicación como las brechas, veredas y carreteras pavimentadas, lo cual obedece a que se trata de zonas desprovistas de vegetación natural. Todo verificable en la imagen anterior.

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 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.

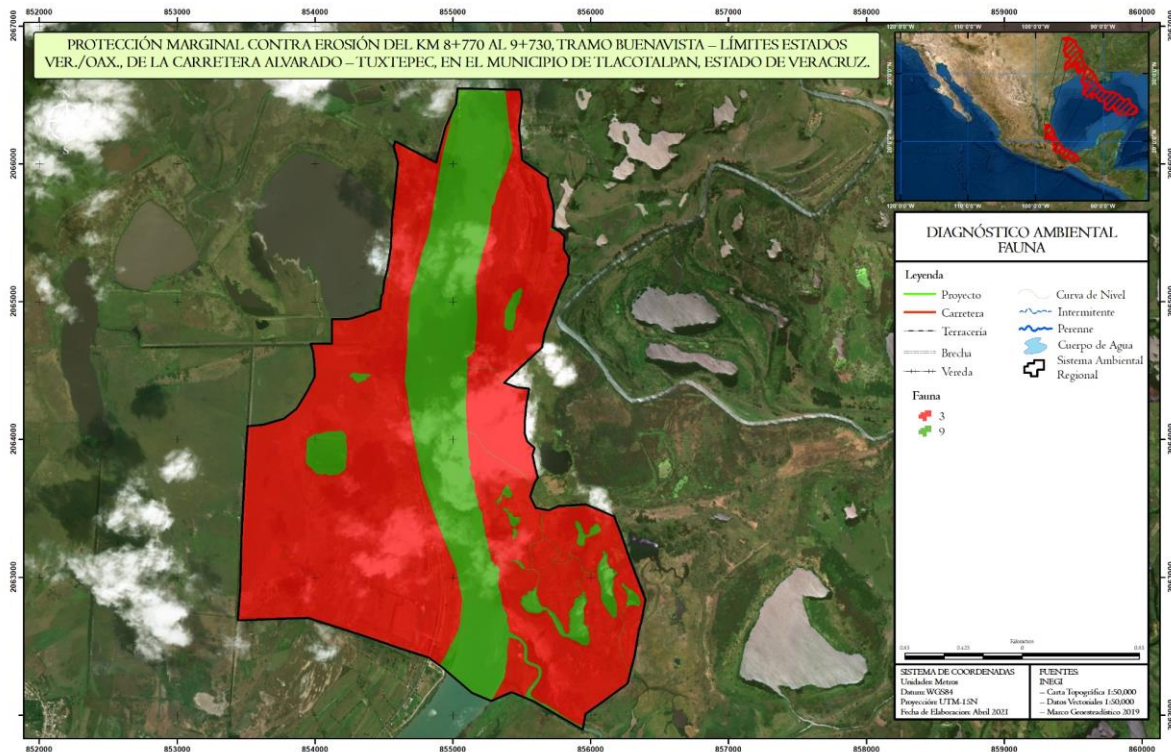


Figura VII.6. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente fauna).

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 cuerpos de agua perennes e intermitentes, además de los cauces intermitentes, y el resto de zonas, como vías de comunicación, presentan la menor ponderación de **3 (mala)**, estas zonas son las zonas agropecuarias, las y todas las vías de comunicación presentan en la que la fauna difícilmente puede habitar, amén de que en las vías de comunicación (brechas, veredas, carreteras pavimentadas) se puede presentar muerte de animales a causa de la mortalidad vial (en parte debido a la atracción de animales por los caminos 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 y sus efectos directos sobre 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.

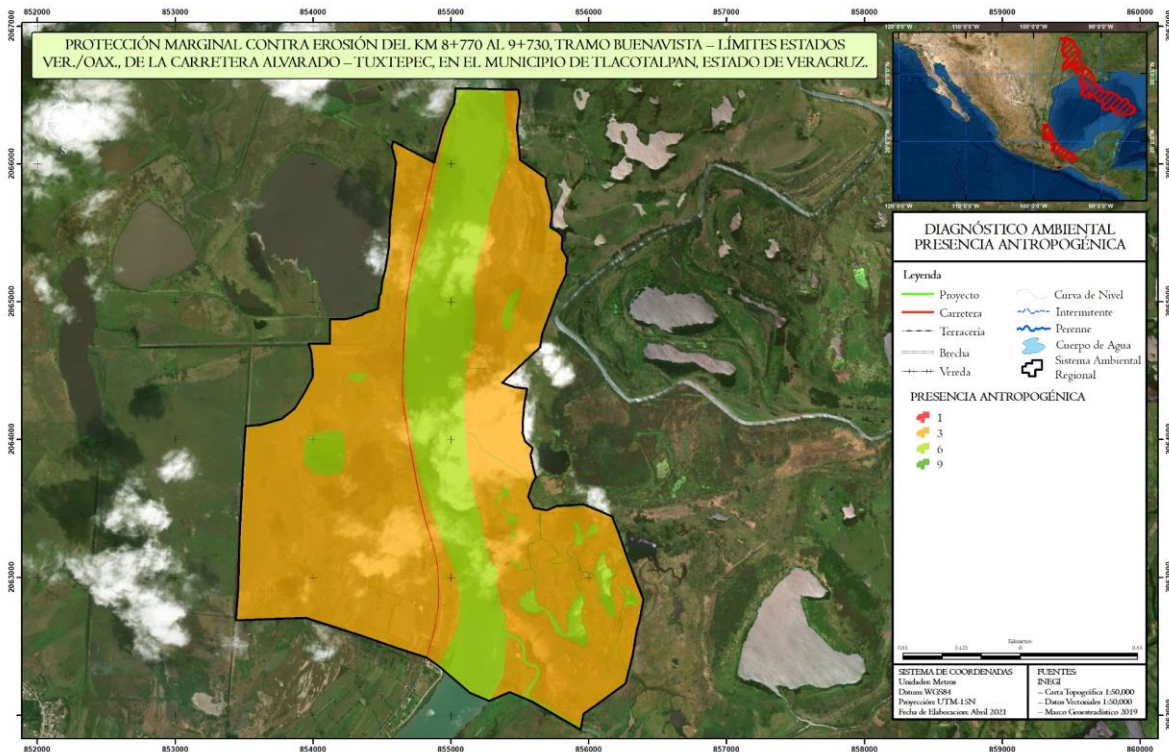


Figura VII. 7. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional (componente presencia antrópica).

En la anterior imagen podemos atisbar que una gran superficie del Sistema Ambiental Regional presenta buena calidad ambiental en lo que se refiere a la presencia antropogénica, la mayor presencia se encuentra en las carreteras pavimentadas, caminos de tipo brechas y veredas a lo largo y ancho del SAR. Mientras que las zonas prácticamente sin presencia antropogénica y sin la existencia de caminos se tratan del Río Papaloapan con calidad **buena (6)**. 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 raster para conseguir realizar las sumatorias pertinentes y conseguir un raster 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. Ponderación de la calidad ambiental.




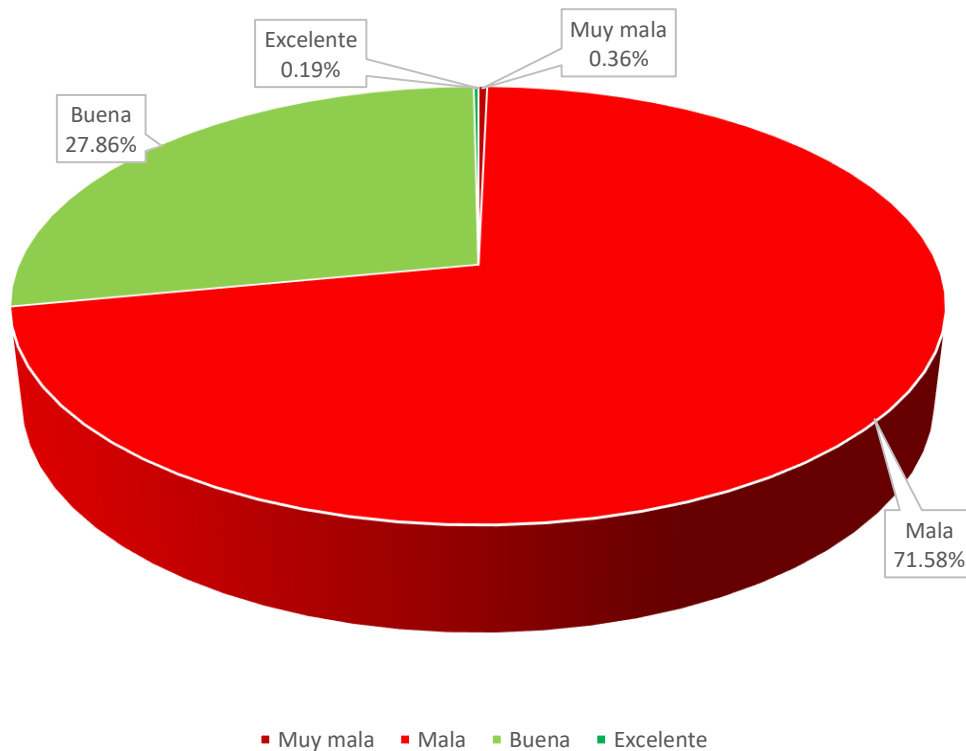
RANGO	CALIDAD	SIMBOLOGÍA
7-17	Muy mala	
18-29	Mala	
30-41	Regular	
42-53	Buena	
54-63	Excelente	

Tabla VII. 9. Diagnóstico ambiental del Sistema Ambiental Regional.

RANGO	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	ÁREA (HAS)	PORCENTAJE (%)
07-17	Muy mala	2.67	0.36%
18-29	Mala	529.23	71.58%
30-41	Regular	0.00	0.00%
42-53	Buena	206.00	27.86%
54-63	Excelente	1.44	0.19%
TOTAL		739.34	100.00%

Gráfica VII. 1. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional



La tabla y la imagen anterior señalan que la mayor representatividad la tienen zonas con calidad ambiental designada como **mala**, es decir el **71.58%**, que es equivalente a 529.23 hectáreas, dichas zonas son congruentes con toda zona agropecuaria de los pastizales cultivados que predominan en el Sistema Ambiental Regional. Enseguida se localiza la calidad ambiental designada como **buena** con un **27.86%**, que equivalen a 206.00 hectáreas del SAR. Dicha zona coincide con el Río Papaloapan, los demás cuerpos de agua intermitentes y/o perennes. La **muy mala** calidad ambiental es la de menor representatividad dentro del SAR con un **0.36%** equivalentes a 2.67 hectáreas que coinciden con las vías de comunicación principales presentes dentro del Sistema. Con los datos presentados se puede colegir que gran parte de la zona del Sistema Ambiental Regional presenta un impacto ocasionado previamente a la introducción del proyecto, en general el impacto ha sido ocasionado en su mayoría por actividades antropogénicas. Asimismo, se muestra que en algunas zonas se presentan indicios con tendencia hacia la recuperación, mientras en otros se tienen indicios de degradación, por lo cual se aconseja que los programas de rehabilitación, reforestación se lleven a cabo con sumo detalle, durante todas sus etapas, con la finalidad de conservar mejor la zona.

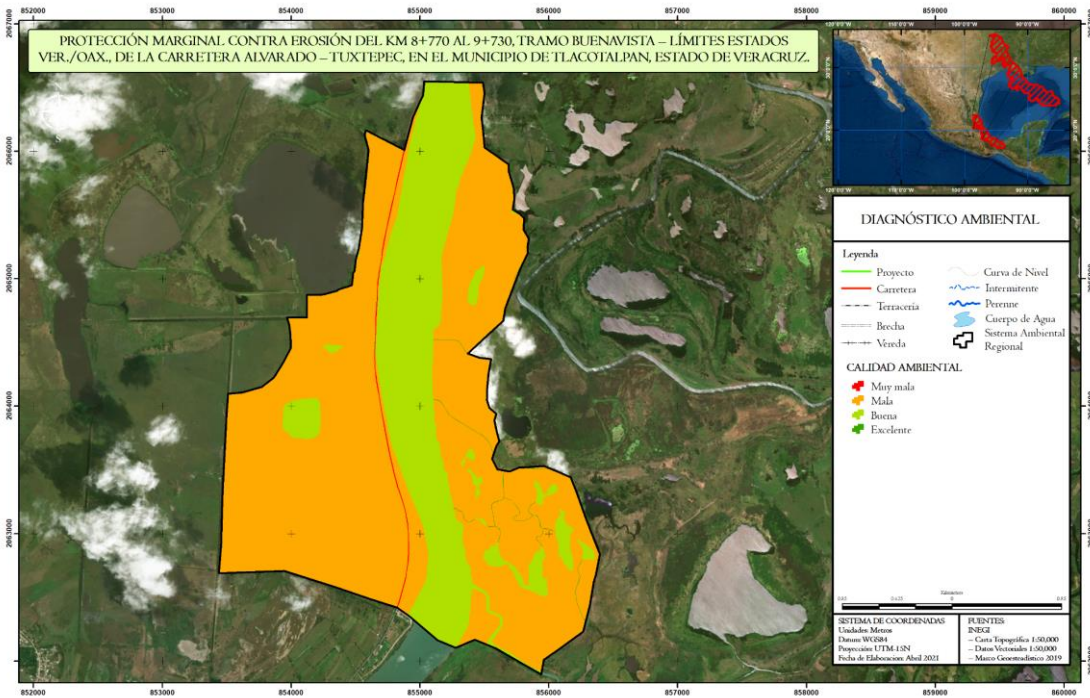


Figura VII. 8. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional.

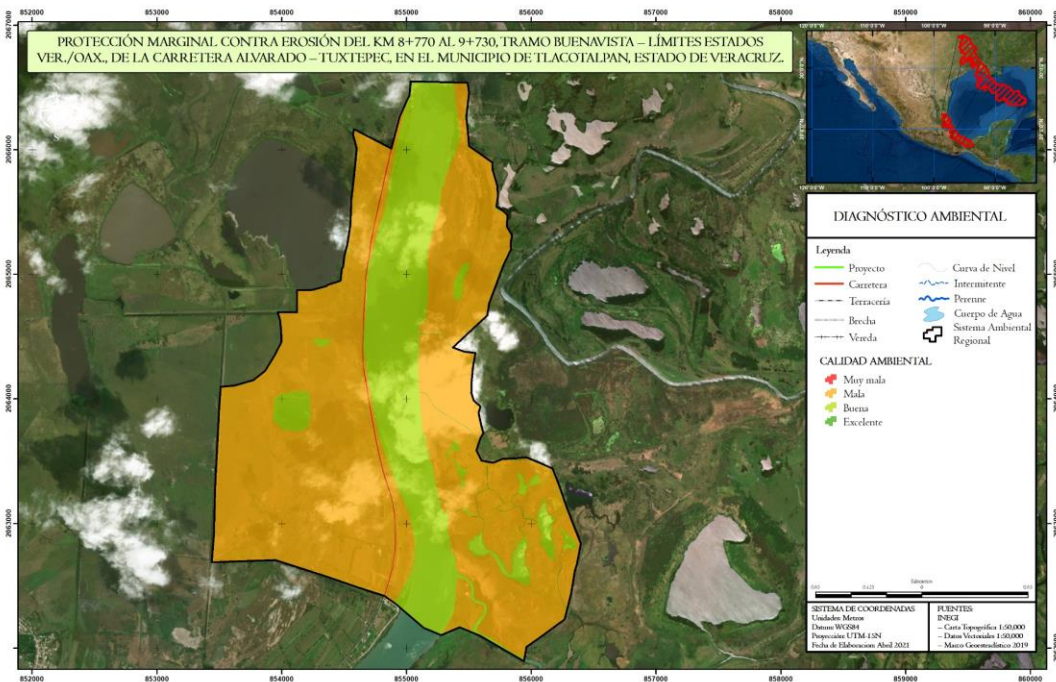


Figura VII. 9. Diagnóstico Ambiental del Sistema Ambiental Regional del Trazo con transparencia al 40%.

Tabla VII. 10. Descripción y análisis del Escenario sin proyecto.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Aire	El sitio no presenta fuentes de emisión altas, referentes a instalaciones industriales cercanas, así como tampoco presenta altos índices de tránsito de vehículos automotores que generen emisiones a la atmosfera en la vialidad colindante. La calidad del aire en la zona es generalmente buena.
Agua	El cuerpo de agua predominante en el SAR y en el cual se desarrollará el proyecto, sin la realización de este, continuará presentando fuertes grados de erosión hidráulica y pérdida de márgenes. Además de los niveles de contaminación presentes en Río Papaloapan producto de las descargas no controladas en Tlacotalpan
Geomorfología	Los bordos se encuentran con procesos de erosión y socavación provocados por el flujo de agua y los materiales que son arrastrados por la corriente, se arrastran principalmente las partículas de la zona baja del talud de la orilla, con lo que tiende a hacerse vertical.
Suelo	Se aprecia que las márgenes del río presentan grandes índices de erosión hídrica, así como diversos grados de contaminación y afectación por la mala disposición de residuos sólidos urbanos por parte de los habitantes de los alrededores.
Flora	Cuenta con diversidad de especies bajas, con predominancia de tipo pastizal y herbácea, con presencia de vegetación arbórea, señalando que no se encontraron especies enlistadas en la normatividad, NOM-059-SEMARNAT-2010.
Fauna	Durante los recorridos en el sitio, se observó un numero limitados de especies de reptiles y de aves, esto en base a que el sitio en el cual se pretende desarrollar el proyecto presenta un alto grado de modificación antropogénica y un alto grado de presencia del hombre.
Paisaje	Los sitios presentan una alta alteración, por asentamientos humanos y la realización de actividades antropogénicas.
Social	Dado que el sitio presenta problemas de socavación y erosión de las márgenes, se pronostica sin la realización del proyecto una progresiva pérdida de la margen del río, así como mayores afectaciones por inundaciones y deslaves.

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 1:10,000 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 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 y 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 proyecto es inadmisibles y, en consecuencia, se debe modificar la propuesta.

IMPACTO DE LAS OBRAS PROPUESTAS PARA LA PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ.

De acuerdo con los Conjuntos de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250 000 Serie VI, el Sistema Ambiental Regional del proyecto cuenta con una superficie total de 739.34 hectáreas, de las cuales de acuerdo con la carta del INEGI Serie VI, la mayor parte de su superficie corresponde con pastizal cultivado con 575.92 hectáreas que representan 77.90%. en segundo sitio de importancia el cuerpo de agua del Río Papaloapan

cuenta con 163.42 hectáreas que equivalen al 22.10%. Estos datos se pueden apreciar en la siguiente tabla y en la subsecuente imagen:

Tabla VII. 11. Uso de Suelo y Vegetación Presentes en el Sistema Ambiental Regional (INEGI, 2015).

<i>CLAVE UNIÓN</i>	<i>USO DE SUELO Y/O VEGETACIÓN</i>	<i>ÁREA (HECTÁREAS)</i>	<i>PORCENTAJE (%)</i>
H ₂ O	Cuerpo de agua	163.42	22.10%
PC	Pastizal Cultivado	575.92	77.90%
TOTAL		739.34	100.00%

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, con pastizal cultivado, carreteras pavimentadas, el Río Papaloapan, entre otros. Estos datos se pueden verificar en la siguiente tabla:

Tabla VII. 12. Unidades del paisaje presentes en el SAR.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Camino tipo brecha	0.12	0.02%
Camino tipo vereda	1.19	0.16%
Carretera pavimentada	2.67	0.36%
Cauce intermitente	1.44	0.20%
Cuerpo de agua intermitente	28.62	3.87%
Pastizal cultivado	527.92	71.40%
Río Papaloapan	177.38	23.99%
Total	739.34	100.00%

A continuación, se muestra lo siguiente:

- a) El inventario ambiental determinado a escala 1:10,000.
- b) 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 del trazo existente del camino. 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. 13. Análisis local a escala 1:10,000.

Unidades ambientales	Superficie ha (su)	Valor de conservación (v)	Superficie equivalente (se)	Índice de impacto (ci) sin proyecto
Camino tipo brecha	0.12	5	0.59	100
Camino tipo vereda	1.19	5	5.95	
Carretera pavimentada	2.67	5	13.34	
Cauce intermitente	1.44	7	10.11	
Cuerpo de agua intermitente	28.62	7	200.34	
Pastizal cultivado	527.92	5	2639.61	
Río Papaloapan	177.38	7	1241.64	
Total, en la región	739.34			
Total, superficie equivalente			4111.58	
			Ci	

El 100% representa el indicador para la situación **sin proyecto**.

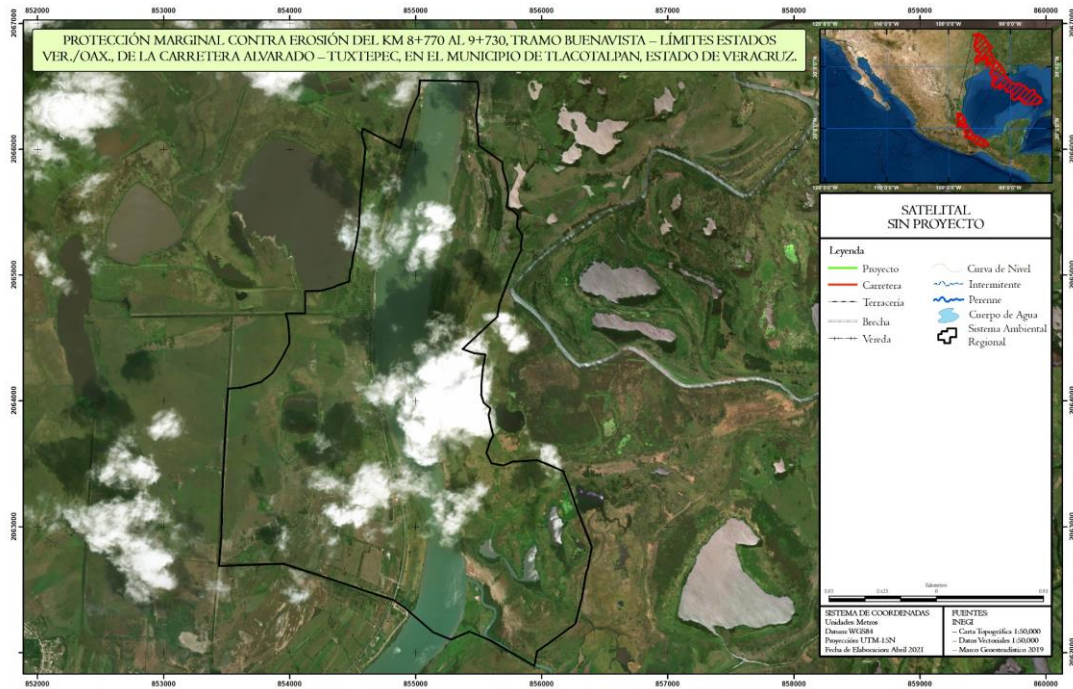


Figura VII. 10. Condición actual del Sistema Ambiental Regional sin unidades de paisaje y sin proyecto.

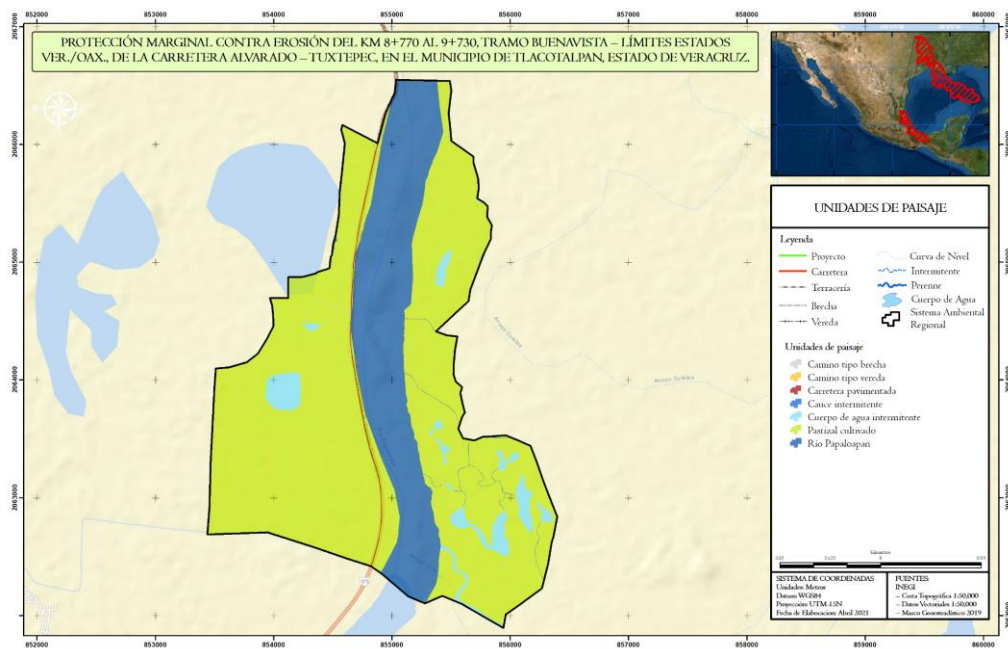


Figura VII. 11. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen en Google Maps.

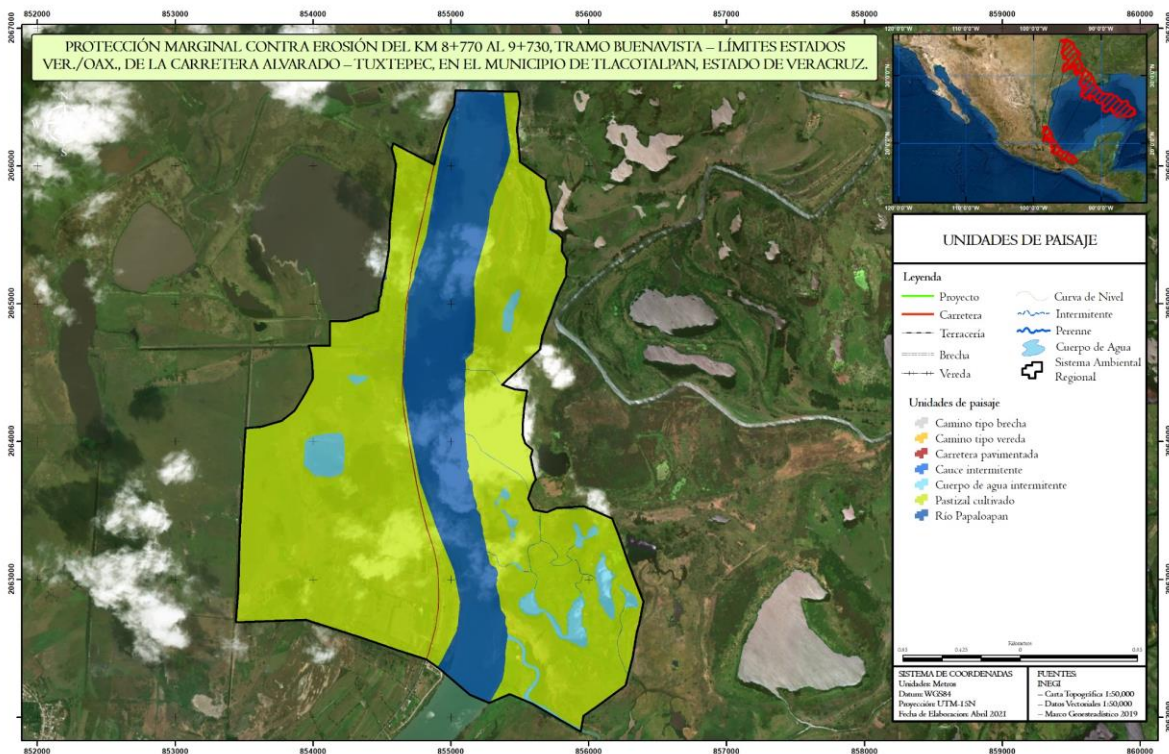


Figura VII. 12. Condición actual del Sistema Ambiental Regional con unidades de paisaje y sin proyecto con imagen satelital.

A continuación, se realizará un análisis una vez ingresado el trazo 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 una obra de Protección Marginal Contra Erosión. Las siguientes son las unidades de paisaje que serán afectadas por el ingreso del proyecto:

Tabla VII. 14. Afectación Total a las unidades de paisaje.

Unidades de paisaje	Área (hectáreas)	Porcentaje
Río Papaloapan	0.5448	81.95%
Pastizal cultivado	0.4300	18.05%
TOTAL	0.9748	100.00%

Como se puede observar en la tabla anterior, la mayor afectación se dará en el Río Papaloapan por el ingreso del trazo del proyecto con el 55.89% que corresponden con 0.5448 hectáreas, y el pastizal cultivado con un 44.11% es decir 0.42 hectáreas del SAR. La siguiente tabla evalúa la pérdida de estas unidades de paisaje:

Tabla VII. 15. Ponderación Local 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
Camino tipo brecha	0.12	0.00	0.12	5	0.60	99.84%
Camino tipo vereda	1.19	0.00	1.19	5	5.95	
Carretera pavimentada	2.67	0.00	2.67	5	13.35	
Cauce intermitente	1.44	0.00	1.44	7	10.08	
Cuerpo de agua intermitente	28.62	0.00	28.62	7	200.34	
Pastizal cultivado	527.92	0.4300	527.744	5	2638.72	
Río Papaloapan	177.38	0.5448	176.581	7	1236.067	
Total, en la región	739.34	0.9748	738.365			
Total, Superficie Equivalente con Proyecto					4105.107	
Total, Superficie Equivalente sin Proyecto					4111.58	
Ci						

Esta aproximación fue hecha en SIG mediante una superposición de la huella de la propuesta de las obras propuestas para la *Protección Marginal Contra Erosión del Km 8+770 al 9+730, Tramo Buenavista - Límites Estados Ver./Oax., de la Carretera Alvarado - Tuxtepec, en el Municipio de Tlacotalpan, Estado de Veracruz*, a la resolución indicada las superficies de intervención por el proyecto existente.

Tabla VII. 16. 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%	99.84%	0.16%	Compatible

Utilizando este tratamiento se presenta una diferencia de coeficientes del **0.16%** entre la situación sin proyecto y con proyecto existente. Se puede calificar el impacto, así valorado, como **compatible**. Toda vez que se trata de la protección marginal contra erosión causada por el Río Papaloapan, por ello el coeficiente de impacto indican la compatibilidad de esta modificación en el Sistema Ambiental Regional .

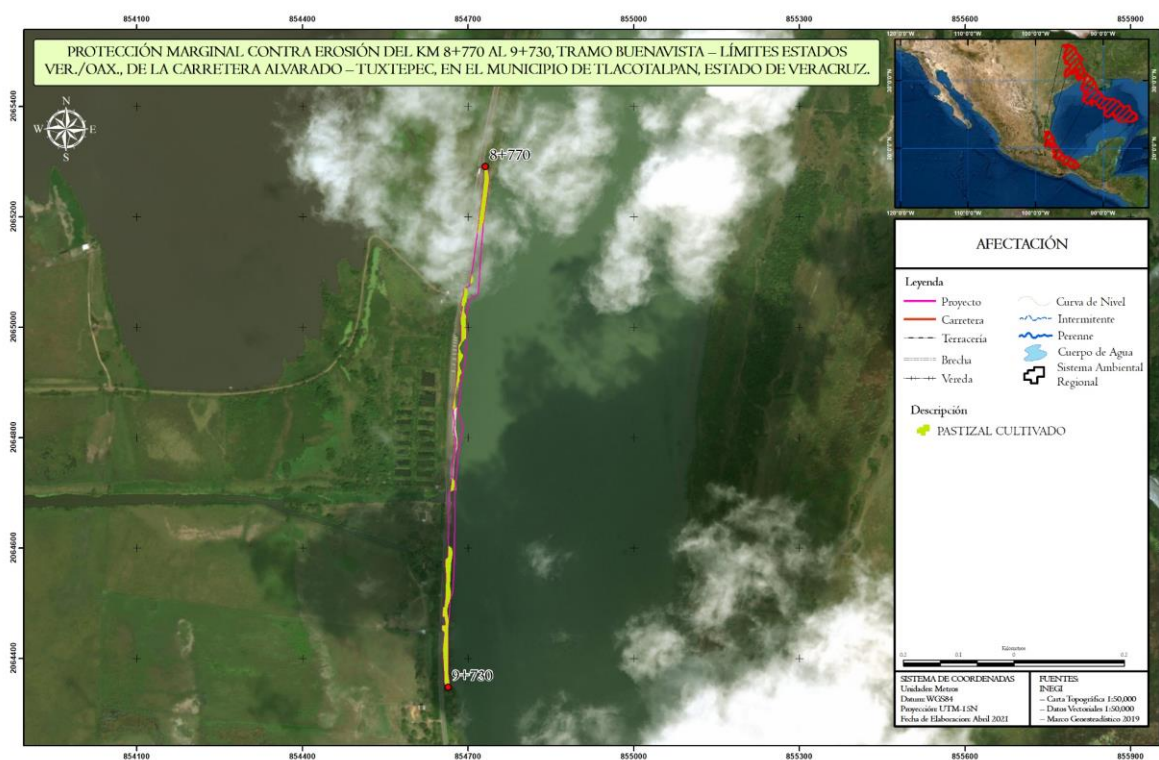


Figura VII. 13. Proyecto

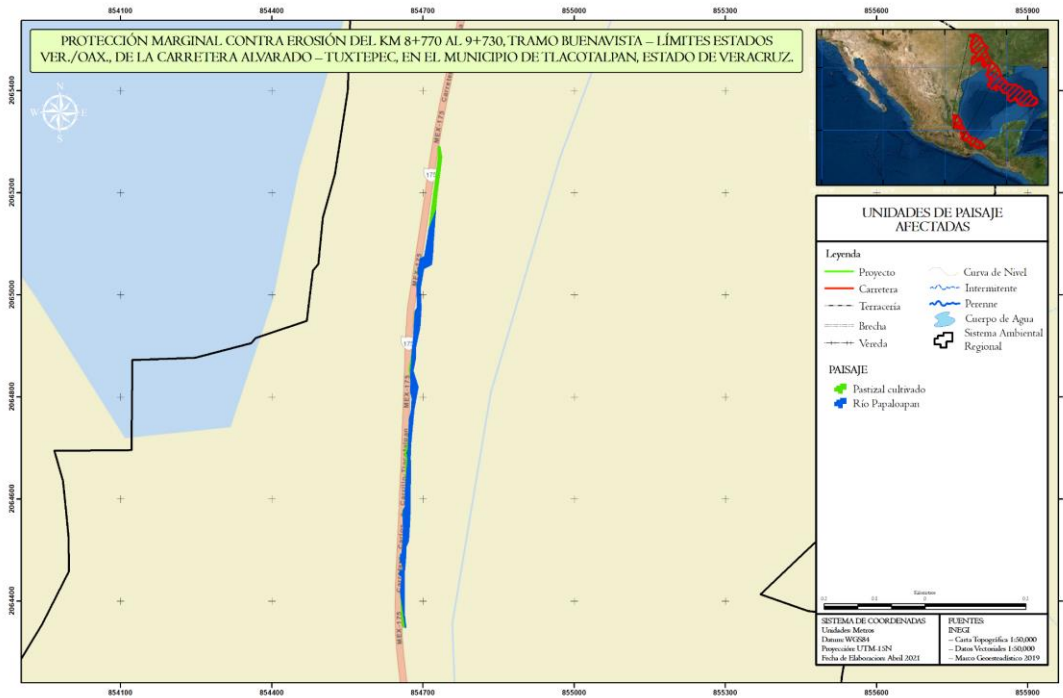


Figura VII. 14. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con imagen Google Maps.

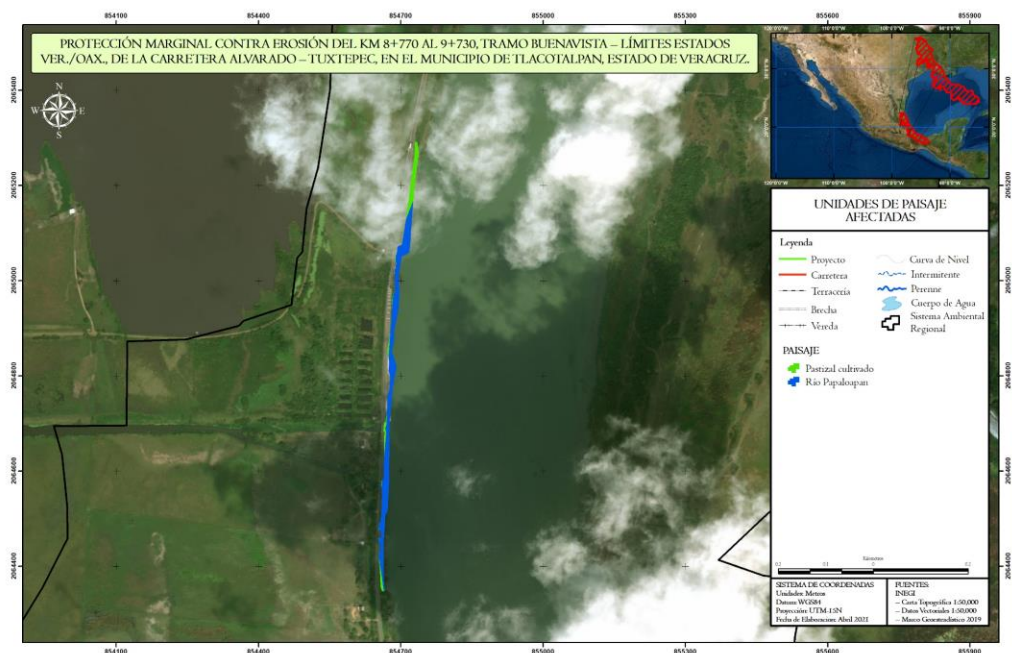


Figura VII. 15. Afectación a las unidades de paisaje del Sistema Ambiental Regional con imagen satelital.

Tabla VII. 17. Descripción y análisis del Escenario con proyecto.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Aire	<p>Con la ejecución del proyecto en su etapa de construcción los niveles sonoros, así como de las emisiones de gases y partículas serán ligeramente incrementados por el uso de maquinaria y equipo pesado para el acondicionamiento del sitio y el extendido del material producto del dragado, siendo baja su afectación, dejando un nivel alto.</p> <p>Causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generación de emisiones de gases y partículas. • Generación de ruido y vibraciones. <p>Efecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aumento de los niveles sonoros y vibraciones por falta de mantenimiento de maquinaria y equipos. • Afectación de la calidad del aire por las emisiones de gases (CO₂, SO_x, Hollín, NO_x) y partículas de polvo. • Afectación del personal por los altos niveles de polvo en el área de trabajo afectado las vías respiratorias.
Agua	<p>Esta se verá ligeramente afectada en los parámetros de turbiedad y color por realizar actividades en la margen del río correspondiente a la recuperación y protección de esta, señalando que no se realizará la descarga de sustancias al cuerpo de agua, pero si la generación de residuos, que, sin el manejo adecuado pueden llegar al cuerpo de agua.</p> <p>Causa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertido fortuito de aguas sanitarias. • Fuga de residuos (peligrosos y sólidos). <p>Efecto:</p> <p>Afectación de la calidad del agua presente en el río, de no tener un buen manejo, estas serían dispuestas sin tratamiento al cuerpo de agua afectando la calidad del agua que actualmente se presente en la zona.</p>



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Geomorfología	<p>Esta se verá beneficiada ya que se le dará protección a la margen del Río, ya que la zona se encuentra vulnerable a eventos hidrometeorológicos.</p> <p>Causa:</p> <p>Construcción de margen del río.</p> <p>Efecto:</p> <p>Protección a la margen del río, asegurando el derecho a la integridad física de las personas y protección de sus bienes inmuebles así como la vialidad colindante motivo del presente trabajo.</p>
Suelo	<p>Debido a que se contempla el retiro de la cobertura vegetal en la superficie considerada para la reconstrucción de la margen, cabe señalar, que se dará la generación de residuos lo cuales pueden afectar ligeramente las características del suelo si no se cuenta con la gestión adecuada.</p> <p>Causa:</p> <ul style="list-style-type: none">• Generación de residuos (RSU, RP y RME)• Retiro de la cobertura vegetal (disminución de flora).• Aumento del flujo vehicular dentro de las áreas. <p>Efecto:</p> <ul style="list-style-type: none">• Incorporación de agente químicos contaminantes al suelo, los cuales a largo plazo podrían repercutir de manera negativa en las actividades que se realicen circundantes al proyecto.• Mayor índice de residuos desechados en las zonas del proyecto sin medida alguna.• Pérdida de suelo y posible compactación del suelo, debido al aumento de vehículos en la zona y por las actividades de extendido del material.
Flora	<p>Parte de la superficie solicitada para el proyecto presenta cobertura vegetal donde será removida una porción para el acondicionamiento del sitio, siendo media su afectación, donde se afectarán arbustos y hierbas, y algunas especies arbóreas</p>



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	<p>Una vez finalizada la obra el sitio irá recuperando su cobertura natural correspondiente a estratos de arbustos y hierbas.</p> <p>Causa:</p> <p>Retiro de la vegetación existente.</p> <p>Efecto:</p> <p>Disminución de diversidad florística, daño o aprovechamiento de especies, si la promotora no cuenta con las medidas adecuadas.</p>
Fauna	<p>Dada su relación con la flora, la afectación será mínima debido a que estos serán ahuyentados previo al inicio de las actividades, sin embargo, se reducirá parte de posibles refugios de paso.</p> <p>Causa:</p> <p>Disminución de refugios o zonas de descanso por el retiro de la vegetación existente.</p> <p>Efecto:</p> <ul style="list-style-type: none">•Disminución de la diversidad faunística, daño, comercialización o desplazamiento de especies, sino se cuenta con las medidas adecuadas de protección.•Riesgo de encontrar alguna especie enlistada en la normatividad, que pueda verse afectada sino se cuenta con medidas de prevención.
Paisaje	<p>Este se verá afectado respecto a la calidad escénica por la presencia de elementos ajenos al entorno natural del sitio, como la maquinaria y equipo, residuos generados, etc., siendo una afectación baja a media, en relación con la etapa del proyecto, así mismo, por la remoción de la flora y suelo para su afinación. Sin embargo, una vez finalizada la construcción se dará el retiro de dichos elementos, como maquinaria, equipos, materiales, residuos, etc.</p> <p>Causa:</p> <p>Disminución de la calidad escénica por la presencia de elementos externos al entorno natural (generación de residuos, presencia de maquinaria, etc.) y por la remoción natural de los componentes</p>



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	<p>del sitio (retiro de la primera capa y de la vegetación existente).</p> <p>Efecto:</p> <ul style="list-style-type: none">•Presencia de elementos ajenos a las características naturales de la zona como residuos (RSU, RP, RME), sanitarios portátiles, maquinaria y equipos, entre otros.•Sin la aplicación de medidas, es posible que no se respeten las áreas destinadas perteneciente al campamento señalado.
Social	Será afectada positivamente disminuyendo la probabilidad de inundaciones en la zona por la reducción de la llanura de inundación del río, así como la pérdida de terreno por el mismo, aumentado la calidad de vida en la localidad y la afectación de la vialidad colindante.
Económico	Con el desarrollo se dará el incremento de la actividad económica por la generación temporal de empleo e ingresos a la población.

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 SAR 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 evitan, detienen, revierten, compensan y restauran los daños ambientales potenciales derivados por el proyecto. Es importante mencionar que la implementación de las medidas de mitigación permitirán aminorar los impactos ambientales identificados, destacando la afectación innecesaria de especímenes de flora y fauna, así como contar con maquinaria un adecuado funcionamiento y la constante capacitación al personal, así como la supervisión de los procesos constructivos y de manera primordial la protección del cuerpo de agua presente, proponiendo trabajar en la época de estiaje así como evitar la caída de materiales al cauce.

Tabla VII. 18. Descripción y análisis del escenario del proyecto considerando las medidas de mitigación.

COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
Suelo	<p>Al ejecutar las medidas de prevención evitando transitar maquinaria por zonas fuera del área del proyecto se asegura que las características fisicoquímicas del suelo se mantengan. Las actividades de reconstrucción se realizarán específicamente en las zonas señaladas en el presente documento, se asegura también que el suelo no sufra de procesos de erosión.</p> <p>Se utilizará el material producto del desmonte triturándolo y mezclándolo con el suelo de áreas aledañas, con el fin de aprovechar el material orgánico y facilitando la incorporación de los elementos químicos al suelo. Se prohíbe el uso de herbicidas o quema de vegetación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se implementará un programa de vigilancia ambiental y programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo como parte de las medidas de mitigación y/o compensación.
Flora	<p>Al realizar el retiro de la vegetación única y exclusivamente en las áreas solicitadas sin la aplicación de herbicidas o quema que afecte la vegetación de las superficies contiguas al proyecto, se garantiza que los resultados de la aplicación de las medidas sean efectivos. Con la implementación de las medidas de prevención y mitigación se protege la vegetación de áreas próximas al proyecto. Esta actividad se realizará de manera gradual y paulatina para que la fauna que se pueda encontrar en el sitio tenga la oportunidad de desplazarse. Se supervisará que el personal de la obra respete estas medidas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se aplicará un programa de reforestación con especies nativas del sitio.
Paisaje	<p>Siendo almacenados temporalmente en contenedores con tapas, debidamente identificados, se previene que sean almacenados residuos fuera de los límites de la obra, así como derrames contaminantes al suelo. Se colocan letreros alusivos para evitar que los trabajadores del proyecto desechen los residuos sólidos y líquidos en el área del proyecto y en las zonas aledañas a este.</p>



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	<ul style="list-style-type: none">• Se implementará un programa de manejo de residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos. <p>Las operaciones de mayor generación de ruido serán realizadas durante el día, cuidando de no rebasar los límites máximos permisibles de generación de ruido.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se aplicará un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo con lo que se asegure que no se rebasen los límites máximos permitidos de ruido y un programa de vigilancia ambiental.
Fauna	<p>Antes de comenzar con las acciones de rehabilitación y mantenimiento se realizarán recorridos en la zona del proyecto con el fin de desplazar a las especies que se encuentren en el sitio y en su caso identificarlas para su reubicación.</p> <p>Esta actividad se realizará de manera gradual y paulatina, dando tiempo a la fauna que se pueda encontrar en el sitio a desplazarse, se supervisará que el personal de la obra respete la regla de evitar toda actividad relacionada con la cacería colocando letreros que indiquen la prohibición de dicha actividad.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se implementarán acciones de rescate y reubicación de fauna.
Aire	<p>Con el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo en talleres sitios específicos, se evita que la maquinaria utilizada exceda los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes. Aplicando esta medida, se garantiza que la calidad del aire no se verá afectada por las actividades del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se implementará acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria. <p>Manteniendo velocidades bajas en terracería se garantiza que la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera no rebase los límites marcados en la norma, las actividades de mayor generación de ruido se realizaran durante el día, se realizará inspección ocular en campo a la maquinaria utilizada, para corroborar que se</p>



COMPONENTE	DESCRIPCIÓN
	<p>encuentre en condiciones óptimas. Con la implementación de las medidas de prevención y mitigación se garantiza que se respetaran los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera establecidas.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se implementarán acciones de mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria.
Agua	<p>Con la aplicación del programa de vigilancia ambiental se supervisará que las maquinarias no obstaculicen caminos carreteros ni los cuerpos de agua cercanos y que no se causen afectaciones en las corrientes de agua, evitando verter residuos.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se implementará un programa de Vigilancia ambiental• Se implementaras acciones de protección al cuerpo de agua <p>Las aguas residuales generadas serán recolectadas en sanitarios portátiles, este tipo de aguas no serán vertidas en el suelo o cuerpos de agua, el sitio de disposición final, lo dispondrá la empresa contratista que maneje las aguas residuales.</p> <ul style="list-style-type: none">• Se implementará un programa de vigilancia ambiental• Se implementaras acciones de protección al cuerpo de agua

VII.4. Pronostico Ambiental.

Un ecosistema es un sistema biológico formado por dos elementos indisolubles, 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). En los siguientes cuadros 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:

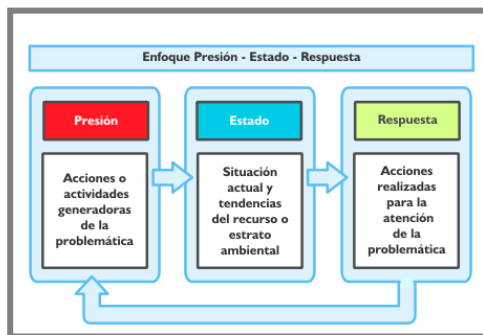


Figura VII. 16. Esquema PER - Indicadores de Calidad Ambiental.



El desarrollo de las actividades productivas en la región eventualmente ejerce presión sobre los recursos naturales y los ecosistemas. El proyecto implica una modificación del paisaje y de la geomorfología al introducir en el ambiente elementos que contrastan con el entorno natural; cabe señalar que dicho contraste es sólo parcial, pues ya existen otros elementos urbanos de similares características, reflejados en la infraestructura 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. Contribuirá en un grado importante al mejoramiento de las condiciones del entorno. El proyecto considera la aplicación de las medidas de mitigación respectivas para contrarrestar el efecto de los impactos ambientales adversos que serán generados. Una vez realizado el análisis de los escenarios ambientales, contemplando los impactos que generarán las actividades a realizar en los sitios y las medidas de mitigación y compensación propuestas, se determinó que la realización del presente proyecto no causará efectos secundarios de contaminación ambiental, en cualquier factor ambiental (agua, aire, suelo), ya que estos impactos serán mínimos y con el desarrollo de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestos estos se verán reducidos. Con la realización del presente proyecto se espera un beneficio social y de seguridad en la localidad y los asentamientos humanos ubicados dentro del sistema ambiental del proyecto, ya que no solamente contribuirá económicamente por la generación de empleos, también, dará protección a la población de la zona y disminuirá el riesgo de inundaciones y pérdida de superficie al cual se encuentran expuestas actualmente las localidades del SAR y el daño a la vialidad colindante.

VII.5. Evaluación de alternativas.

En el capítulo II se muestran las alternativas propuestas, la misma consideraba la instalaciones de espigones, pero al modificar el cauce y probablemente el margen del Río no se optó por dicha solución, adicionalmente en este punto no se consideraron alternativas, debido a que, nos encontramos ante un escenario tendencial de relativa estabilidad en los factores físicos y bióticos, aunado que es el sitio donde se necesita realizar las obras son puntuales y necesarios para favorecer la seguridad. El proyecto propuesto representa la menor afectación ambiental, aunado a que el proyecto como se ha mencionado es una Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730. Considerando que el sitio en el cual se pretende desarrollar el proyecto presenta afectaciones serias por efectos de erosión hídrica, deslaves y pérdida continua de la margen

del Río, se debe señalar que no se consideró ni se considera sitios alternos para su realización.

.VII.6. Conclusiones

El proyecto a que se refiere la presente Manifestación de Impacto Ambiental corresponde Protección Marginal Contra Erosión Del Km 8+770 Al 9+730, el cual no se requerirá cambio de uso de suelo, sin embargo, si existe la necesidad del retiro de elementos arbóreos, dentro de zona agrícola fuertemente afectada, donde se ha llegado a las siguientes 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 (todo lo contrario el proyecto favorecerá que no se incremente) ni el deterioro de la calidad del agua o su captación y por el contrario es un elemento necesario para reducir los accidentes en este segmento de la carretera y tener una fluidez al tráfico de la zona; 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 las comunidades vegetales y a la fauna silvestre 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 registraran 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 destinado a la instalación del Puente Barrancas solo será necesaria la remoción de treinta y dos individuos arbóreos, los cuales no se encuentran en ninguna de las especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, esta misma aseveración se presenta para la fauna. 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 forestal trae consigo algunos impactos de carácter negativo, temporales, puntuales, reversibles y de baja magnitud e importancia, sobre el agua, suelo, la flora y la fauna, puntualizando que solo es necesario la remoción de cuatro individuos arbóreos. 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 SA como unidad de análisis. Por otro lado, como se puede observar en el área del proyecto no se determinaron dichos índices debido a que no se registran la misma cantidad de especies. 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.

NO SE PROVOCARÁ LA EROSIÓN DE LOS SUELOS.

La remoción de los individuos arbóreos implicará dejar el suelo desnudo como parte del proceso de preparación del sitio, sin embargo, por el número de individuos señalados y la superficie que ocupan en la instalación de la Protección Marginal Contra Erosión Del Km

8+770 Al 9+730 se puede mencionar que no se propiciara una degradación del suelo, todo lo contrario, favorecerá que no se incremente. Por lo que la erosión potencialmente provocada será **nula y muy favorable a que no se incremente.**

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.

Tomando como base la caracterización del sistema natural y socioeconómico, el cual permitió identificar, evaluar y proponer medidas para mitigar los impactos ambientales potenciales, que generará el proyecto en cada una de las actividades que se llevaran a cabo durante las diferentes etapas del proyecto, se concluye que el proyecto, incluye lineamientos de ingeniería que tienen como finalidad hacer más seguras las actividades de construcción con los cuales se estabilizarán en las márgenes del Río con lo cual se protegerá los asentamientos humanos e infraestructura de las zonas.

Finalmente se remarca el sentido precautorio del desarrollo de la obra, ya que el en la zona propuesta se ha demostrado la existencia de riesgos potenciales por la erosión ocasionada en la margen del Río Papaloapan, por lo que con las actividades propuestas, se estabilizaran los taludes y se protegerá el margen de los procesos erosivos, lo anterior para evitar un posible evento natural, ya que con la llegada de las lluvias torrenciales, se puede presentar un deslave del cuerpo de la carretera al Río Papaloapan, lo cual imposibilitaría la comunicación con la localidad de Tlacotalpan y Alvarado, sin dejar de mencionar que puede ocasionar la pérdida de vidas,, de los usuarios al momento del evento antes descrito.

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL DEL PROYECTO DENOMINADO: PROTECCIÓN MARGINAL CONTRA EROSIÓN DEL KM 8+770 AL 9+730, TRAMO BUENAVISTA - LÍMITES ESTADOS VER./OAX., DE LA CARRETERA ALVARADO - TUXTEPEC, EN EL MUNICIPIO DE TLACOTALPAN, ESTADO DE VERACRUZ

Capítulo VIII
Modalidad Regional



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.	3
VIII.1.1. ANEXO 1. Plano general del proyecto.	3
VIII.1.2. ANEXO 2. Cartografía.	3
VIII.1.3. ANEXO 3. Fotográfico.	3
VIII.1.4. ANEXO 4. Coordenadas.	3
VIII.1.5. ANEXO 5. Catálogos.	3
VIII.1.6. ANEXO 6. Formatos de campo.	3
VIII.1.7. Estudios que sustentan el proyecto	4
Glosario de términos.	5



CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Formatos de presentación, planos de localización, fotografías y videos.

De acuerdo al 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 10 cuartillas solicitadas.

VIII.1.1. ANEXO 1. Plano general del proyecto.

Se presenta el plano general del proyecto

VIII.1.2. ANEXO 2. Cartografía.

Se entrega la cartografía desarrollada para el proyecto, los cuales contienen: el título; los nombres y firmas de quien los elaboró, la fecha de elaboración; la nomenclatura y simbología explicadas; coordenadas geográficas, la escala gráfica y numérica y la orientación. A una escala que permite apreciar los detalles del proyecto.

VIII.1.3. ANEXO 3. Fotográfico.

En los anexos se presentan el anexo fotográfico.

VIII.1.4. ANEXO 4. Coordenadas.

En los anexos se presentan las coordenadas del área del proyecto y del SAR

VIII.1.5. ANEXO 5. Catálogos.

En los anexos se muestran los catálogos de flora y fauna.

VIII.1.6. ANEXO 6. Formatos de campo.

Formatos de flora y fauna del proyecto.



VIII.1.7. Estudios que sustentan el proyecto

- Estudio hidráulico
- Estudio de zonas inundables y de riesgo
- Estudio Topobatimétrico (Incluye levantamiento y plano)



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.